

OLIVER HEINS

MASCHINE UND HERRSCHAFT

MASCHINE UND HERRSCHAFT
MATERIALIEN ZUR KRITIK DER POLITISCHEN ÖKONOMIE
DER WISSENSGESELLSCHAFT UNTER BESONDERER
BERÜCKSICHTIGUNG DES PRODUKTIONSMODELLS VON
FREIER SOFTWARE



Von der Philosophischen Fakultät
der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Philosophie (Dr. phil.) genehmigte Dissertation

VON OLIVER HEINS

geboren am 6. Juli 1972 in Hannover

2014

Referent: Prof. Dr. Michael Buckmiller

Korreferent: Prof. Dr. Lutz Hieber

Tag der mündlichen Prüfung: 16. Januar 2013

Titelbild: unbekannter Künstler, entnommen aus Donald Knuth, *Digital Typography* (1999).

Oliver Heins: *Maschine und Herrschaft. Materialien zur Kritik der politischen Ökonomie der Wissensgesellschaft unter besonderer Berücksichtigung des Produktionsmodells von freier Software*. Von der Philosophischen Fakultät der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover zur Erlangung des Grades eines Doktors der Philosophie (Dr. phil.) genehmigte Dissertation, © 2014

Für Jessi.

ABSTRACT

The commodification and proprietarisation of knowledge in the course of the transformation of the industrial society into a knowledge society takes the expropriation of the producers production knowledge to extremes. This process inevitably involves the destruction of socialization and therefore is a menace to democratic society. On the other hand, it comes to a rebellion of the sphere of production against the sphere of circulation. New modes of production appear, which explicitly do not rely on commodity production and make knowledge of the process of production universally available.

Keywords: Free Software, Open Source, Critics of Political Economy, knowledge society

ZUSAMMENFASSUNG

Die Inwertsetzung und Proprietarisierung von Wissen im Zuge der Transformation der Industrie- in eine Wissensgesellschaft treibt die Enteignung der Produzenten vom Produktionswissen auf die Spitze. Dieser Prozeß bringt notwendig eine Zerstörung gewachsener Vergesellschaftungsformen mit sich. Damit bedroht er das Fundament der demokratischen Gesellschaftsordnung. Zugleich kommt es jedoch zu einer Rebellion der Produktions- gegen die Zirkulationssphäre: Neue, explizit nicht warenförmige Produktionsformen entstehen, die das Wissen um den Produktionsprozeß allgemein verfügbar machen.

Schlagwörter: Freie Software, Open Source, Kritik der politischen Ökonomie, Wissensgesellschaft

*We have seen that computer programming is an art,
because it applies accumulated knowledge to the world,
because it requires skill and ingenuity, and especially
because it produces objects of beauty.*

— Donald E. Knuth

DANKSAGUNGEN

Eine der zentralen Annahmen dieser Arbeit ist, daß Wissen immer nur auf vorangegangenem Wissen beruhen kann und der Prozeß der Vermittlung des Wissens vielschichtig ist. Als gute wissenschaftliche Praxis gilt, die Quellen der eigenen Ideen offenzulegen und sich nicht mit fremden Federn zu schmücken. Doch ist der Prozeß der Entstehung von Ideen komplex und läßt sich längst nicht vollständig im Regime der Zitationen abbilden. Der anregende Austausch, Kritik, Zuspruch und Widerspruch im Gespräch mit Freunden, im Seminar, auf Treffen von Benutzergruppen oder auf Mailinglisten ist von unschätzbarem Wert. Zu danken ist hier insbesondere Utz Anhalt, Bianca Beck, Sven Ehlers, Thomas Esser, Wilfried Gaum, Marcus Hawel, Claudia Junge, Regina Kappes, Reinhard Kotucha, Gregor Kritidis, Anja Liedtke, Jan Prodöhl, Jessica Richter, Martin Schröder, Sönke von Stamm, Bernhard Tempel und Tanja Züchner. Tejun Heo danke ich dafür, daß er mir in zahlreichen Gesprächen unermüdlich die Welt der Linux-Kernel-Hacker erläutert hat, Martin Winter für Hilfestellung bei der mathematischen Formulierung der Marxschen Akkumulationskrisentheorie.

Ein besonderer Dank gilt meinem akademischen Lehrer Michael Buckmiller: Sein kritisches, undogmatisches Denken hat mir entscheidende Anstöße für diese Arbeit gegeben.

Zu danken ist weiterhin meinen Eltern, die viel Geduld bewiesen, und meiner Tochter, die viel Geduld beweisen mußte.

Erwähnt sei an dieser Stelle noch, daß diese Arbeit komplett mit Hilfe von freier Software geschrieben wurde: Als Betriebssystem kam *Debian GNU/Linux* zum Einsatz, der Text wurde in Richard Stallmans Texteditor *GNU Emacs* geschrieben und mit Donald Knuth' Textsatzsystem \TeX gesetzt. Ihnen und anderen Freie-Software-Hackern ist zu danken, findet diese Arbeit in ihnen doch ihre Protagonisten und damit ihren geistigen Ursprung und in ihren Werken zugleich die materielle Möglichkeit ihrer Verwirklichung. Weitere Hinweise zur verwendeten Software finden sich im Kolophon.

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis xv

Tabellenverzeichnis xv

Abkürzungen xv

EINLEITUNG 1

Die Wissensgesellschaft und der Kampf ums »geistige Eigentum« 2

Freie Software: Eine beschreibende Annäherung 7

Freie Software und »Copyleft« 12

Aufbau der Arbeit 15

Zur verwendeten Literatur 17

**I EINFÜHRUNG: GESCHICHTE UND VORGESCHICHTE
FREIER SOFTWARE 21**

**1 COMPUTER UND TURINGMASCHINE: GEIST IN DER
MASCHINE 23**

1.1 Entwicklung der Maschinerie 23

1.2 Die Geschichte der Rechenmaschinen 33

1.3 Die universale Turingmaschine 39

1.4 Der Computer als autonome Maschine 48

1.5 Abstraktionsebenen 50

1.6 Im Bann der Artifiziiellen Intelligenz 53

1.7 Verkörperung der instrumentellen Vernunft 57

2 HACKERKULTUR UND FREIE SOFTWARE 65

2.1 MIT-Hacker 67

2.1.1 Das Entstehen der Hackerkultur am MIT 67

2.1.2 Die Hackerethik 71

2.1.3 Legalität 74

2.1.4 Hacken als »asozialer« Prozeß 75

2.1.5 Time-Sharing 77

2.2 Der »Sputnik-Schock«, Arpa und das Netz 80

2.2.1 Die Vision eines öffentlichen Kommunikationsnetzes 88

2.2.2 Der Aufbau des Netzes 91

2.2.3 Entwicklung an der Basis – und erste Versuche einer kommerziellen Einhegung des Netzes 93

2.2.4 E-Mail – die erste »Killer-Applikation« des Netzes 96

2.2.5 Vom Arpanet zum Internet 98

2.2.6 Das World Wide Web (WWW) 102

2.3 Unix 106

2.3.1 Entstehung 106

2.3.2 Proprietarisierung 112

2.3.3 Eine freie Alternative 113

2.4	Hardware-Hacker	117
2.4.1	Der Homebrew Computer Club	121
2.4.2	Der erste Heimcomputer	124
2.4.3	Eine neue, andere Industrie?	126
2.5	Die Entwicklung der PC-Industrie	130
2.6	GNU's Not Unix	132
2.7	Linux	141
	ZUSAMMENFASSUNG	147
II	DIE POLITISCHE ÖKONOMIE FREIER SOFTWARE	153
3	GEISTIGES EIGENTUM	155
3.1	Ursprünge	155
3.2	Copyright – die utilitaristische angloamerikanische Variante	167
3.3	Urheberrecht als Autorenrecht – die naturrechtliche kontinentaleuropäische Variante	169
3.4	Vergleich beider Traditionen	178
3.5	Internationale Vereinbarungen	180
3.6	Ende der Balance?	184
4	DAS ZEITALTER DES WISSENS I: TECHNISCHE UND BÜRGERLICHE RATIONALITÄT	189
4.1	Rationalität in der bürgerlichen Gesellschaft	189
4.2	»techno logos« – die Rationalität der Technik	192
4.3	Das Ethos der Wissenschaft	204
4.4	Überschreitung der Grenze von Wissenschaft und Technik	208
5	DAS ZEITALTER DES WISSENS II: DIE POLITISCHE ÖKONOMIE DER WISSENSGESELLSCHAFT	213
5.1	Primat der Politik oder Primat der Ökonomie?	213
5.2	Ursprüngliche Akkumulation	216
5.3	Logos des Kapitals	219
5.4	Akkumulationskrise	222
5.5	Immaterialität	226
5.6	Proprietarisierung als Reaktion	231
6	KLASSENKAMPF IN DER WISSENSGESELLSCHAFT	239
6.1	Die politische Ökonomie freier Software	239
6.2	Rebellion der Produktions- gegen die Zirkulationssphäre	242
6.3	Freie Software und marktwirtschaftliche Allokation	247
6.3.1	Die Ökonomie von Software	249
6.3.2	Preismechanismus als Koordinierungsfunktion	250
6.3.3	Komplementärgüter	252
6.3.4	Effizienz des Produktionsmodells	254
6.4	Recht auf Zugang	257
	ZUSAMMENFASSUNG	265

III	WISSENSCHAFT UND TECHNIK	269
7	DIE HACKER UND DIE INSTRUMENTELLE VERNUNFT	
	271	
7.1	Weizenbaums Kritik der Hacker und der Naturwissenschaften	272
7.2	Zwanghafte Naturbeherrschung	276
8	NATURWISSENSCHAFT UND ARTIFIZIELLE INTELLIGENZ	279
8.1	Golem und Artifizielle Intelligenz	279
8.2	Mythos und Logos in der Naturwissenschaft	282
8.2.1	Von der Scholastik zur Naturphilosophie	282
8.2.2	Renaissance	286
8.2.3	Naturwissenschaftliche Revolution	287
8.2.4	Das Zeitalter der Aufklärung	296
8.2.5	Naturwissenschaft, Technik und Automaten	305
8.2.6	Deutscher Idealismus: Leibniz, Kant, Hegel	307
	Exkurs: Religion im Zeitalter der Maschine	312
9	DIE ENTSTEHUNG DES MODERNEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN WELTBILDES	317
9.1	Ein neuer Zeitbegriff	318
9.2	Wendepunkt des mechanischen Weltbilds: Hermann von Helmholtz	321
9.3	Ernst Machs neutraler Monismus	324
10	DER MODERNE NATURBEGRIFF IN DER SOZIALPHILOSOPHIE	333
10.1	Der Naturbegriff bei Marx und Engels	334
10.1.1	Die Vermittlung von Natur und Gesellschaft bei Marx	334
10.1.2	Friedrich Engels' Naturdialektik	338
10.2	Der Logische Empirismus des Wiener Kreises	346
10.2.1	Der »linke Flügel« des Wiener Kreises	352
10.2.2	Wissenschaftliche Weltauffassung: Neurath, Carnap, Hahn	355
10.3	Karl Korschs Nutzbarmachung der Dialektik für die Naturwissenschaften	364
10.4	Psychoanalyse und Golem	368
10.5	Kritische Theorie	371
11	DAS MECHANISTISCHE WELTBILD DER AI: GEIST AUS DER MASCHINE	385
11.1	Alan Turings Verteidigung der AI	385
11.2	Unvollständigkeit formaler Systeme	395
11.3	Selbstreferentielle Erkenntnis	403
11.4	Geist als formales System	405
11.5	Dialektisches Denken	411
	ZUSAMMENFASSUNG	419

IV SCHLUSS 423

GESELLSCHAFT AM SCHEIDEWEG – ZUR RÜCKHOLUNG
DES PRODUKTIONSWISSENS IN DIE HÄNDE DER PRO-
DUZENTEN 425

V ANHANG 439

LITERATUR 441

PERSONENVERZEICHNIS 475

STICHWORTVERZEICHNIS 489

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Betriebssysteme auf Supercomputern (1993–2011)	8
Abbildung 2	Betriebssysteme für Smartphones	10
Abbildung 3	Struktur einer Turingmaschine	43
Abbildung 4	Simulation einer Turingmaschine	44
Abbildung 5	Netzwerkknoten und ihre Verbindung	88
Abbildung 6	Eine frühe Skizze der Struktur eines Internet	99
Abbildung 7	Stammbaum der (wichtigsten) freien BSD-Varianten	116
Abbildung 8	Doppelseite aus <i>Computer Lib/Dream Machines</i>	120
Abbildung 9	Anpassungsreaktionen auf dem Komplementärmarkt	252
Abbildung 10	Nachfrage vs. Angebot	253
Abbildung 11	Motivation von Entwicklern freier Software	256
Abbildung 12	Vaucansons mechanische Ente (1738)	306

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Marktfunktionen und die Konsequenzen ihres Fehlens bei Open-Source-Software	251
-----------	---	-----

ABKÜRZUNGEN

ACE	Automatic Computing Engine (von Alan Turing zwischen 1945 und 1948 entworfener Computer)
ACM	Association for Computing Machinery (1947 gegründete, erste wissenschaftliche Gesellschaft für Informatik)
ACTA	Anti-Counterfeiting Trade Agreement (geplanter multilateraler Handelsvertrag)
AI	Artifizielle Intelligenz

AMD	Advanced Micro Devices, Inc. (Hersteller von Mikroprozessoren)
ARPA	Advanced Research Projects Agency (dem US-Militär angegliederte, 1958 gegründete Forschungsagentur; zwischen 1972 und 1993 sowie seit 1996 DARPA)
ATN	Ausgebautes Transitionsnetzwerk (siehe auch RTN)
BASH	Bourne Again Shell (kommandozeilenbasierte Benutzerschnittstelle auf Unix-Systemen)
BASIC	Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code (Programmiersprache)
BBN	Bolt Beranek and Newman (F & E-Firma in Cambridge, MA)
BIND	Berkeley Internet Name Domain (freier DNS-Server)
BIOS	Basic Input Output System (Firmware eines Personal Computer)
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BIRPI	Bureaux internationaux réunis pour la protection de la propriété intellectuelle (Vorgängerorganisation der WIPO)
BITNET	Because It's Time Network (im Internet aufgegangenes Forschungs- und Wissenschaftsnetz)
BSD	Berkeley Software Distribution (freie Unix-Version, an der Berkeley-Universität entwickelt)
BSDI	Berkeley Software Design, Incorporated (Firma, die auf Basis von 4.3BSD ein proprietäres Unix entwickelte)
CAHCOM	Committee on Computer-Aided Human Communication (ad-hoc gebildete Arbeitsgruppe zur Standardisierung von E-Mail)
CATENET	Concatenated Network (paketvermitteltes Netzwerk)
CCC	Chaos Computer Club (deutsche Hackervereinigung)
CERN	Europäische Organisation für Kernforschung, betreibt in Genf ein wichtiges Forschungszentrum (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire)
CP/M	Control Program for Microcomputers (Betriebssystem für Personal Computer)
CPU	Central Processing Unit (zentrale Recheneinheit, Prozessor)
CRT	Cathode Ray Tube (Röhrenmonitor)

CSNET	Computer Science Network (im Internet aufgegangenes US-amerikanisches Informatik-Forschungsnetzwerk)
CSRG	Computer Systems Research Group (Forschungsgruppe an der Universität Berkeley zur Erweiterung von A.T. & T.-Unix)
CTSS	Compatible Time-sharing System (timesharingfähiges Betriebssystem für Großrechner und Minicomputer)
CVS	Concurrent Versioning System (Computerprogramm zur Versionsverwaltung von Textdateien)
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency (siehe ARPA)
DCA	Defense Communications Agency (dem US-Verteidigungsministerium unterstellte Behörde, seit 1991 Defense Information Systems Agency (DISA))
DEC	Digital Equipment Corporation (Hersteller von Minicomputern (PDP))
DNS	Dinitrosalicylsäure
DNS	Domain Name System (zentraler Dienst im Internet, der die Namensauflösung bereitstellt)
DOS	Disk Operating System (Betriebssystemfamilie für Personal Computer)
EDVAC	Electronic Discrete Variable Automatic Computer (entwickelt von 1946 bis 1949; binärer Rechner auf Basis der Von-Neumann-Architektur)
EMACS	Editor Macros (von Richard Stallman entwickelter Texteditor, Teil des GNU-Systems)
ENIAC	Electronic Numerical Integrator and Computer (entwickelt von 1942 bis 1946; gilt als erster elektronischer Digitalrechner)
FLOPS	Floating Point Operations Per Second (Maßzahl zur Feststellung der Rechengeschwindigkeit eines Computers)
FSF	Free Software Foundation (gemeinnützige Organisation zur Förderung und Produktion freier Software)
FTP	File Transfer Protocol (Internetprotokoll zur Übertragung von Dateien)
GATS	General Agreement on Trade in Services (multilateraler Vertrag der WTO, regelt den grenzüberschreitenden Handel mit Dienstleistungen mit dem Ziel seiner fortschreitenden Liberalisierung)

GATT	General Agreement on Tariffs and Trade (1947 abgeschlossenes multilaterales Freihandelsabkommen)
GCC	GNU Compiler Collection (Compilerfamilie des GNU-Systems)/GNU C Compiler
GE	General Electric (US-amerikanischer Großkonzern)
GG	Grundgesetz
GNU	GNU's Not Unix (von Richard Stallman 1983 mit dem Ziel gegründetes Projekt, ein freies Unixsystem zu schaffen)
GPL	(GNU) General Public License (Lizenz des GNU-Projekts)
GPS	General Problem Solver (von Herbert Simon und Allen Newell ab 1957 entwickeltes Forschungsprojekt einer universellen Problemlösungsmaschine)
HIRD	HURD of interfaces representing depth
HP	Hewlett Packard (großer US-amerikanische Technologiekonzern)
HURD	HIRD of Unix-replacing daemons (in Entwicklung befindlicher Kernel des GNU-Projekts)
HTML	Hypertext Markup Language (Seitenbeschreibungssprache, Grundlage des World Wide Web)
IBM	International Business Machines Corporation
IDC	International Data Corporation (international tätiges Marktforschungsunternehmen)
IETF	Internet Engineering Task Force (Nachfolgeorganisation der NWG)
IIS	Internet Information Services (Web-, Datei- und E-Mailserver von Microsoft)
IMP	Interface Message Processor (Paketvermittlungsknoten im Arpanet)
INN	InternetNetNews (Serverprogramm für die Foren des Usenet)
INWG	International Network Group (informelle Arbeitsgruppe mit dem Ziel, CATENET aufzubauen)
IO	Input/Output (zentraler Bereich der Informatik, der sich mit der Schnittstelle des Computers zur Außenwelt befaßt)
IPTO	Information Processing Techniques Office (Abteilung der ARPA)

IP	Internet Protocol (grundlegendes Internetprotokoll)
ISO	Internationale Organisation für Normung
Isotype	International System of Typographic Picture Education (von Otto Neurath begründetes System zur Visualisierung von sozialen, historischen, technologischen und biologischen Zusammenhängen)
ITO	International Trade Organization (geplante internationale Handelsorganisation)
ITS	Incompatible Time-sharing System (timesharingfähiges Betriebssystem für Großrechner und Minicomputer)
KDE	KDE Desktop Environment (grafische Benutzeroberflächenumgebung für Unix)
LGPL	Lesser General Public License (Lizenz des GNU-Projekts)
LISP	List Processing (Programmiersprache)
LKML	Linux Kernel Mailinglist (Mailingliste der Linux-Entwickler)
LMI	LISP Machine Incorporated (Hersteller von LISP- Maschinen)
MAC	Multiple Access Computers/Man and Computer/Machine Aided Cognition (Projekt der ARPA mit dem Ziel, ein Timesharingssystem zu entwickeln)
MEW	Marx Engels Werke
MILNET	Military Network (militärisches Kommunikationsnetz der US-Streitkräfte, 1983 aus dem Arpanet abgespalten)
MINIX	Mini-Unix (unixoides Lehrbetriebssystem für Personal Computer)
MIT	Micro Instrumentation and Telemetry Systems (Computerfirma, Hersteller des Altair)
MIT	Massachusetts Institute of Technology (technische Hochschule und Universität in Cambridge, Massachusetts)
MS-DOS	Microsoft Disk Operating System (Betriebssystem für Personal Computer)
Multics	Multiplexed Information and Computing Service (timesharingfähiges Betriebssystem für Großrechner und Minicomputer)

NASA	National Aeronautics and Space Administration (US-Luft- und Raumfahrtbehörde)
NCP	Network Control Program (Vorgänger von TCP/IP)
NDRC	National Defense Research Committee (US-amerikanische Organisations zur Forschungs koordinierung im 2. Weltkrieg, 1941 ersetzt durch das OSRD)
NPL	National Physical Laboratory (britisches Institut zur Standardfestsetzung im Bereich Physik und Technik; vergleichbar mit der deutschen Physikalisch-Technischen Bundesanstalt)
NSF	National Science Foundation (wichtige US-amerikanische Forschungs- und Bildungseinrichtung)
NWG	Network Working Group (Aus Freiwilligen bestehende Arbeitsgruppe, die die Protokolle des Arpanet festlegte)
OLPC	One Laptop per Child (gemeinnützige Organisation mit dem Ziel der Entwicklung eines kostengünstigen und kindgerechten Laptop-Computers)
OSDL	Open Source Development Labs (gemeinnützige Vereinigung zur Förderung von Linux, 2007 aufgegangen in der Linux Foundation)
OSI	Open Systems Interconnection Model (Schichtenmodell für Netzwerkprotokolle)
OSI	Open Source Initiative (Organisation zur Förderung von freier Software)
OSRD	Office of Scientific Research and Development (US-amerikanische Organisation zur Forschungs koordinierung im 2. Weltkrieg, 1947 aufgelöst; siehe auch NDRC)
OS	Operating System (Betriebssystem)
PARC	Xerox Palo Alto Research Center (Forschungsunternehmen, aus dem viele Errungenschaften moderner Computertechnologie hervorgingen)
PC-DOS	IBMs Vermarktungsname für MS-DOS
PCC	People's Computer Company (Infobrief der frühen Hardwarehacker)
PDP	Programmed Data Processor (mehrere Rechnerfamilien der Firma DEC)
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor (Programmiersprache)

PRNET	Packet Radio Network (funkbasiertes Forschungsnetzwerk der DARPA)
PT-DOS	Processor Technology Disk Operating System (unixoides Betriebssystem für Personal Computer)
PTO	Patent and Trademark Office (US-amerikanisches Patentamt)
PVÜ	Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutze des gewerblichen Eigentums (einer der ersten internationalen Verträge auf dem Gebiet des gewerblichen Rechtsschutzes)
RAND	Research And Development (»Think-tank« zur Beratung des US-Militärs auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung)
RBÜ	Revidierte Berner Übereinkunft (multinationaler Vertrag auf dem Gebiet des Urheberrechts)
RDF	Ressource Description Framework (formale Sprache zur Breitstellung von Metadaten im WorldWideWeb)
RFC	Request for Comments (Internetstandards)
ROM	Read Only Memory (Nur-Lese-Speicher)
RTN	Rekursives Transitionsnetzwerk (schematische Darstellungsform der Graphentheorie zur Beschreibung eines Algorithmus; siehe auch ATN)
SAGE	Semi-Automatic Ground Environment (nordamerikanisches, computergestütztes Luftverteidigungssystem)
SAIL	Stanford AI Lab (Forschungslaboratorium für künstliche Intelligenz; gegründet von John McCarthy)
SCP-DOS	Seattle Computer Products Disk Operating System (Betriebssystem für Personal Computer)
SCO	Santa Cruz Operation (Unix-Hersteller)
SLS	Softlanding System (Linux-Distribution)
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol (Internetprotokoll für die Zustellung von E-Mail)
SPAN	Space Physics Analysis Network (NASA-eigenes Computernetzwerk)
SRI	Stanford Research Institute (naturwissenschaftlich orientiertes Forschungsinstitut nahe der Stanford Universität)

SUN	Stanford University Network (Unix- und Hardwarehersteller, später Sun Microsystems)
TCP	Transmission Control Protocol (grundlegendes Internetprotokoll)
TECO	Tape/Text Editor and Corrector (Texteditor für DEC-PDP-Computer)
TMRC	Tech Model Railroad Club (studentischer Modelleisenbahnclub im MIT; gilt als Wiege der Hackerkultur)
TRIPS	Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights (internationale Vereinbarung auf dem Gebiet der Immaterialgüterrechte; Anhang des GATT-Vertrags)
TX-0	Test Experimental Computer Model 0 (Minicomputer der 1950er Jahre)
TX-2	Test Experimental Computer Model 2 (Minicomputer der 1950er Jahre)
UCC	Universal Copyright Convention (Welturheberrechtsabkommen)
UCLA	University of California, Los Angeles
UCSB	University of California, Santa Barbara
UCSD	University of California, San Diego
UDI	Universal Document Identifier (von Tim Berners-Lee ursprünglich vorgeschlagene Name für einen Bezeichner zur Identifikation und Lokalisierung von Ressourcen im Netzwerk; siehe auch URL)
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Weltkulturorganisation der UNO)
UNIVAC	Universal Automatic Calculator (früher kommerzieller Computer)
UNO	United Nations Organization (Vereinte Nationen)
URL	Uniform Resource Locator (Bezeichner zur Identifikation und Lokalisierung von Ressourcen im Netzwerk)
USL	Unix System Laboratories (Unix-Entwicklungsabteilung von A.T. & T.; 1992 von Novell übernommen)
UrhG	Urheberrechtsgesetz

VMS	Virtual Memory System (Betriebssystem für Großrechner und Workstations)
WASG	Wahlalternative Arbeit und Soziale Gerechtigkeit (deutsche politische Partei, aufgegangen in »Die Linke«)
WCT	WIPO Copyright Treaty (1996 verabschiedetes Sonderabkommen der WIPO über die Anpassung der nationalen Urheberrechtsgesetze an das digitale Zeitalter)
WIPO	World Intellectual Property Organization (Weltorganisation für geistiges Eigentum; gegründet 1967, seit 1974 unter dem Dach der Vereinten Nationen)
WLAN	Wireless Local Area Network (funkbasiertes lokales Netzwerk)
WPPT	WIPO Performances and Phonograms Treaty (siehe WCT, hier für öffentliche Darbietungen und Tonträger)
WTO	World Trade Organization (Welthandelsorganisation)

EINLEITUNG

Die Inwertsetzung und Proprietarisierung von Wissen im Zuge der Transformation der Industrie- in eine Wissensgesellschaft treibt die Enteignung der Produzenten vom Produktionswissen auf die Spitze. Dieser Prozeß bringt notwendig eine Zerstörung gewachsener Vergesellschaftungsformen mit sich. Damit bedroht er das Fundament der demokratischen Gesellschaftsordnung. Zugleich kommt es jedoch zu einer Rebellion der Produktions- gegen die Zirkulationssphäre: Neue, explizit nicht warenförmige Produktionsformen entstehen, die das Wissen um den Produktionsprozeß allgemein verfügbar machen.

Im Herzen der warenförmig betriebenen, auf der Akkumulation von Kapital beruhenden Produktionsweise entstehen die »anarcho-kommunistischen Gemeinschaften« der freien Software¹, deren Produkte prinzipiell jedem zur Verfügung stehen, von jedem angepaßt und verändert werden können – und das Rückgrat moderner Informations- und Kommunikationstechnologien wie dem Internet darstellen. Die freie Software erscheint als das Unabgegoltene der Wissensgesellschaft, insofern sie das für die Produktion wissenschaftlichen Wissens grundlegende Prinzip des freien Austauschs auf die Güterproduktion ausdehnt. Ihre Geschichte und die gesellschaftsverändernden Kräfte, die von ihr ausgehen und durch die sie zugleich bedingt ist, sind das Thema dieser Arbeit, dem ich in elf Kapiteln, verteilt auf drei Teile, nachgehe.

Grundlage der Computertechnologie und damit auch der freien Software ist die Algorithmisierung der Produktion im Maschinenwesen, dessen logische Vollendung in der universellen Maschine und der Tendenz zur vollständigen Automation der Produktion liegt. Im Moment, da die lebendige Arbeit durch die tote vollständig ersetzt wird, ist das Kapital geschichtlich bei sich selbst angelangt und nicht mehr auf den Menschen angewiesen. Es scheint nur zwei Alternativen zu geben: Entweder wird der Mensch durch die Maschine ersetzt oder er wird zum unmittelbaren Gegenstand sich selbst verwertenden Werts und selbst zur Maschine: Menschmaschine und Maschinenmensch. In den Labors für Künstliche Intelligenz wird denn auch seit Mitte der 1950er Jahre an der vollständigen Ersetzung des Menschen durch die Maschine gearbeitet. Ausgerechnet an diesem Ort, in den Laboratorien der Artifizialen Intelligenz (AI), entsteht in den 1960er Jahren mit der *Hackerkultur* eine Bewegung, die die Maschine in einem kreativen Aneignungsprozeß wieder dem Menschen übereignet und aus der in den 1980er und 1990er Jahren die freie Software hervorgeht: wahrlich ein Treppenwitz der Geschichte. Dies ist das Thema des einführenden *ersten Teils* dieser Arbeit.

¹ Vgl. Richard Barbrook, »Die heiligen Narren. Deleuze, Guattari und die High-tech Geschenksökonomie«. Kap. »Die Hi-tech Geschenksökonomie«. In: *telepolis* (22. Dez. 1998). URL: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/6/6344/7.html> (besucht am 10. 08. 2010).

Der *zweite Teil* beschäftigt sich mit der *politischen Ökonomie freier Software*. Hier gehe ich der Entwicklung des modernen Eigentumsbegriffs nach und verfolge die Brüche, die durch die Transformation des auf industrieller Produktion beruhenden Kapitalismus in eine wissensbasierte Netzwerkökonomie aufgeworfen werden. Wenn wissenschaftliche Erkenntnis zur ersten Produktivkraft wird, führt dies zu einem Widerspruch zwischen der Produktions- und der Zirkulationssphäre, der die demokratische Struktur der Gesellschaft bedroht. Freie Software, so zeigt sich, ist die adäquate demokratische Reaktion auf die veränderten Produktionsbedingungen; sie transzendiert diese im Hinblick auf eine freie Gesellschaft. Im Anschluß an Crawford B. Macpherson und Jeremy Rifkin läßt sich ein *politischer Imperativ für die Wissensgesellschaft* formulieren. Programmieren enthüllt sich als spezifische Form der Literalität, freie Software als Zufuhr von Bildungselementen für eine demokratische Gesellschaft.

Der *dritte Teil* schließlich zeichnet die geistesgeschichtliche Entwicklung des abendländischen Denkens und seiner Praxis in *Wissenschaft und Technik* und ihre Verstrickung in Identitätslogik nach. Die Entwicklung der modernen Naturwissenschaft ist untrennbar mit der Entwicklung der modernen Technik verbunden – Technik kann ebenso als Anwendung von Naturwissenschaft betrachtet werden wie Naturwissenschaft als Anwendung von Technik. Wesentliches Movens der Technikentwicklung ist freilich die Entwicklung der großen Industrie und die Maschinisierung der Produktion. Und mit der Maschine teilt die Naturwissenschaft die Vision des sich-selbst-genügenden Geistes, der aus rein analytischem, logischem Denken sich selbst und die Welt zu schaffen vermag. Freie Software und die mit ihr verbundene Hackerkultur hebt den in der Entwicklung modernen naturwissenschaftlichen Denkens verschütteten utopischen Rest auf und stellt ein Moment des Denkens des Nichtidentischen dar. So entläßt die Hackerkultur den Menschen mit seiner Schöpfung, der Maschine, in die Freiheit – eingedenk des Menschen im Automaten.

DIE WISSENSGESELLSCHAFT UND DER KAMPF UMS »GEISTIGE EIGENTUM«

Den zu schildernden Prozessen liegt die Transformation der Industrie in eine Wissensgesellschaft zugrunde. Ich möchte im folgenden daher zunächst die steigende Bedeutung immaterieller Güter im auf Kapitalakkumulation beruhenden Produktionsregime kurz schildern, bevor ich cursorisch das Phänomen freier Software und ihre Rolle in einer wissensbasierten Ökonomie darlege.

Die US-Copyright-Industrie erwirtschaftete 2007 in ihrem Kernbereich (hauptsächlich Unterhaltungsindustrie) mehr als 889 Milliarden US-Dollar oder 6,44 % des amerikanischen Bruttoinlandsprodukts; zählt man den erweiterten Bereich hinzu, also Kommunikationstechnik, Patentlizenzierung etc., sind es 1,53 Billionen US-Dollar oder 11,05 % des BIP. Dabei wächst dieser Wirtschaftsbereich überproportional, knapp dreimal

so stark wie die ganze Wirtschaft. Allein der Kernbereich der Copyright-Industrie erzielte dabei Exporterlöse von über 125 Milliarden US-Dollar und ist damit der größte Exportsektor der US-Wirtschaft. Es folgten der chemische Sektor, der Waren für knapp 122 Milliarden US-Dollar exportierte, die Flugzeugindustrie (96 Milliarden US-Dollar), die Autoindustrie (57 Milliarden), die Nahrungsmittelindustrie (48 Milliarden) sowie der medizinische und pharmazeutische Sektor (29 Milliarden).²

Der Wirtschaftszweig der Copyright-Industrie ist durch die prinzipielle Vervielfältigbarkeit seiner Güter zum Nulltarif stark bedroht. Grundsätzlich stehen im Bereich immaterieller Produktion relativ hohen Kosten für die Urkopie (die sogenannten *First Copy Costs*) nur geringe Vervielfältigungskosten gegenüber. Gelegentlich wird in diesem Zusammenhang auch von einer *Blaupausen-Industrie* gesprochen. Die Reaktion des Kapitals besteht in der künstlichen Verknappung bzw. der Proprietarisierung³ der an sich universellen Wissensgüter. Traditionell sind etwa künstlerische geistige Erzeugnisse durch das Urheberrecht bzw., in angloamerikanischer Tradition, durch das Copyright geschützt. Während das kontinentaleuropäische Urheberrecht eher ein Schutzrecht der Autoren ist (und auf der metaphysischen Konstruktion einer untrennbaren geistigen Verbindung zwischen Autor und Werk basiert und somit im Persönlichkeitsrecht verwurzelt ist), ist das Copyright eher ein Verwertungsrecht der Verlage. Gegenwärtig ist eine starke Ausweitung der geistigen Schutzrechte zu beobachten, die insbesondere mit einer faktischen Überführung des Urheberrechts in das Copyrightregime einhergeht. Dies geschieht vorrangig durch internationale Verträge und Vereinbarungen. Das Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS)⁴ von 1996 stellt etwa einen sehr mächtigen Hebel dar, mit ihm werden die eigentlichen Urheberrechte zugunsten der Verwertungsrechte faktisch abgeschafft. Das TRIPS-Abkommen regelt nicht nur das Urheberrecht, sondern zudem die Bereiche »Warenzeichen«, »Geographische Benennungen« und »Patente«. Es ist ein Anhang zum GATT-Vertrag und für alle Unterzeichner verbindlich, zudem ist seine Nicht-Umsetzung sanktionierbar durch die Welthandelsorganisation WTO. Ein Land, das sich ihm zu entziehen sucht, ist praktisch isoliert und vom Welthandel ausgeschlossen.⁵

2 Stephen E. Siwek, *Copyright Industries in the U.S. Economy. The 2003–2007 Report*. Tech. rep. IIPA, June 2009. URL: <http://www.iipa.com/pdf/IIPASiwekReport2003-2007.pdf> (besucht am 15. 08. 2010).

3 »Proprietär« stammt vom lateinischen *proprietas* ab, das »Eigentümlichkeit« oder auch »Eigentum« bedeutet. »Proprietarisierung« bezeichnet einen Prozeß der Umwandlung von Gemein- in Privateigentum. Synonym wird in der Informationswissenschaft oftmals der Begriff »Kommodifizierung« verwendet, der in den Sozialwissenschaften ursprünglich die mit dem Wandel eines lokalen Marktes in eine entbettete Marktgesellschaft einhergehende Transformation von Boden, Arbeit und Geldmittel zu bloßen Agentien kapitalistischer Akkumulation bezeichnete. Ich verwende in dieser Arbeit den Begriff »Proprietarisierung«, um den neuartigen Charakter der Transformation von *Wissen in Eigentum* zu betonen, der sich fundamental von der Einhegung der Produktionsfaktoren im Zuge der sogenannten ursprünglichen Akkumulation unterscheidet.

4 URL: http://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/27-trips_01_e.htm.

5 Zu der Diskussion um Urheberrecht und Copyright sowie um das TRIPS-Abkommen siehe unten, Kapitel 3.1, S. 155 ff.

Das Augenmerk, das auf die immateriellen Schutzrechte gelegt wird, wird noch verständlicher, wenn wir uns der »traditionellen« Industrie zuwenden. Auch in diesem Bereich wird »geistiges Eigentum« zur treibenden Kraft, während das traditionelle Eigentum an Sachkapital immer mehr an den Rand gedrängt wird. Folgt man Autoren wie Jeremy Rifkin, wird letzteres sukzessiv durch Konzepte und Know-How ersetzt. Firmen wie Cisco, Hewlett Packard, IBM und Apple verfügen gar nicht mehr über größere Fertigungskapazitäten, sondern sie lassen nur noch produzieren. Ebenso etwa Nike: obwohl die Firma als Sportartikelhersteller gilt, ist sie es strenggenommen gar nicht mehr, sondern nur noch ein »Forschungs- und Entwicklungsbüro mit ausgeklügeltem Marketingkonzept und Verteilungsmechanismus«⁶. Nike besitzt weder Fabriken und Maschinen noch Immobilien in nennenswertem Umfang. Produziert wird durch sogenannte »Produktionspartner« in Asien; ebenfalls sind die meisten Werbe- und Marketingaktivitäten ausgelagert.⁷

Zugleich findet eine Proprietarisierung der »Innenräume« von Menschen, Tieren und Pflanzen statt.⁸ Die genetische Ausstattung von Pflanzen, Tieren und Menschen stellt eine natürliche Ressource dar, die von der *Life Sciences Industrie* gleich Bodenschätzen erobert und in Besitz genommen wird. Wurde früher eine neue Substanz entdeckt, konnten die Verfahren zur Gewinnung und Reinigung dieser Substanz patentiert werden – nicht dagegen die Substanz selbst. Erfindungen galten als patentfähig, Entdeckungen hingegen nicht. In dieser Trennung spiegelt sich die Differenz zwischen Technik und Wissenschaft wider. Seit den 1980er Jahren wird jedoch die Möglichkeit der Patentierung von belebter Natur forciert. Dem Genom kommen denn auch beide Eigenschaften zu: es ist sowohl Natur, die entdeckt wird, wie unmittelbares Vehikel zur Veränderung der Naturprozesse und damit Technik. 1998 wurde die EU-Richtlinie zum »Schutz biotechnologischer Erfindungen« beschlossen, die den Mitgliedsstaaten vorschreibt, die Patentierbarkeit von Leben zuzulassen.⁹

Doch was bedeutet diese Proprietarisierung der Innenräume mensch-

6 Jeremy Rifkin, *Access. Das Verschwinden des Eigentums*. 2. Aufl. Frankfurt am Main und New York: Campus, 2000, S. 66.

7 Auslagerung ist freilich auch ein effektives Mittel, um Arbeiterrechte zu beschneiden und gegen gewerkschaftliche Organisierung vorzugehen. Tarifvereinbarungen können umgangen werden, und im Falle einer Auslagerung nach Übersee oftmals selbst Arbeitsschutzbestimmungen. Die fürchterlichen Zustände in Nikes »Sweatshops« – bei massenhaftem Vorkommen von sexueller Belästigung Minderjähriger, Hungerlöhnen und der Absenz jeglichen Arbeits- und Gesundheitsschutzes noch von Arbeits»bedingungen« zu sprechen, wäre euphemistisch – sind hinlänglich bekannt. Vgl. Klaus Werner und Hans Weiss, *Das neue Schwarzbuch Markenfirmen. Die Machenschaften der Weltkonzerne*. Wien: Deuticke, 2003, S. 342 ff.

8 Vgl. zum folgenden Vandana Shiva, *Biopiraterie. Kolonialismus im 21. Jahrhundert*. Münster: Unrast, 2002.

9 Richtlinie 98/44/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 6. Juli 1998 über den Schutz biotechnologischer Erfindungen. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriSrv/LexUriServ.do?uri=CELEX:31998L0044:DE:HTML>. – In den USA wurde 1980 nach einem Patentantrag von General Electric auf einen gentechnisch veränderten Organismus durch ein Urteil des Obersten Gerichtshofs der grundsätzlichen Patentierbarkeit von Leben der Weg geebnet. 1987 erlaubte die Patentbehörde PTO die Patentierung

lichen, tierischen und pflanzlichen Lebens? Eindringlich läßt sich das an der Frage aufzeigen, wem die Nachkommen eines Tieres oder einer Pflanze gehören. Die naheliegende und bis vor wenigen Jahren gültige Antwort: dem Bauern, ist mittlerweile überholt. In den USA gehören dem Anbieter von patentierten Tieren sämtliche Nachkommen mit diesem Genom; in Europa, wo komplette Lebewesen nicht patentiert werden können, wohl aber einzelne Gene, führt dies faktisch auch dazu, daß die Nachkommen dieser Tiere als geistiges Eigentum des Patentinhabers betrachtet werden. Bei jeder Geburt werden Lizenzgebühren fällig.¹⁰

Ich möchte die Proprietarisierung des Lebens kurz an zwei Beispielen illustrieren.

Traurige Berühmtheit erlangt hat der Fall des kanadischen Farmerehepaars Percy und Louise Schmeiser (die im Jahr 2007 den alternativen Nobelpreis für ihren Widerstand erhalten haben): Der Gensaatgutkonzern Monsanto beschuldigte 1998 das Landwirtepaar, unberechtigt eine genmanipulierte Monsanto-Rapssorte, die gegen das Herbizid »Roundup« resistent ist, angebaut zu haben. Ein Teil von Schmeisers Getreide war durch genmanipulierten Samen von Nachbarfeldern anderer Bauern verunreinigt worden. Schmeisers wurden 2001 in erster Instanz zur Zahlung des Gewinns ihrer ganzen Ernte aus dem entsprechenden Feld (ca. 10 000 Dollar) verurteilt; Monsanto habe, so das Gericht, auch dann Kontrollrechte an »seinem« Raps, wenn dieser durch Windverwehungen und gegen den Willen der Farmer auf das Feld gekommen sei. Die 2004 gefallene höchstrichterliche Entscheidung hob zwar die Lizenzzahlung und den Strafschadensersatz auf, bestätigte jedoch das Eigentumsrecht von Monsanto auch am verunreinigten Samen.¹¹ Schmeisers ist ihr Saatgut also faktisch enteignet worden.

Die Enteignung findet aber bereits auf noch grundlegenderer Ebene statt. Die Saatgutfirmen greifen in der Regel auf bereits gezüchtete Pflanzensorten zurück, ohne dabei Gebühren zu zahlen. Diese werden dann gentechnisch verändert oder auch nur in ihrer Wirkweise beschrieben und patentiert und somit eingeehgt. Für diese Praxis ist der Begriff *Bio-piraterie* geprägt worden, sie wird von den Betroffenen vor allem im globalen Süden als neokolonialistische Praxis begriffen. Ein berühmtes Beispiel ist der Niem-Baum. Niem-Produkte wirken antibakteriell und antiviral und werden als Pestizid, Fungizid und Dünger eingesetzt. In Indien, der Heimat des Baums, werden seit Menschengedenken ayurvedische Heilmittel und Biopestizide aus ihm gewonnen. In Jahrtausenden haben die Menschen sich Wissen um Gewinnung und Anwendung seiner Wirkstoffe angeeignet. Seit 1985 wurden nun von amerikanischen, europäischen und japanischen Firmen mehr als 90 Patente auf Wirkeigenschaften und Extraktionsverfahren angemeldet. Indischen Firmen

von Genen, Chromosomen, Zellen und Gewebe, 1997 auch die Patentierung von bloßen Teilsequenzen der DNS.

¹⁰ Vgl. Rifkin (s. Anm. 6), S. 94.

¹¹ Vgl. Sebastian Bödeker, Oliver Moldenhauer und Benedikt Rubbel, *Wissensallmende. Gegen die Privatisierung des Wissens der Welt durch »geistige Eigentumsrechte«*. Hamburg: VSA, o. J. (2005), S. 24–26.

ist es jetzt nicht mehr möglich, Niem-Produkte nach Europa und in die USA zu exportieren; die Pflanze, die in umfassenden Sinne Kulturpflanze gewesen ist, ist nun Eigentum einzelner multinationaler Konzerne, die Kultur der Menschen enteignet.¹²

Verschiedene marxistische Autoren sprechen im Zusammenhang dieser »Enteignungsökonomie« denn auch von einem »Andauern der ursprünglichen Akkumulation«. Die ursprüngliche Akkumulation wird nicht als historische Phase, sondern als permanenter Charakterzug des Kapitals begriffen.¹³

Auch im Softwarebereich finden entsprechende Enteignungsprozesse statt. So wurde das in den Bell Labs von A.T. & T. Anfang der 1970er Jahre entstandene experimentelle Betriebssystem *Unix* zunächst großzügig Universitäten zur Verfügung gestellt, die es als Forschungs- und Lehrbetriebssystem einsetzten und maßgeblich weiterentwickelten. Zu Beginn der 1980er Jahre entschloß sich A.T. & T. jedoch, das System zu verkaufen; *Unix* wurde proprietarisiert. Fortan wurde eine 100 000 US-Dollar teure

¹² Vgl. Bödeker, Moldenhauer und Rubbel (s. Anm. 11), S. 32 f.

¹³ Vgl. Christian Zeller (Hrsg.), *Die globale Enteignungsökonomie*. Münster: Westfälisches Dampfboot, 2004; Ulrich Brand und Christoph Görg, *Postfordistische Naturverhältnisse. Konflikte um genetische Ressourcen und die Internationalisierung des Staates*. Mit Beiträgen von Karin Blank, Joachim Hirsch und Markus Wissen. Münster: Westfälisches Dampfboot, 2003. – Bereits Rosa Luxemburg ging bekanntlich davon aus, daß das Kapital der Integration immer neuer, noch nicht kapitalisierter Bereiche bedarf, um zu funktionieren. Vgl. Rosa Luxemburg, *Die Akkumulation des Kapitals. Ein Beitrag zur ökonomischen Erklärung des Imperialismus* (1913). In: Dies., *Werke*. Bd. 5. Berlin (Ost): Dietz, 1960, S. 5–411. Ähnlich Ernest Mandel, *Der Spätkapitalismus*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1972, S. 42, der jedoch Luxemburgs Theorie von der notwendigen Existenz nicht-kapitalisierter Bereiche ablehnt: »Ursprüngliche Akkumulation des Kapitals und Akkumulation des Kapitals durch Mehrwertproduktion sind nämlich nicht nur *aufeinander folgende* Phasen der Wirtschaftsgeschichte, sondern auch *gleichzeitige* Wirtschaftsprozesse. In der ganzen Geschichte des Kapitals bis zum heutigen Tag spielen sich laufend Prozesse der ursprünglichen Kapitalakkumulation ab – neben der vorherrschenden Kapitalakkumulation durch Wertschöpfung im Produktionsprozeß. Bauern, Händler, Handwerker, manchmal sogar Angestellte, Beamte und hochqualifizierte Arbeiter versuchen, Kleinunternehmer zu werden, die selbst Arbeitskraft ausbeuten, indem sie sich auf irgendeinem Weg (außergewöhnliche Konsumeinschränkung; Wucher; Diebstahl; Betrug; Erbschaft; Lotteriegewinn usw.) ein Anfangskapital ergattern.« Freilich beschreibt Mandel letztlich individuelle Aneignungsprozesse. Der Marxsche Begriff der ursprünglichen Akkumulation ist jedoch umfassender, da er mit der Produktion einer Klasse von Eigentümern zugleich die Produktion einer Klasse von Nichteigentümern mit einschließt. – Auch Oskar Negt und Alexander Kluge weisen darauf hin, daß die Trennung des Produzenten von seinen Arbeitsmitteln keineswegs ein abgeschlossener Prozeß ist. In ihrem 1981 erschienenen Werk *Geschichte und Eigensinn*, in dem sie den Akt der ursprünglichen Akkumulation für Deutschland nachzeichnen, postulieren sie eine *Permanenz der ursprünglichen Akkumulation*. Nicht nur die stete Integration neuer gesellschaftlicher Bereiche unter die Prinzipien kapitalistischer Formen der Vergesellschaftung, auch schon die Anpassung und Verinnerlichung von Arbeitsvermögen durch sich wandelnde Erfordernisse des Produktionsprozesses bewirke unter kapitalistischem Vorzeichen eine »*Auflösung der ursprünglichen Einheit* zwischen dem Arbeitenden und seinen Produktionsmitteln«. (Karl Marx, *Lohn, Preis, Profit*. MEW Bd. 16. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 101–152, S. 131; vgl. Oskar Negt und Alexander Kluge, *Geschichte und Eigensinn*. Frankfurt am Main: Zweitausendeins, 1981, S. 28 ff., 542 ff.) Der Raubritterkapitalismus, die Enteignung des kollektiven Eigentums wird identifizierbar auch als Akt der »ursprünglichen Akkumulation des geistigen Kapitals«.

Sourcecode-Lizenz benötigt, um den selbstgeschriebenen Code benutzen zu können, was für viele kleinere Universitäten und Institute unbezahlbar wurde. Auch konnte Unix nicht mehr als Lehrbetriebssystem eingesetzt werden.

Gegen die Transformation des industriellen in einen »Wissenskaptalismus« regt sich freilich auch Widerstand. Im mexikanischen Bundesstaat Chiapas etwa, in dem rund 20 Prozent der 22 000 in Mexiko vorkommenden Pflanzenarten beheimatet sind, sollte Ende der 1990er Jahre eine private Gendatenbank erstellt werden. Das Projekt scheiterte jedoch am Widerstand der indigenen Bevölkerung und der Dachorganisation der indigenen Heiler und Hebammen in Chiapas.¹⁴

Während so relevante Widerstandsformen ausgerechnet an der Peripherie in bäuerlich-agrarisch strukturierten Gesellschaften entwickelt werden, entsteht gleichzeitig im Zentrum der westlichen Welt eine Bewegung, die mit dem Prinzip der Kapitalakkumulation radikal bricht: die anarcho-kommunistischen Gemeinschaften der Freie-Softwarebewegung.¹⁵ Wissen wird von ihnen nicht als Ware begriffen, sondern als Gut, das allen Menschen frei zur Verfügung stehen sollte.

FREIE SOFTWARE: EINE BESCHREIBENDE ANNÄHERUNG

Vorausgesetzt zum Verständnis dieser Arbeit ist freilich die zumindest oberflächliche Kenntnis mit freier Software. Daher stelle ich im folgenden das Phänomen der freien Software in den für meine Arbeit wichtigen Aspekten dar. Im vorherrschenden öffentlichen und akademischen Diskurs werden in erster Linie Fragen wie fortschreitende Marktdurchsetzung, Benutzerakzeptanz, vorgebliche Usabilityprobleme, Börsenkurse von Unternehmen, deren Geschäftsmodell maßgeblich auf freier Software beruht, etc. pp. diskutiert. Dieses betrachte ich nur insoweit, wie es zur Illustration meines vorrangigen Themas dient: den gesellschaftspolitischen Implikationen. Im Rahmen dieser Einleitung gebe ich eine Einführung in die Funktionsweise freier Software, die hier in ihrer bloßen Faktizität, also noch nicht kritisch, beschrieben wird. Diese Darstellung erhebt weder Anspruch auf Vollständigkeit noch darauf, auf Höhe der wissenschaftlichen Debatte zu stehen; hier sei auf die entsprechende Literatur verwiesen.¹⁶ Die kritische Auseinandersetzung folgt in Kapitel 2, in dem

¹⁴ Vgl. Klaus Pedersen, »Widerstand gegen Biopiraterie. Indigene HeilerInnen und Hebammen in Chiapas wehren sich gegen die kommerzielle Ausbeutung ihres traditionellen Wissens«. In: *Zeitschrift der Informationsstelle Lateinamerika* 263 (März 2003), S. 6–8; Joscha Wullweber, »Marktinteressen und Biopiraterie. Auseinandersetzungen um das »grüne Gold der Gene««. In: *Wissen und Eigentum. Geschichte, Recht und Ökonomie stoffloser Güter*. Hrsg. von Jeanette Hofmann. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung, 2006, S. 243–262; Brand und Görg (s. Anm. 13), S. 156–213; allgemein zum Kampf der indigenen Bevölkerung in Chiapas Torben Ehlers, *Der Aufstand der Zapatisten. Die »widerspenstige Schnecke« (EZLN) im Spiegel der Bewegungsforschung*. Marburg: Tectum, 2009.

¹⁵ Die Freie-Softwarebewegung entstand nicht zuletzt aufgrund der Proprietarisierung von Unix. Vgl. Kapitel 2.3 auf Seite 106 ff. und 2.3.3 auf Seite 113 ff.

¹⁶ Vgl. vor allem Chris DiBona, Sam Ockman, and Mark Stone (eds.), *Open Sources. Voices from the Open Source Revolution*. Sebastopol, Ca.: O'Reilly, 1999; Volker Grassmuck,

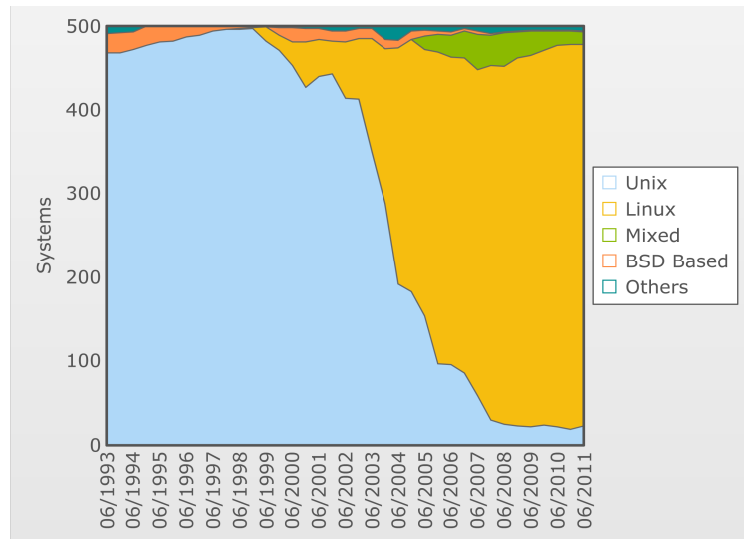


Abbildung 1: Betriebssysteme auf Supercomputern (1993–2011), nach <http://www.top500.org/overtime/list/38/osfam>.

ich die Geschichte freier Software untersuche, sowie in den Kapiteln des zweiten Teils, die ihre politische Ökonomie diskutieren.

Freie Software ist Software, deren Quellcode¹⁷ frei zugänglich ist, und die von ihren Benutzern beliebig benutzt, kopiert, studiert, verändert und – in originaler oder geänderter Form – weiterverteilt werden kann. Den Gegensatz zu freier stellt proprietäre Software dar, die ihren Nutzern diese Freiheiten nicht oder nur teilweise gewährt.

Der Erfolg freier Software ist untrennbar mit dem Betriebssystem *Linux* verbunden. Obwohl weder das einzige noch das erste freie Betriebssystem für Mikrocomputer, ist es doch das am weitesten verbreitete; auch dürfte es dasjenige freie Softwareprojekt sein, zu dem die höchste Anzahl von Entwicklern Beiträge geliefert hat. Dabei bezeichnet »Linux« streng genommen nichts anderes als den bloßen Betriebssystemkern – ein Programm, daß die Hardware wie Drucker, Festplatte etc. anspricht, ein Dateisystem bereitstellt, den Speicher verwaltet, Programmen Rechenzeit zuteilt usw.; es enthält noch nicht einmal eine Benutzerschnittstelle. Erst durch das Zusammenspiel mit dem GNU-System wird Linux zum vollwertigen Betriebssystem, das deshalb auch häufig als GNU/Linux bezeichnet wird.¹⁸ Eine entsprechende Softwarezusammenstellung wird Linux-Distribution genannt; häufig, wenn von »Linux« die Rede ist, ist eine solche Distribution gemeint.

Freie Software zwischen Privat- und Gemeineigentum. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung, 2002; Matthias Bärwolff, Robert A. Gehring und Bernd Lutterbeck (Hrsg.), *Open Source Jahrbuch. Zwischen Softwareentwicklung und Gesellschaftsmodell.* (Seit 2007: *Zwischen freier Software und Gesellschaftsmodell.*) Berlin: Lehmanns Media, 2004–2008.

¹⁷ Der Quellcode ist die menschenlesbare Form eines Computerprogramms. Zur Ausführung im Computer muß dieser in Maschinensprache übersetzt werden. Zur detaillierteren Diskussion siehe Fußnote 93 auf Seite 50.

¹⁸ Das GNU-System stellt die wichtigsten Benutzerprogramme – das sogenannte »Userland« – bereit. Siehe auch unten, S. 12 sowie Kapitel 2.6 ab Seite 132.

Im März 1991 begann der junge finnische Informatikstudent Linus Benedict Torvalds, die Fähigkeiten des Intel-80386 Prozessor in seinem neuen PC zu studieren. Im September 1991 war ein kleines funktionsfähiges Betriebssystem entstanden: Linux. Die ersten Versionen stellte er in den Newsgroups des Internets: dem *Usenet*, vor, wo sie regen Zuspruch fanden. Linux wurde auf vielen Rechnern weltweit installiert, an die jeweiligen Verhältnisse angepaßt und weiterentwickelt – es ist *ein Kind des Internets und der egalitären Kommunikation*.

Die Anzahl der Desktop-Benutzer und Server-Installationen ist schwer schätzbar. Auf den meisten verkauften PCs ist Windows vorinstalliert; Linux wird erst nachträglich installiert. Auch die Menge der verkauften Distributionen gibt keinen guten Indikator ab, da Linux keiner restriktiven Lizenz unterliegt und auf beliebig vielen Rechnern installiert werden darf – zudem können die meisten Distributionen frei aus dem Internet geladen werden und werden oft dezentral verteilt. Das gilt grundsätzlich auch für den Serverbereich, doch werden hier häufig Rechner mit vorinstalliertem Linux ausgeliefert. *Gemessen am Umsatz* lag der Marktanteil im vierten Quartal 2009 nach einer Studie der IDC bei 14,7%.¹⁹ Es liegt nachweislich bei den Serverbetriebssystemen auf Platz 2 und ist das am schnellsten wachsende Betriebssystem überhaupt. Bei den Supercomputern ist Linux dominant: Von den 500 schnellsten Rechnern der Welt verwendeten im November 2011 457 Linux, 31 ein anderes Unix und lediglich einer Windows.²⁰ Im Desktopbereich (den privat oder im Büro genutzten Computern) hält Linux immer mehr Einzug. Und bei den sogenannten Smartphones, Mobiltelefonen mit dem Leistungsumfang eines PC, schickt sich Linux an, zum Marktführer zu werden. So ist Googles *Android*-System ein Linux-System, und Nokia arbeitet gemeinsam mit Intel an *MeeGo*, das in näherer Zukunft *Symbian* auf höherpreisigen Smartphones ersetzen soll. (Vgl. Abb. 2 auf der nächsten Seite.) Zugleich soll *Symbian* als freie Software weiterentwickelt werden, der Quellcode der kommenden Version wurde im Februar 2010 unter der *Eclipse Public Licence* freigegeben.²¹

Bekannte Projekte freier Software sind neben Linux etwa die Office-Suite *Open Office/Libre Office* und der Webbrowser *Firefox* (ehemals *Mozilla*). Auch sind die Programme, die das Rückgrat des Internets darstellen, weitgehend freie Software: Das Domain Name System DNS, das die Namensauflösung (etwa `www.uni-hannover.de`) bereitstellt, beruht auf BIND; der Transport und Versand von E-Mail wird fast ausschließlich durch freie Software wie z. B. *Sendmail*, *Postfix* oder *Exim* bewerkstelligt, der Webserver *Apache* hat einen Marktanteil von rund 60 % (Microsofts

19 "Worldwide Server Market Rebounds Sharply in Fourth Quarter as Demand for Blades and x86 Systems Leads the Way". IDC Press Release v. 24. 2. 2010. URL: <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS2224510>.

20 Die fehlenden elf Computer werden in der Statistik unter »mixed« geführt. URL: <http://i.top500.org/stats/list/38/osfam> (besucht am 29. 03. 2012). Vgl. auch Abb. 1 auf der vorherigen Seite.

21 »Symbian Completes Biggest Open Source Migration Project Ever«. Pressemitteilung der Symbian Foundation vom 4. 2. 2010. URL: <http://www.symbian.org/news-and-media/2010/02/04/symbian-completes-biggest-open-source-migration-project-ever> (besucht am 11. 09. 2010).

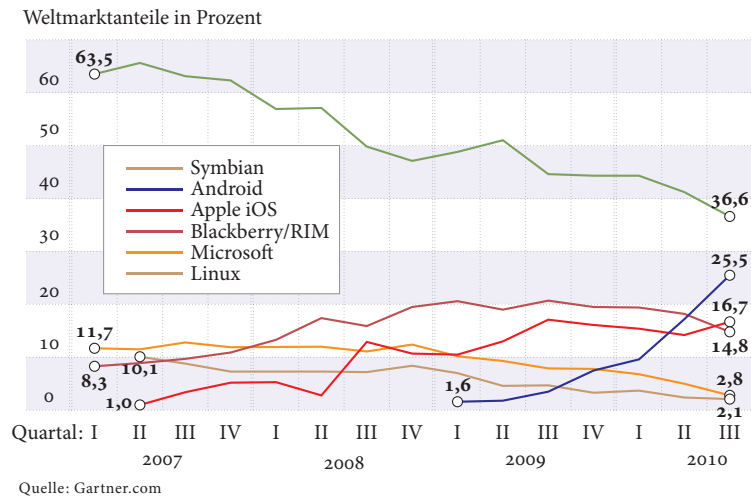


Abbildung 2: Betriebssysteme für Smartphones

proprietärer Webserver IIS hat hingegen nur rund 23 % Marktanteil),²² und praktisch das komplette Usenet läuft mit *Inn*. Die Mehrzahl der Rechner, die zusammen das World Wide Web bilden, verwenden als Betriebssystem Linux oder ein anderes freies Unix²³, und ohne die Skriptsprachen *Perl*, *Python*, *PHP* und *Ruby* wäre das Netz nicht zu dem geworden, was es heute ist.²⁴ Die Suchmaschine *Google* setzt eine Serverfarm aus *Linux-Rechnern* ein, solche Cluster kommen auch immer häufiger in Hollywood-Produktionen zum Einsatz. So war es eine Renderfarm²⁵ von Linux-Rechnern, die den Untergang der *Titanic* auf die Kinoleinwände zauberte; auch in neueren *Star-Wars*-Episoden, im *Herrn der Ringe*, *Harry-Potter*-Filmen und komplett computeranimierten Streifen wie *Shrek*, *Wall-E* oder *Avatar* kamen solche zum Einsatz. *FreeBSD* und der *Mach*-Mikrokern bilden die Grundlage für Apples Betriebssystemfamilie *OS X*. Apples Webbrowser *Safari* basiert auf der HTML-Rendering-Engine des KDE-Desktops, die Apple als *WebKit* abgespalten hat. *WebKit* wiederum stellt die Basis von u. a. Googles freiem Webbrowser *Chrome* dar.²⁶

Freie Software im allgemeinen und Linux im besonderen ist also längst in den kapitalistischen Produktionsprozeß eingeschrieben und dieser auf jene angewiesen. Es stellt sich die Frage, wie dieses »anarchistische«, »kommunistische« Betriebssystem inmitten eines sich seiner Sache in der Geschichte noch nie so sicher glaubenden Kapitalismus und einer sich in

22 Netcraft November 2010 Web Server Survey. URL: <http://news.netcraft.com/archives/2010/11/05/november-2010-web-server-survey.html> (besucht am 20. 01. 2011).

23 Meist FreeBSD, NetBSD oder OpenBSD.

24 Zur Definition von Skriptsprachen siehe Fußnote 93 auf Seite 50.

25 Unter *Rendern* wird der Prozeß verstanden, aus Computerdaten realistische Objekte oder Landschaften zu erzeugen.

26 Strenggenommen ist Chrome keine freie Software. Google gibt jedoch den Quelltext im Rahmen des Chromium-Projekts frei, das die Grundlage für Chrome bildet und dort lediglich um wenige Funktionen und markenspezifische Grafiken (»Branding«) ergänzt wird.

Auflösung befindenden Arbeiterbewegung es schafft, die Verkörperung eben dieses prosperierenden Kapitalismus, Microsoft, unter Druck zu setzen und mit Siebenmeilenstiefeln zur »World Domination« zu schreiten, die Linus Torvalds nicht ohne Ironie (und eben mit Blick auf Microsoft) als Ziel proklamiert hat.²⁷

Seit Veröffentlichung der ersten Quelltexte 1991 im *Usenet* haben Tausende von Entwicklern, über das Internet miteinander verbunden, an diesem Projekt mitgewirkt: Haben es verbessert, an ihre Hardware angepaßt, neue Funktionen hinzugefügt oder auch einfach nur Fehlerberichte geschrieben.²⁸ Das ist das Prinzip freier Software: vorhandene Programme werden den eigenen Bedürfnissen angepaßt und erweitert – andererseits heißt es aber auch: *Contribute nothing, expect nothing*.

Die *Geschichte freier Software* ist zunächst einmal Technikgeschichte. Man kann recht gut ihren Anfang bestimmen; es gibt gewissermaßen ein fixierbares Datum, sofern man sich auf die Beschreibung der Handlungen von Personen bezieht.

Vor Ende der 1970er, Anfang der 1980er Jahre ergab die Unterscheidung zwischen freier und proprietärer Software keinen Sinn. Computerindustrie war Hardwareindustrie, Software wurde kostenlos dazugegeben, war Beiwerk. »Ich denke, es gibt einen Weltmarkt für vielleicht fünf Computer«, soll IBM-Chef Thomas Watson im Jahr 1943 erklärt haben – Computer blieben noch lange Zeit exotisch und existierten nur in den Rechenzentren großer Firmen und Universitäten.²⁹ Es ergab ökonomisch keinen Sinn, Software für diesen Markt zu entwickeln, die nicht entweder unmittelbar an Hardware geknüpft war (Beiwerk) oder im Auftrag geschrieben wurde; im letzteren Fall hätten sich die Auftraggeber kaum mit der Form des »binary only«³⁰ abgefunden.

Doch kam es Mitte der 1970er Jahre zu einem Bruch. Der Verkauf von Computern entwickelte sich zu einem Massenmarkt, für den zu produzieren sich lohnte. Heimcomputer begannen sich ebenso zu verbreiten wie professionelle Workstations, und auch in den Vorstandsetagen der Konzerne wurde eine Entwicklung erkannt, die zuvor nur in der Phantasie der subkulturellen Hacker vorstellbar war: daß einmal auf jedem Schreibtisch

27 Linus Torvalds, "The Linux Edge." In: *Open Sources. Voices from the Open Source Revolution*. Ed. by Chris DiBona, Sam Ockman, and Mark Stone. Sebastopol, Ca.: O'Reilly, 1999, pp. 101–111, S. 101.

28 Allein zwischen 2005 und 2010 haben zu den Linux-Kernel-Releases 2.6.11 bis 2.6.35 6117 Entwickler beigetragen, die bei 659 verschiedenen Firmen beschäftigt waren. (Greg Kroah-Hartman, Jonathan Corbet, and Amanda McPherson, *Linux Kernel Development. How Fast it is Going, Who is Doing It, What They are Doing, and Who is Sponsoring It*. The Linux Foundation, Dec. 2010. URL: http://www.linuxfoundation.org/docs/lf_linux_kernel_development_2010.pdf (besucht am 22. 01. 2011), S. 10.)

29 IBM stieg erst 1953 in das Geschäft mit elektronischen Großrechnern ein. Die IBM-Rechner kopierten im wesentlichen die Konzepte bestehender Rechner wie des UNIVAC (der Nachfolger des ENIAC), doch übertraf die Zahl der verkauften IBM-Rechner bald die der UNIVACs. (Katie Hafner und Matthew Lyon, *ARPAKadabra oder die Geschichte des Internet*. 2. Aufl. Heidelberg: dpunkt, 2000, S. 27 f.)

30 Das heißt, es wäre nur der maschinenlesbare Teil, nicht aber der für Menschen lesbare Quellcode weitergegeben worden. Ohne den Quelltext kann die Software weder erweitert noch verbessert werden.

ein Rechner stehen würde – ein *persönlicher Computer*. Doch in der ökonomischen Vernunft fand die emanzipatorische Vorstellung der Hacker keinen Platz. Der Personal Computer wurde nicht als Werkzeug zur Ermächtigung der Anwender betrachtet, sondern als vielversprechender Markt. Software war nun nicht mehr bloß notwendiges und ungeliebtes Beiwerk zur profitablen Hardware, sondern ein eigenständiges Produkt. Programme wurden immer häufiger »binary only«, ohne Quelltext, verkauft und damit ohne die Möglichkeit, sie zu ändern. Auch durften sie nicht mehr weitergegeben werden, für ihren Einsatz war der Erwerb einer Lizenz erforderlich. Brauchte man Zugriff auf den Quelltext einer Software, mußte ein »Non-Disclosure Agreement«, eine Geheimhaltungsvereinbarung, unterschrieben werden. Im Zuge dieser Entwicklung wurde Software zu einem künstlich verknüpften Gut, das als exklusives Eigentum einzelner begriffen wurde. Sie wurde *proprietarisiert*, ein Prozeß, der von den Beteiligten oftmals schmerzhaft als Enteignung empfunden wurde, zumal er auch in Kooperation mit Benutzergemeinden entwickelte Software betraf. So wurde etwa, wie bereits oben erwähnt, das maßgeblich an den Universitäten mitentwickelte Unix-Betriebssystem von A.T. & T. proprietarisiert und fortan für 100 000 US-Dollar pro Source-Code-Lizenz verkauft.

Es wundert nicht, daß eine Gegenbewegung auf den Plan trat. Einen ihrer engagiertesten Vertreter fand diese in Richard Stallman, der 1983 das GNU-Projekt ins Leben rief, um ein freies, zu Unix kompatibles Betriebssystem zu schaffen, das jedoch nicht die verhängnisvolle Schließung wiederholen sollte: GNU ist ein rekursives Akronym und steht für *GNU's not Unix*. 1985 gründete Stallman die *Free Software Foundation* (FSF), mit dem Ziel, das GNU-Projekt finanziell, personell, technisch und juristisch zu unterstützen.³¹

FREIE SOFTWARE UND »COPYLEFT«

In ihrer Definition freier Software beschreibt die FSF vier Freiheiten, die einer Software zukommen müssen, damit sie als frei gilt:

- ▷ The freedom to run the program, for any purpose (freedom 0).
- ▷ The freedom to study how the program works, and adapt it to your needs (freedom 1). Access to the source code is a precondition for this.
- ▷ The freedom to redistribute copies so you can help your neighbor (freedom 2).
- ▷ The freedom to improve the program, and release your improvements to the public, so that the whole community benefits (freedom 3). Access to the source code is a precondition for this.³²

Dabei ist zu beachten, daß die drei letztgenannten Freiheiten für den lizenznehmenden Benutzer nicht zwingend sind – es besteht keine Ver-

³¹ Die Website der FSF findet sich unter <http://www.fsf.org>.

³² Free Software Foundation, *The Free Software Definition*. URL: <http://www.fsf.org/licensing/essays/free-sw.html> (besucht am 06.02.2006).

pflichtung, ein Programm zu kopieren oder eigene Veränderungen oder Erweiterungen zu veröffentlichen.³³

Insofern Quelloffenheit eine notwendige Bedingung ist, wird freie Software oftmals auch als *Open Source* referenziert. Der Ausdruck wurde von Eric S. Raymond, Bruce Perens und Tim O'Reilly 1998 kurz nach der Entscheidung Netscapes, den Quelltext ihres Webbrowsers *Navigator* freizugeben (hieraus entstand das Mozilla-Projekt) als Marketingbegriff für freie Software geprägt. Der Wirtschaft sollte ein unpolitischerer Begriff präsentiert werden; auch suchte die von Raymond, Perens und O'Reilly gegründete Open Source Initiative (OSI)³⁴ für die Wirtschaft angepaßte Freie-Software-Lizenzen zu schaffen. Die Open-Source-Definition der OSI³⁵ ist weitgehend deckungsgleich mit der Definition freier Software durch die FSF. In dieser Arbeit benutze ich den Ausdruck *freie Software*, der der politischere ist; *Open Source* verwende ich nur, um ausdrücklich die Differenz zwischen beiden Begriffen zu betonen.

Keinesfalls ist freie Software allerdings mit *Freeware* – Software, die verschenkt wird – zu verwechseln. Während freie Software durchaus etwas kosten darf und tatsächlich oftmals verkauft wird, ist Freeware zwar umsonst, in der Regel aber nicht frei: Weder ist ihr Quellcode frei verfügbar, noch darf er modifiziert oder in modifizierter Form weitergegeben werden. In der Regel stellt Freeware daher proprietäre Software dar, die von ihren Produzenten aus den unterschiedlichsten Gründen umsonst abgegeben wird.

Auch fällt freie Software zumeist nicht in die *Public Domain*, stellt also de jure kein Gemeingut dar, aus dem jeder nach Belieben schöpfen kann. Freie Software ist mit Lizenzen verbunden, ihre Autoren beharren auf ihrem Urheberrecht. Doch gestehen sie den Benutzern weitgehende Freiheiten im Umgang mit den Programmen zu; Freiheiten, die in der konsequentesten Freie-Software-Lizenz, der GPL, durch eine Lizenz gesichert werden sollen, für die Don Hopkins Mitte der 1980er Jahre den Ausdruck »Copyleft – all Rights Reversed« prägte³⁶.

Copyleft-Lizenzen stellen sicher, daß dem Benutzer diese Freiheiten gewährt bleiben. Die GNU-Lizenz (GNU General Public License, GPL), deren erste Version 1989 vom Gründer des GNU-Projekts Richard Stallman entwickelt wurde, ist eine solche Copyleft-Lizenz und die am weitesten verbreitete Lizenz für freie Software. Die Website *freshmeat.net*, die freie Softwareprojekte katalogisiert, zählte im Februar 2006 28 539 Projekte (= 66,98 % aller Projekte) unter GPL; es folgte eine weitere GNU-Lizenz, die *Lesser General Public License* (LGPL), die über eine weniger

33 Die »Apple Public Source License«, die eine Pflicht zur Veröffentlichung eigener Erweiterungen enthielt, galt daher der FSF nicht als frei. Apple änderte 2003 in der Version 2.0 ihre Lizenz entsprechend ab, so daß diese jetzt allgemein als freie Lizenz anerkannt wird.

34 <http://www.opensource.org>.

35 http://www.opensource.org/docs/definition_plain.html.

36 Richard M. Stallman, "The GNU Operating System and the Free Software Movement." In: *Open Sources. Voices from the Open Source Revolution*. Ed. by Chris DiBona, Sam Ockman, and Mark Stone. Sebastopol, Ca.: O'Reilly, 1999, pp. 53–70, S. 59. – Nicht alle freien Lizenzen folgen dem Prinzip des Copyleft. Allen gemein ist jedoch, daß sie ihren Benutzern die genannten vier Freiheiten einräumen.

starke Schutzfunktion verfügt und der 2653 Projekte oder 6,23 % unterlagen. Die GPL bestimmt, daß die Weitergabe der Software oder eines von ihr abgeleiteten Werks ebenfalls unter den Bedingungen der GPL erfolgen muß. Zudem muß, wer unter GPL lizenzierte Software verteilt, den Quelltext der Software mitverteilen oder dem Empfänger auf Anfrage zur Verfügung stellen.³⁷ Die vier genannten Freiheiten bleiben so auch für nachfolgende Softwaregenerationen den Benutzern garantiert; eine Firma, die unter GNU-Lizenz entwickelte Software als Basis für eigene Projekte benutzt und weiterverteilt, muß auch ihre Erweiterungen offenlegen. Der Vorwurf, die GPL behindere die Benutzer, indem sie den Einsatz von freier Software in unfreien Projekten verhindere, trifft nicht. Die Bestimmung, daß sämtliche abgeleiteten Werke selbst wieder unter einer freien Lizenz stehen müssen, stellt keine Einschränkung der Benutzerfreiheit dar, sondern verhindert im Gegenteil eine solche: Sie schränkt die Einschränkung ein. Copyleft-Lizenzen wie die GPL konstituieren also einen Bereich der geistigen Allmende in ausdrücklicher Abgrenzung zum exklusiven Privateigentum.

Der an der Columbia Law School in New York lehrende Eben Moglen, *pro bono* Chefsyndikus der FSF, begreift den Entwicklungsprozeß freier Software als anarchistische Produktionsform und als Vorform einer sozialen Revolution: "Our Media Lords are now at handgrips with fate, however much they may feel that the Force is with them. The rules about bitstreams are now of dubious utility for maintaining power by co-opting human creativity. Seen clearly in the light of fact, these Emperors have even fewer clothes than the models they use to grab our eyeballs. Unless supported by user-disabling technology, a culture of pervasive surveillance that permits every reader of every 'property' to be logged and charged, and a smokescreen of droid-breath assuring each and every young person that human creativity would vanish without the benevolent aristocracy of BillG the Creator, Lord Murdoch of Everywhere, the Spielmeister and the Lord High Mouse, their reign is nearly done. But what's at stake is the control of the scarcest resource of all: our attention. Conscripting that makes all the money in the world in the digital economy, and the current lords of the earth will fight for it. Leagued against them are only the anarchists: nobodies, hippies, hobbyists, lovers, and artists. The resulting unequal contest is the great political and legal issue of our time. Aristocracy looks hard to beat, but that's how it looked in

³⁷ Der Lizenztext der im Juni 1991 veröffentlichten Version 2 der GPL findet sich unter <http://www.gnu.org/licenses/gpl-2.0.html>. Am 29. Juni 2007 wurde die Version 3 veröffentlicht, die u. a. nicht mehr auf das amerikanische Rechtssystem fokussiert, sondern einen globalen Anspruch hat. Zudem sucht die aktuelle Version den freien Austausch von Wissen stärker zu schützen, indem sie explizit auf neuere Entwicklungen wie Softwarepatente und digitales Rechtemanagement eingeht. Die GPLv3 findet sich unter <http://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html>, der Entwicklungsprozeß kann unter <http://gp1v3.fsf.org> nachvollzogen werden. Inoffizielle, nicht rechtsverbindliche deutsche Übersetzungen der GNU-Lizenzen finden sich unter <http://www.gnu.de/documents/index.de.html>.

1788 and 1913 too. It is, as Chou En-Lai said about the meaning of the French Revolution, too soon to tell.”³⁸

Die GPL (und mit ihr die anderen Lizenzen freier Software) hat auch in Deutschland Gültigkeit. Die GPL und alle anderen Lizenzen freier Software stellen im Grunde einen Sonderfall einer sogenannten Shrink-Wrap-Lizenz dar. Shrink-Wrap-Lizenzen sind in der Softwarebranche gebräuchliche Lizenzen, die der Verbraucher erst nach dem Kauf zu sehen bekommt – häufig etwa Innenverpackungen, auf denen etwas steht wie: »Mit dem Öffnen dieser Verpackung akzeptieren Sie die folgende Lizenz...«. Obwohl von der bundesdeutschen Rechtsprechung im Gegensatz zur US-amerikanischen dieser Lizenz-Typ in der Regel als für Privatleute rechtlich nicht bindend interpretiert wird, da der Käufer einer Software diese in Unkenntnis der Lizenz erwirbt, gilt diese generelle Unwirksamkeit nicht für die Lizenzen freier Software. Im Gegensatz zu proprietärer Software, die die dem Anwender durch das Urheberrecht zugestandenen Nutzungsarten durch Lizenzen einschränkt, werden diese im Falle freier Software erweitert. Ein Anwender, der von den ihm durch freie Software lizenzrechtlich zugestandenen erweiterten Anwendungsbereich Gebrauch macht, akzeptiert also implizit deren Lizenz. Das Landgericht München hat 2004 die rechtliche Wirksamkeit der GPL in Deutschland in einem Verfahren gegen den Router-Hersteller »Sitecom« bestätigt.³⁹ Geklagt hatte das Projekt *netfilter/iptables*. Sitecom hatte in seinen auch in Deutschland vertriebenen WLAN-Routern die *netfilter/iptables*-Software benutzt, die Bedingungen der GPL jedoch nicht eingehalten.⁴⁰

AUFBAU DER ARBEIT

Nachfolgend möchte ich kurz die Argumentationslinien der vorliegenden Arbeit schildern. Die soeben gegebene Erörterung von freier Software erklärt nur den halben Begriff. Sie erläutert, daß es Software gibt, die frei ist, und worin diese Freiheit besteht. Ungeklärt bleibt dabei freilich,

38 Eben Moglen, “Anarchism Triumphant: Free Software and the Death of Copyright.” In: *First Monday* 4.8 (Aug. 1999). URL: <http://firstmonday.org/htbin/cgiwrap/bin/ojs/index.php/fm/article/view/684/594> (besucht am 06. 08. 2010). Vgl. auch das *dotCommunist Manifesto*, in dem Moglen im Diktus und in teilweise wörtlicher Wiedergabe des *Kommunistischen Manifests* den »Kampf der Kreativen mit den Besitzenden« als Kampf zweier sich antagonistisch gegenüberstehender Klassen darstellt: idem, *The dotCommunist Manifesto*. Jan. 2003. URL: <http://emoglen.law.columbia.edu/publications/dcm.pdf> (besucht am 15. 08. 2010).

39 LG München I, Urteil vom 19. 08. 2004. Az.: 21 o 6123/04. (Open Source – Wirksamkeit der GPL – Unterlassungsansprüche.) URL: http://www.beckmannundnord.de/urteil_gpl.html (besucht am 30. 08. 2010).

40 Im Zuge der Auseinandersetzung des *netfilter/iptables*-Projekts mit Sitecom ist im Januar 2004 das Projekt *gpl-violations* (URL: <http://gpl-violations.org>) entstanden. Das Projekt hat nach eigenen Angaben alleine in der Zeit zwischen Mitte 2004 und Juni 2006 mehr als 100 juristische Verfahren wegen Verstößen gegen die GPL angestrengt, die alle erfolgreich außergerichtlich oder vor Gericht geklärt wurden. Vgl. auch Jürgen Kuri, *GPL-Verletzung bei österreichischer Gesundheitskarte behoben*. 12. 02. 2006. URL: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/69479> (besucht am 12. 02. 2006).

was denn eigentlich *Software* ist – freie Software entpuppt sich in obiger Definition also nur als halb- und damit eigentlich als unbegriffen.

Was aber ist Software? Der Ausdruck, aus dem Englischen wörtlich übersetzt, bedeutet »Weiche Ware«, und die 1986, also wenige Jahre, bevor Mikrocomputer massenhaft in Privathaushalte Einzug erhielten, erschienene 19. Auflage des *Duden* führt sie in einem Paragraphen mit *Soft Drink* (»alkoholfreies Getränk«), *Soft-Eis* (»sahniges Weicheis«), Softie (»ugs. für: Mann von sanftem, zärtlichem Wesen«) und *Soft Rock* (»leisere, melodischere Form der Rockmusik«). Ist Software also die Wohlfühldecke des Computers, melodischere Kuschelware für zarte Kerle, die nichts vertragen? Der *Duden* definiert sie kurz als »die nichtapparativen (›weichen‹) Bestandteile der [Datenverarbeitungs-]Anlage«, ihren Gegensatz bilde die Hardware.

Software, um das Rätsel zu lüften, ist die Beschreibung einer Maschine, mittels der ein Automat in einen zweiten transformiert werden kann. Computer sind universelle Maschinen, die in der Lage sind, Beschreibungen aller erdenklichen Maschinen inklusive ihrer selbst anzunehmen. Um einen historisch-kritischen Begriff von Software zu entwickeln, muß also zuallererst die Entwicklung der Maschine und der großen Industrie untersucht werden. Die Geschichte der Maschinen bildet gleichsam die Vorgeschichte der Software, die ich im ersten Kapitel des *einführenden ersten Teils* schildere. Das zweite Kapitel erörtert dann die Entstehungsgeschichte der freien Software aus der Hackerkultur.

Die Untersuchung, inwieweit freie Software das Unabgegoldene der Wissenschaft darstellt und die Wissens- in Richtung einer freien Gesellschaft transzendiert, erfordert zunächst die Analyse der Funktion freier Software in einer im wesentlichen auf Wissen basierenden Ökonomie. Dies geschieht in den Kapiteln von *Teil 2*.

In einem nächsten Schritt gilt es, die Entwicklung der Wissenschaft selbst zu untersuchen, deren Verstrickung in Identitätslogik und somit in Herrschaft doch, folgt man der gängigen *kritischen sozialwissenschaftlichen* Lehrmeinung, evident zu sein scheint. Der *dritte Teil* nimmt sich dieser Aufgabe an.

Die Entwicklung des Begriffs nachzuzeichnen führt, will man nicht gewaltsam ein philosophisch Erstes postulieren, notwendig zu einer fragmentarischen Darstellung. Der Aufbau dieser Arbeit ist diesem Gedanken geschuldet. Die einzelnen Teile suchen sich auf je spezifische Weise dem Thema zu nähern. Dabei sind sie keineswegs in sich abgeschlossen: Was in der Darstellung notwendig als Nacheinander erfolgt, ist doch in Wirklichkeit ein Nebeneinander bzw. sogar ein Ungetrenntes. Das verweist auf die Differenz zwischen Darstellung und Forschungsprozeß. Die Darstellung kennt das Ergebnis der Analyse bereits und wird daher notwendig bereits Dinge unterstellen, die im Erkenntnisprozeß des Autors doch erst nachgeordnet waren. Vor- und Rückbezüge zwischen den Teilen sind so notwendig; noch nicht Behandeltes fließt in die Begriffsentwicklung ein. Das Schlußkapitel versucht, die Einheit der Bewegung wieder herzustellen.

ZUR VERWENDETEN LITERATUR

Selbstverständlich werden sämtliche verwendeten Quellen im weiteren Verlauf der Arbeit zitiert. Dennoch möchte ich einige, für meine Arbeit besonders relevante Werke bereits hier vorstellen.

Die Geschichte der frühen Hackerbewegung hat Steven Levy, *Hackers. Heroes of the Computer Revolution*⁴¹ aufgeschrieben. Seine Darstellung liegt praktisch allen späteren Schilderungen der Hackerbewegung und ihrer Ethik zugrunde.⁴² Auch Volker Grassmuck, *Freie Software zwischen Privat- und Gemeineigentum*⁴³, der die Linux-Bewegung in den Kontext einer Wissensallmende stellt, greift intensiv auf Levys Buch zurück. Eine Geschichte des Internets liefern Katie Hafner und Matthew Lyon, *ARPAKadabra oder die Geschichte des Internet*;⁴⁴ die der Anfänge der PC-Industrie Paul Freiberger und Michael Swaine, *Fire in the Valley*⁴⁵.

Die Grundlage jeder kritischen Auseinandersetzung mit der Informationstechnik bildet wohl immer noch Joseph Weizenbaums Kritik an der im Computer vergegenständlichten instrumentellen Vernunft der Naturwissenschaft: *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*⁴⁶. Untersuchungen über freie Software aus der Perspektive einer kritischen Theorie der Gesellschaft sind bislang nur wenige erschienen. André Gorz vertritt in seinem 2004 erschienenen Buch *Wissen, Wert und Kapital*⁴⁷ die Auffassung, daß Wissen aufgrund seiner (nicht-)stofflichen Beschaffenheit nicht der Wertform unterliege und keinen Warencharakter habe. Es müsse notwendig die Form eines Allgemeinguts haben, und in einem wissensbasierten Kapitalismus habe es subversiven Charakter: »Daß Wissen zur wichtigsten Produktivkraft geworden ist, hat einen Wandel in Gang gesetzt, der die Gültigkeit der ökonomischen Schlüsselkategorien untergräbt und auf die Notwendigkeit hinweist, eine andere Ökonomie zu gründen.«⁴⁸ Nachdem er den Wandel des Kapitalverhältnisses im digitalen Kapitalismus schildert, beschreibt er die dissidentische Freie-Software-Bewegung und schließt mit der Darstellung der »negativen Utopie« des Kapitals, der totalen Ersetzung des Menschen durch die Maschine in Form von künstlicher Intelligenz und künstlichem Leben.

Das *Projekt Oekonux*⁴⁹ (der Name ist eine Zusammensetzung aus Öko-

41 Steven Levy, *Hackers. Heroes of the Computer Revolution* (1984). London et al.: Penguin Books, 1994.

42 Etwa Boris Gröhndahl, *Hacker*. Hamburg: Europäische Verlagsanstalt und Rotbuch, 2000; Pekka Himanen, *Die Hacker-Ethik und der Geist des Informations-Zeitalters*. Mit einer Einl. von Linus Torvalds. Mit einem Nachw. von Manuel Castells. München: Riemann, 2001.

43 Grassmuck, *Freie Software zwischen Privat- und Gemeineigentum* (s. Anm. 16).

44 Hafner und Lyon (s. Anm. 29).

45 Paul Freiberger and Michael Swaine, *Fire in the Valley. The Making of the Personal Computer*. 2nd ed. New York et al.: McGraw-Hill, 2000.

46 Joseph Weizenbaum, *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977.

47 André Gorz, *Wissen, Wert und Kapital. Zur Kritik der Wissensökonomie*. Zürich: Rotpunkt, 2004.

48 Ebd., S. 9.

49 URL: <http://www.oekonux.de>.

nomie und *Linux*) untersucht die ökonomischen und politischen Formen freier Software. Zentral diskutiert wird die Frage, ob die Prinzipien der Entwicklung freier Software die »Keimform« einer neuen, sozialistischen Ökonomie und Gesellschaft darstellen.⁵⁰

Sabine Nuss geht in ihrer Dissertation *Copyright & Copyriot* der Frage nach, »in welcher Weise sich der informationelle Kapitalismus durch seine Versuche der Sicherung des geistigen Eigentums weiterentwickelt.«⁵¹ Nuss wirft den allermeisten Kritikern des geistigen Eigentums aus den Reihen der Freie-Software- und Filesharing-Bewegungen vor, ahistorisch zu argumentieren und letztlich auf dem Boden und in den Kategorien der bürgerlichen Ökonomie zu verharren und damit das Kapitalverhältnis weder analytisch zu begreifen noch faktisch sprengen zu können. In ihrer »brutalen Interessiertheit für den Stoff« vernachlässigten sie die Formbestimmung, und blieben so in der kapitalistischen Produktionsweise befangen. Geistiges Eigentum und die Kommodifizierung von Wissen seien eine künstliche Verknappung, die, so ihre These, der auf kapitalistischer Akkumulation beruhenden Produktionsweise inhärent sei. Im bürgerlichen Recht werde die Trennung des Produzenten von den Produktionsmitteln kodifiziert, dies sei ein im Kapitalismus notwendiger und normaler Vorgang.

Nuss kommt das Verdienst zu, den Einhegungsprozeß der geistigen Allmende auf die Funktionsprinzipien des Kapitalismus und auf die Warenform zurückbezogen zu haben. Ihre Arbeit hat unzweifelhaft aufklärerischen Charakter, wenn sie die Protagonisten subversiver, systemsprengender Praxen wie der freien Software oder des Filesharings auffordert, die kapitalistischen *Produktionsbedingungen* zu adressieren statt bloß die Zirkulationsebene, und »die Warenform selbst und als solches [zu] hinterfragen«.⁵² Ihrem Fazit, daß freie Software »für die Kapitalverwertung im allgemeinen (...) kein Problem dar[stellt], weder in der Zirkulationssphäre, noch in der Produktionssphäre«, sondern »vielmehr (...) diese Produktionsweise dem Kapital sogar einen Modernisierungsschub« ermöglicht,⁵³ widerspreche ich in dieser Arbeit jedoch entschieden. Ich vertrete die These, daß gerade die von Nuss geschmähte stoffliche Beschaffenheit von Wissen dieses in einen Widerspruch zu den Erfordernissen kapitalistischer Akkumulation setzt, der letztlich systemsprengend wirken muß.

Volker Grassmuck, *Vom Animismus zur Animation*⁵⁴ setzt sich kritisch

50 Eine Zusammenfassung dieser Diskussion gibt Christian Siefkes, »Ist Commonismus Kommunismus? Commonsbasierte Peer-Produktion und der kommunistische Anspruch«. In: *Prokla – Zeitschrift für kritische Sozialwissenschaft* 39.2 (Juni 2009), S. 249–267. Der Begriff *Commons-based Peer Production* geht zurück auf Yochai Benkler, »Coase's Penguin, or, Linux and The Nature of the Firm.« In: *Yale Law Journal* 112 (2002), pp. 369–446. URL: <http://www.yalelawjournal.org/images/pdfs/354.pdf>.

51 Sabine Nuss, *Copyright & Copyriot. Aneignungskonflikte um geistiges Eigentum im informationellen Kapitalismus*. Münster: Westfälisches Dampfboot, 2006, S. 15.

52 Ebd., S. 212.

53 Ebd., S. 237.

54 Volker Grassmuck, *Vom Animismus zur Animation. Anmerkungen zur Künstlichen Intelligenz*. Hamburg: Sammlung Junius, 1988.

mit der Artifizialen Intelligenzforschung auseinander. Aus feministischer Sicht beschäftigen sich die Autorinnen und Autoren des von Martina Ritter herausgegebenen Sammelbandes *Bits und Bytes vom Apfel der Erkenntnis* mit dem Themenkreis.

Gunzelin Schmid Noerr, »Zur sozialphilosophischen Kritik der Technik heute«, kommt bei der Betrachtung der modernen Informationstechnik zu dem Ergebnis, »daß avancierte ›traditionelle Theorien‹ wie die Informatik und Informationstechnologie auf Grund der Struktur ihres Gegenstandes heute zumindest auf wissenschaftstheoretischer Ebene nicht mehr umhin kommen, das einst von Horkheimer bezeichnete *theoretische* Merkmal der ›kritischen Theorie‹, die Reflexion des Entstehungs- und Verwendungszusammenhangs, in eigene Regie zu nehmen«⁵⁵, und weist auf eine notwendige »kritische Vergesellschaftung von Wissenschaft und Technik« hin. Damit überschreitet Schmid Noerr den verengten Rahmen der »traditionellen« Kritischen Theorie, die allzuoft einseitig die Verdinglichungsmomente von Naturwissenschaften und Technik und ihre Verstrickung in Herrschaft betont und damit die Spaltung kritischer Öffentlichkeit in »zwei Kulturen« (C. P. Snow) fortschreibt.

Umgekehrt wird von der vorherrschenden soziologischen Diskussion der des letzten Restes seiner Autonomie im Produktionsprozeß beraubte, zum Teil des Maschinensystems gewordene Mensch selbst nur noch als effektiven Verfahren unterworfenen Automat begriffen. Solche Soziologie schreibt die gesellschaftliche Herrschaftsstruktur dem Wesen der Maschine und dem Industriesystem ein. Was gesellschaftliche Entscheidung ist, erscheint als Sachnotwendigkeit industrieller Produktion, die dahinter stehende spezifische gesellschaftliche Konfiguration gerät aus dem Blickfeld. Bettina Heintz fordert in ihrer soziologischen Untersuchung über Rationalisierung, Mathematik und Mechanisierung *Die Herrschaft der Regel* die Soziologie denn auch auf, den Verblendungszusammenhang zu durchbrechen: »Anstatt die Maschinen in den Mittelpunkt zu rücken, müßte sie bei den Menschen ansetzen und dem ›mechanischen‹ Charakter ihres Handelns. (...) Eine ›Soziologie des Computers‹ hat, anders formuliert, an der Maschinenhaftigkeit des menschlichen Verhaltens anzusetzen – bzw. an den sozialen Bedingungen, die dazu führen – und nicht, wie einige Soziologen heute (und etwas allzu leichtgläubig) meinen, an der Menschenähnlichkeit des Computers.«⁵⁶ Die vorliegende Arbeit sucht dies zu leisten.

Zur Zitation von Online-Quellen

WEBQUELLEN werden über ihre URL qualifiziert; in der Regel wird das Datum des Besuches mit angegeben. Ausnahmen bilden Dokumentenserver, die die Langzeitarchivierung des betreffenden

55 Gunzelin Schmid Noerr, »Zur sozialphilosophischen Kritik der Technik heute«. In: *Zeitschrift für kritische Theorie* 7.12 (2001), S. 51–67, S. 62.

56 Bettina Heintz, *Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers*. Frankfurt am Main und New York: Campus, 1993, S. 296 f.

Dokuments sicherstellen. Auch werden Wikipedia-Einträge jeweils auf die zum Zeitpunkt des Besuchs aktuelle Version verlinkt.

NEWSBEITRÄGE werden über ihre *Message-ID* eindeutig qualifiziert. Da auf den allermeisten Newsservern Artikel recht schnell gelöscht werden, ist die Benutzung von Archiven notwendig. Das umfangreichste Usenet-Archiv wird von Google bereitgestellt; unter URL: http://groups.google.com/advanced_search?q=& kann die Message-ID eingegeben werden.

DIE INTERNETSTANDARDS *REQUEST FOR COMMENTS* (RFC) werden über ihre Nummer referenziert; sie können über URL: <http://tools.ietf.org/html/> aufgerufen werden.

Teil I

EINFÜHRUNG: GESCHICHTE UND VORGESCHICHTE FREIER SOFTWARE

COMPUTER UND TURINGMASCHINE: GEIST IN DER MASCHINE

Software transformiert einen Automaten mittels einer Maschinenbeschreibung in einen zweiten. Wesentlich für das Verständnis von Software ist also der Begriff der Maschine. Im folgenden soll die Entwicklung der Maschine und der großen Industrie untersucht werden. Die Geschichte der Maschinen bildet gleichsam die Vorgeschichte der Software.

1.1 ENTWICKLUNG DER MASCHINERIE

Die Entstehung der Maschine setzt die Teilung der Arbeit zwingend voraus. Hegel hob hervor, daß der menschliche Arbeitsprozeß sich vom tierischen dadurch unterscheidet, daß er ein bewußter und kein instinkthafter mehr ist: »Als Kunsttrieb ist dieser Begriff aber nur das innere Ansehen des Tiers, nur der bewußtlose Werkmeister; erst im Denken, beim menschlichen Künstler, ist der Begriff für sich selbst.«¹

Die Bewußtheit des Prozesses bietet nun die Möglichkeit seiner Teilung; dadurch, daß die Arbeit keine biologisch determinierte mehr ist, kann die Einheit zwischen dem veranlassenden Antrieb und der Durchführung zerrissen werden. Konzeption und Durchführung können so vermöge der Teilung von geistiger und körperlicher Arbeit getrennt werden: »Wie im Natursystem Kopf und Hand zusammengehören, vereint der Arbeitsprozeß Kopfarbeit und Handarbeit. Später scheiden sie sich bis zum feindlichen Gegensatz.«²

Ihre erste Vollendung erfährt die Trennung von Konzeption und Durchführung nach Lewis Mumford in der totalitären Arbeitsteilung der *Megamaschine* als großer kollektiver Maschine, die den Menschen zum sprichwörtlichen Rädchen im System mache. Gesellschaften mit ungünstig verteilten Wasservorkommen erfordern nach Karl August Wittfogel eine zentralstaatlich gelenkte, massierte Arbeitsteilung zum Bau von Transport-

¹ Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse. Zweiter Teil: Die Naturphilosophie* (1830). Mit den mündlichen Zusätzen. Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 9. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1970, § 365 (Zusatz). Ähnlich Karl Marx, *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Erster Band. Buch I: Der Produktionsprozeß des Kapitals*. MEW Bd. 23. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 193: »Eine Spinne verrichtet Operationen, die denen des Webers ähneln, und eine Biene beschämt durch den Bau ihrer Wachszellen manchen menschlichen Baumeister. Was aber von vornherein den schlechtesten Baumeister vor der besten Biene auszeichnet, ist, daß er die Zelle in seinem Kopf gebaut hat, bevor er sie in Wachs baut. Am Ende des Arbeitsprozesses kommt ein Resultat heraus, das beim Beginn desselben schon in der Vorstellung des Arbeiters, also schon ideell vorhanden war. Nicht daß er nur eine Formveränderung des Natürlichen bewirkt; er verwirklicht im Natürlichen zugleich seinen Zweck, den er weiß, der die Art und Weise seines Tuns als Gesetz bestimmt und dem er seinen Willen unterordnen muß.«

² Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 1), S. 531.

kanälen und Bewässerungssystemen, die Mumford als Megamaschine bezeichnet.³ Unter dem mesopotamischen und ägyptischen Königstum habe sie ihre erste große Wirksamkeit entfaltet und etwa die Pyramiden gebaut und riesige Bewässerungssysteme geschaffen. Obwohl »nur eine komplexe Kraftmaschine (...) so immense Konstruktionen herstellen«⁴ könne, wurde dabei keine Technik im heutigen Sinne in nennenswertem Umfang eingesetzt; »die Menschen selbst waren mechanisiert«⁵, die Herrschaftsverhältnisse noch nicht vergegenständlicht. »Diese Megamaschine bestand aus einer Vielzahl gleichartiger, spezialisierter, auswechselbarer, aber funktional differenzierter Teile, streng geordnet und koordiniert in einem zentral gelenkten und organisierten Prozeß: Jeder Teil verhielt sich als mechanische Komponente des mechanisierten Ganzen.«⁶

Die Megamaschine war eine kolossale Arbeitsmaschine unter der absoluten Befehlsgewalt des Königs. Diese war verknüpft mit einer totalen Gläubigkeit an die Worte der Herrschaft: Die Gesetze waren nicht mehr den Naturgottheiten abgerungen, sondern von den Himmelsgöttern, deren Repräsentant der König ist, diktiert. Die kosmische Ordnung stellte die Basis der neuen menschlichen Ordnung dar, und das abstrakte mechanische System der Megamaschine fand in seiner zwingenden Regelmäßigkeit sein Vorbild direkt in astronomischen Beobachtungen. Die moderne Wissenschaft als abstrakte, von den konkreten Lebensprozessen getrennte Praxis, die sämtliche Lebensprozesse ihrem Kalkül unterwirft, findet nach Mumford ihren Ausgangspunkt in der Megamaschine und den für ihren Betrieb notwendigen Berechnungen. Die so entstandene Wissenschaft war eine geheime esoterische, das Herrschaftswissen wurde von der Priesterschaft als Monopol gehütet. Eine große Anzahl von Menschen wurde von einer zahlenmäßig kleinen Kaste in Bewegung gesetzt und in ihren Handlungen total kontrolliert. Die die Maschine konstituierenden Arbeiter verrichteten die Tätigkeit geist- und bewußtlos, jeder menschlichen Regung entledigt waren sie gleich Tieren auf ihre Reflexe reduziert: »Maschinenarbeit kann nur von Maschinen geleistet werden.«⁷

Mit der Megamaschine und der ihr adäquaten Herrschaftsform begannen nach Mumford die historischen Aufzeichnungen. Die Erfindung der Schrift geht also mindestens ebenso sehr auf verwaltungstechnische Erfordernisse zurück wie auf die oftmals angenommene »Ausübung von Muße« durch die je herrschende Klasse.⁸

Gleichwohl gab es Widerstand gegen die Maschine, deren dehumanisie-

3 Karl August Wittfogel, *Wirtschaft und Gesellschaft Chinas. Versuch einer wissenschaftlichen Analyse einer großen asiatischen Agrargesellschaft*. Bd. 1: *Produktivkräfte, Produktions- und Zirkulationsprozeß*. Schriften des Instituts für Sozialforschung an der Universität Frankfurt am Main 3. Leipzig: C. L. Hirschfeld, 1931. – Mumford leitet die Megamaschine seinem Buch *Mythos der Maschine* allerdings aus der Arbeitsteilung in der Großwildjagd ab, die Kooperation und Unterordnung erfordert habe. (Lewis Mumford, *Mythos der Maschine. Kultur, Technik und Macht*. Wien: Europa, 1974, S. 198 ff.)

4 Mumford, *Mythos der Maschine* (s. Anm. 3), S. 228.

5 Ebd., S. 198.

6 Ebd., S. 228.

7 Ebd., S. 229.

8 Bei den im sumerischen Uruk gefundenen Schriften aus dem 4. Jahrtausend v. Chr., die

rende Wirkung bereits vor zweieinhalbtausend Jahren vom chinesischen Weisen Dschuang-Dsi erkannt wurde, der sich gegen die Einführung eines Ziehbrunnens wandte: »Wenn einer Maschinen benutzt, so betreibt er alle seine Geschäfte maschinenmäßig; wer seine Geschäfte maschinenmäßig betreibt, der bekommt ein Maschinenherz. Wer aber ein Maschinenherz in der Brust hat, dem geht die reine Einfalt verloren. Bei wem die reine Einfalt hin ist, der wird ungewiß in den Regungen seines Geistes. Ungewißheit in den Regungen des Geistes ist etwas, das sich mit den wahren Sinnen nicht verträgt. Nicht, daß ich solche Dinge nicht kennte, ich schäme mich, sie anzuwenden.«⁹

Die Megamaschine war geschichtlich keineswegs konkurrenzlos. Ihr konzeptionelles Gegenstück findet sie nach Mumford in der Arbeitsteilung innerhalb der Gesellschaft, wie sie sich in der neolithischen Dorfkultur entwickelt hat und bis in die heutige Zeit besteht: »Das Geheimnis dieses gesellschaftlichen und technologischen Erfolgs war ein zweifaches: Jedes Mitglied der Gemeinschaft hatte Zugang zum gesamten Kulturerbe und vermochte in der Regel jeden Teil davon zu meistern; und es gab keine Autorität, keine Ranghierarchie außer der natürlichen des Alters, da in solch einer Gemeinschaft jener, der am längsten lebte, am meisten wußte. Der leicht zu bewältigende Austausch von Fertigkeiten und Tätigkeiten, bei einem Minimum an Spezialisierung, verlieh der Dorfkultur eine Flexibilität und eine Reichweite, die ihren Konservatismus ausglich (...). Selbst die Spezialisten, die zu einem notwendigen Bestandteil dieser Gemeinschaft wurden, Töpfer und Schmied, Müller, Bäcker und Weber, beteiligten sich, wenn nötig, an der Erntearbeit.«¹⁰

Es sind *zwei Technologien*, die laut Mumford durch die Geschichte hinweg im Widerstreit miteinander stehen, zwei prototypische Entwicklungslinien der Arbeitsteilung, von denen die eine, die auf die dörfliche Kultur des Neolithikums zurückgeht und ihre Fortsetzung im vollausgebildeten handwerksmäßigem Wissen findet, als demokratische Technik und Wissenschaft bezeichnet werden kann, insoweit sie die Fertigkeit und Interessen der Menschen allseitig schult und freiem Austausch förderlich ist. Die andere, die Menschen als willenlose Teilchen in einen Mechanismus

als die ältesten Schriftfunde überhaupt gelten, handelt es sich um Buchungstafeln, die verzeichnen, was die Untertanen den Herrschern darbringen.

- 9 Zitiert nach Werner Heisenberg, *Das Naturbild der heutigen Physik*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1955, S. 16. – Deutlich wird in diesem Zitat freilich auch eine aufklärerische Wirkung des Maschinenwesens: daß die Kräfte der Natur durch den Menschen beherrschbar sind (der dann allerdings seine »reine Einfalt« verliert).
- 10 Mumford, *Mythos der Maschine* (s. Anm. 3), S. 189. – Diese demokratische Dorfkultur steht freilich in ständiger Gefahr, in die Borniertheit des Landlebens, den Stillstand, den sozialen Zwang und die Abwehr alternativer Lebenskonzepte zu verfallen. Die Stadt, obwohl in der Trennung vom Land wie in der Megamaschine (deren Herrschaftszentrum sie ist) selbst Ausdruck der Teilung der Arbeit, entwickelte sich als Erbin der Dorfkultur in der Folge zur humaneren und effektiveren Alternative zur Megamaschine, zeichnet sie sich doch durch die Anerkennung einer Vielfalt von Lebensweisen aus und speist sie die spezifische Wirksamkeit ihrer Produktion doch gerade aus der quasi spontanen Organisation der Talente. Es ist die dialogische Kommunikationsform, die der Stadt eigen ist und die im direkten Gegensatz zum Befehl, dem eintönigen Monolog der Maschine, steht.

eingliedert und unter fremdes Kommando stellt, ist wesentlich totalitär; sie trennt die Konzeption einer Tätigkeit von der Ausführung und damit den Menschen vom Geist seiner Handlung. Aus ihr geht nach Mumford die Wissenschaft in ihrer modernen, abstrakten und mathematischen Form hervor, die strikt von der lebensweltlichen Praxis der Menschen getrennt das geistige Monopol einiger weniger bildet. Als Militärmaschine hat diese Form der totalitären Arbeitsteilung die Jahrhunderte überdauert und aktualisiert.

Die Megamaschine ist der Archetypus der Manufaktur. Das Manufakturwesen stellt historisch den Übergang vom kleinen Handwerk zur großen Industrie dar, ihm wesentlich ist die Kooperation noch auf Grundlage der Handarbeit. Während die demokratische Arbeitsteilung in der Gesellschaft, wie sie sich im Mittelalter in den Städten entwickelt, naturwüchsig ein Zunft- und Gildenwesen herausbildet, in dem die verschiedenen Berufe sich organisieren, entwickelt das Manufakturwesen im aufkommenden Kapitalismus die Teilung der Arbeit *innerhalb eines Arbeitsprozesses*. Der Herstellungsprozeß wird in eine Vielzahl von besonderen Verrichtungen aufgeteilt, die von verschiedenen Arbeitern ausgeführt werden: »Die Arbeitsteilung innerhalb der Gesellschaft ist für alle bekannten Gesellschaften charakteristisch; die Arbeitsteilung innerhalb der Werkstatt ist das besondere Produkt der kapitalistischen Gesellschaft. Die gesellschaftliche Arbeitsteilung unterteilt die Gesellschaft in Berufe, von denen jeder einem Produktionszweig entspricht; die Zerlegung der Arbeit in Teilaufgaben zerstört die Berufe in diesem Sinne und nimmt dem Arbeiter die Fähigkeit, irgendeinen vollständigen Arbeitsprozeß durchzuführen. (...) Während die gesellschaftliche Arbeitsteilung die *Gesellschaft* unterteilt, unterteilt die Teilung der Arbeit in Einzeloperationen die *Menschen*, und während die Unterteilung der Gesellschaft das Individuum und die Art bereichern kann, ist die Unterteilung des Individuums, wenn sie ohne Rücksicht auf die menschlichen Fähigkeiten und Bedürfnisse vorgenommen wird, ein Verbrechen am Menschen und der Menschheit insgesamt.«¹¹

Die Arbeitsteilung wurde von der klassischen politischen Ökonomie als solche benannt und insbesondere von Adam Smith in *The Wealth of Nations* erläutert und ihre Entstehung aus dem gesellschaftlichen Austausch erklärt.¹² Die Produktivitätssteigerung durch die Arbeitsteilung innerhalb der Werkstatt beruht nach Smith, der sie am Beispiel der Stecknadelproduktion untersuchte, auf drei Vorteilen: Durch Spezialisierung auf eine Einzelverrichtung werde die *Geschicklichkeit* des einzelnen Arbeiters gefördert, durch die Vermeidung des Wechsels der Werkzeuge und evtl. des Ortes beim Übergang von einem Arbeitsgang zum nächsten werde *Zeit eingespart*, und durch die Aufteilung des Arbeitsprozesses in

11 Harry Braverman, *Die Arbeit im modernen Produktionsprozeß*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977, S. 65.

12 Adam Smith, *Reichtum der Nationen*. [Eine Untersuchung seiner Natur und seiner Ursachen] (1776). Paderborn: Voltmedia, o. J. (2004), S. 9–26. – Zum Zusammenhang von Handel und Arbeitsteilung vgl. auch Karl Marx, *Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie*. MEW Bd. 42. Berlin (Ost): Dietz, 1983, S. 91 f.

Einzelverrichtungen werde *technologischer Fortschritt* in Form von Erfindung von Maschinen, die die Ausführung des einzelnen Arbeitsgangs erleichtern oder abkürzen, möglich. Während der Ökonom Smith in den erwähnten drei Prinzipien vor allem die technische Bedingtheit der Arbeitsteilung reflektierte, war es der Mathematiker und Ingenieur Charles Babbage, der ihren gesellschaftlichen Aspekt in dem nach ihm benannten Babbage-Prinzip reflektierte: »Daß, nachdem das Werk in mehrere Prozesse geteilt ist, deren jeder verschiedene Grade von Geschicklichkeit oder Stärke erfordert, der Fabrikherr sich in den Stand gesetzt sieht, von beiden Eigenschaften genauso viel in Anspruch zu nehmen, als jeder Prozeß verlangt; wenn dagegen ein einziger Arbeiter das Werk vollenden sollte, so müßte er so viel Geschicklichkeit und so viel Kraft besitzen, daß er einerseits dem schwierigsten und andererseits dem mühsamsten der verschiedenen Prozesse gewachsen wäre.«¹³

Durch die Aufteilung des Arbeitsprozesses in einzelne Arbeitsschritte kann ein Unternehmer genau die Menge an je spezifisch ausgebildeter Arbeitskraft einkaufen, die für den jeweiligen Arbeitsgang erforderlich ist: »Wenn ein Mann durch seine Fertigkeit im Härten der Nadeln 8 bis 10 Schilling täglich verdienen kann, so wird durch die Arbeitsteilung vermieden, irgendeinen Teil seiner Zeit zum Drehen eines Rades zu benutzen, was für 6 Pence täglich getan werden kann.«¹⁴

Das Babbage-Prinzip der Zurückführung des Fertigungsprozesses auf einfache Arbeit verweist auf die der Arbeitsteilung innewohnende Tendenz der Enteignung der Arbeiter vom Produktionswissen. Die Manufaktur entwickelt Arbeitskräfte, »die von Natur nur zu einseitiger Sonderfunktion taugen«¹⁵, »halbe Idioten«¹⁶, wie es bei Marx heißt: »Die geistigen Potenzen der Produktion erweitern ihren Maßstab auf der einen Seite, weil sie auf vielen Seiten verschwinden. Was die Teilarbeiter verlieren, konzentriert sich ihnen gegenüber im Kapital. Es ist ein Produkt der manufakturmäßigen Teilung der Arbeit, ihnen die geistigen Potenzen des materiellen Produktionsprozesses als fremdes Eigentum und sie beherr-

13 Charles Babbage, *Die Ökonomie der Maschine* (1832). Mit einem Vorwort von Peter Brödnert. Erweiterte und redigierte Fassung auf Grundlage der Übersetzung von G. Friedenberg aus dem Jahr 1833. Berlin: Kadmos, 1999, S. 138. – Andrew Ure, *The philosophy of manufactures: or, an exposition of the scientific, moral and commercial economy of the factory system of Great Britain*. London 1835, schreibt sarkastisch: »Endlich suchten sich die Kapitalisten von dieser unerträglichen Sklaverei zu befreien, indem sie die Hilfsquellen der Wissenschaft anriefen, und bald waren sie reintegriert in ihre legitimen Rechte, die des Kopfes über die anderen Körperteile.« (Zitiert nach Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 1), S. 460.)

14 Babbage, *Die Ökonomie der Maschine* (s. Anm. 13), S. 154. – Das Werk stellt ein Standardwerk über Arbeitsteilung und Maschinerie dar und bildet auch eine wichtige Quelle für Marx, der insbesondere seine Vorstellung der Entwicklung der großen Maschinerie in der Manufaktur in Auseinandersetzung mit Babbage entwickelte. Vgl. etwa Karl Marx, *Das Elend der Philosophie. Antwort auf Proudhons »Philosophie des Elends«* (1847). In: Ders., *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 555–593, S. 589; Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 1), S. 366, 369 f., 396; Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 12), S. 491 f.

15 Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 1), S. 369.

16 Ebd., S. 383.

schende Macht gegenüberzustellen.«¹⁷ Der Arbeitsprozeß ist auf dieser Stufe aber noch wesentlich als die Summe seiner Teilarbeiten identifizierbar, »die spezifische Maschinerie der Manufakturperiode bleibt der aus vielen Teilarbeitern kombinierte Gesamtarbeiter selbst.«¹⁸

Das den Arbeitern entzogene Produktionswissen konzentriert sich ihnen gegenüber im Kapital. Die Verarmung der Arbeiter an individuellen Produktivkräften bedeutet freilich auch, daß die so Verkrüppelten ihre Arbeit nur noch in der Werkstatt des Kapitalisten einzusetzen vermögen, da sie nur noch im Zusammenhang funktioniert. Das vermeintlich freie bürgerliche Subjekt ist gezwungen, seine Arbeitskraft zu verkaufen, es wird realiter zum Sklaven des Kapitals: »Wie dem auserwählten Volk auf der Stirn geschrieben stand, daß es das Eigentum Jehovas, so drückt die Teilung der Arbeit dem Manufakturarbeiter einen Stempel auf, der ihn zum Eigentum des Kapitals brandmarkt.«¹⁹ Dem Arbeiter sein Produktionswissen enteignend, tritt die Maschinerie ihm als »feindliche Potenz« gegenüber und wird zum »machtvollsten Kriegsmittel zur Niederschlagung der periodischen Arbeiteraufstände, strikes usw. wider die Autokratie des Kapitals«.²⁰

Der Prozeß der Enteignung des Produktionswissens in der Manufaktur vollendet sich konzeptionell in der von Frederick W. Taylor entwickelten »wissenschaftlichen Betriebsführung«. Diese sucht durch konsequente Anwendung von Prinzipien mechanistischer Wissenschaft die Kontrolle über den Arbeitsprozeß zu verstärken. Aufgabe des Managements sei es, »all die überlieferten Kenntnisse zusammenzutragen, die früher Alleinbesitz der einzelnen Arbeiter waren, sie zu klassifizieren und in Tabellen zu bringen, aus diesen Kenntnissen Regeln, Gesetze und Formeln zu bilden, zur Hilfe und zum Besten des Arbeiters bei seiner täglichen Arbeit.«²¹ Die Arbeiter werden dabei der Maschine gleichgesetzt, sie gehorchen ähnlichen Gesetzen wie Teile einer Maschine.²² In ideologischer Verkehrung der Verhältnisse schreibt Taylor dem Arbeiter zu, was dieser doch erst werden soll: Maschine zu sein, das heißt Ausführungsorgan

17 Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 1), S. 382. – Umgekehrt hatte aber der mittelalterliche Handwerker, der ganz in seiner Arbeit aufging, »ein gemütliches Knechtschaftsverhältnis zu ihr und war viel mehr als der moderne Arbeiter, dem seine Arbeit gleichgültig ist, unter sie subsumiert«. (Karl Marx, Friedrich Engels und Moses Heß, *Die deutsche Ideologie. Erster Band: Kritik der neuesten deutschen Philosophie in ihren Repräsentanten Feuerbach, B. Bauer und Stirner* (1845/46). In: Karl Marx, *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 405–554, S. 455.) Dies stellt nach Marx die emanzipatorische Seite der Entwicklung der Maschinerie dar. Zum Doppelcharakter des Manufakturwesens vgl. auch Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 1), S. 386.

18 Ebd., S. 369. – Es ist durchaus wesentlich, daß Marx den Gesamtarbeiter als »die spezifische Maschinerie der Manufakturperiode« identifiziert. In Mumfords Terminologie handelt es sich damit bei diesem um die »Megamaschine«.

19 Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 1), S. 382.

20 Ebd., S. 459.

21 Frederick W. Taylor, *Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung*. München und Berlin: Oldenbourg, 1913, S. 38.

22 »Die größte Prosperität ist das Resultat einer möglichst ökonomischen Ausnutzung des Arbeiters und der Maschinen, d. h. Arbeiter und Maschinen müssen ihre höchste Ergiebigkeit, ihren höchsten Nutzeffekt erreicht haben.« (Ebd., S. 10.)

des im Kapital konzentrierten Produktionswissens. Die Maschine als tote, vergegenständlichte Arbeit ist als bewußtlose Verrichtung letztlich die Wiederkehr der instinkthaften Arbeit; was in dieser biologisch, ist in jener technisch determiniert. Der zur Maschine degradierte Arbeiter verrichtet die Arbeit bewußtlos, ohne eigenen Antrieb; er ist dem Arbeitsvorgang als Mensch genauso vollständig entfremdet wie er in ihm als Maschine vollständig aufgeht und sich durch keinerlei individuelle Regung mehr in ihn einzuschreiben vermag.

Die Trennung der Konzeption vom Ausführungsprozeß ist das allgemeine Prinzip der Arbeitsteilung innerhalb des Betriebes. Dieser Vorgang ist durchaus von der Teilung von Kopf- und Handarbeit zu unterscheiden, da auch geistige Operationen der Arbeitsteilung unterworfen werden können, wie Charles Babbage gezeigt hat, der Taylor in gewisser Weise bereits antizipiert hatte.²³ Babbage wendet das Prinzip der Arbeitsteilung auch auf die geistige Produktion an; der menschliche Verstand gilt ihm also prinzipiell durch Maschinen ersetzbar.²⁴ In seiner Untersuchung des Fabrikwesens *Die Ökonomie der Maschine* entdeckt er einen der »merkwürdigsten Vorteile« des Einsatzes von Maschinen in der »Sicherstellung, die sie uns gegen die Unachtsamkeit, Trägheit oder Spitzbüberei der Arbeiter gewähren«²⁵; ein ganzes Kapitel seiner ökonomischen Untersuchung ist den »Registrierenden Operationen« gewidmet, die lediglich der Kontrolle der Arbeiter dienen. Im Kapitel »Methoden, wie man Fabriken beobachten soll« entwickelt er eine Methodik zur wissenschaftlichen Erfassung der Arbeitsvorgänge.

Die »Wissenschaft der *Kalkulation*« (Hervorhebung von Babbage) gilt ihm gleichsam als Super-Wissenschaft, die er höher schätzt als die Naturwissenschaft, der sie doch, »selbst noch unerschöpflicher, mit Riesenschritten vorausseilt und, nachdem sie die mächtigen Massen des Universums erfaßt und die Gesetze ihrer Bahnen gefunden, uns in ihrer kondensierten Sprache Ausdrücke gegeben hat, die als Geschichte der Vergangenheit wie als Verkündigung der Zukunft gelten.«²⁶ Movers der kalkulierenden Wissenschaft ist aber die Macht, die sie ihrem Gebieter über seine menschliche und außermenschliche Umwelt verleiht: »Aber die Erfahrung der Vergangenheit hat dem Grundsatz: *Wissen ist Macht!* das unzerstörbare Gepräge der Wahrheit aufgedrückt. Sie verleiht ihren Besitzern nicht bloß die Macht über den Geist ihrer Mitmenschen, sondern sie selbst ist auch die Erzeugerin physischer Kraft.«²⁷

Die Zerlegung des Arbeitsprozesses in einfache Detailoperationen, die Trennung von Vorstellung und Ausführung der Arbeit, erlaubt die Schaffung von Werkzeugmaschinen, die die Hilfsmittel der handwerks- und

23 So ist Babbage laut Lyndall Urwick und Edward F. L. Brech, *The Making of Scientific Management*. 3 Bände, London 1945 ff., »der direkteste Vorgänger von Taylor, der mit dem Werk von Babbage vertraut gewesen sein muß, obwohl er niemals darauf Bezug nahm.« (Zitiert nach Braverman (s. Anm. 11), S. 76.)

24 Vgl. dazu unten, Abschnitt 1.2 auf Seite 34 ff.

25 Babbage, *Die Ökonomie der Maschine* (s. Anm. 13), S. 52.

26 Ebd., S. 280.

27 Ebd.

manufakturmäßigen Produktion zu großen Mechanismen zusammenfassen. Die Maschine betätigt in der großen Industrie das Arbeitswerkzeug; damit geht aber der letzte Rest an Virtuosität in seiner Führung vom Arbeiter auf die Maschine, und damit auf das Kapital, über. Der Mensch verkümmert zum Anhängsel der Maschine, wird zu ihrem Gehilfen degradiert, er wird, wie Marx schreibt, »ein bloßes Zubehör der Maschine, von dem nur der einfachste, eintönigste, am leichtesten erlernbare Handgriff verlangt wird.«²⁸

Die Kraftausübung der oftmals vielgliedrigen Maschine ist auf die Dampfmaschine übergegangen. In der Manufakturperiode galt noch die Feldarbeit als Maß für einfache Arbeit, »weil sie überall getrieben wird, eine Menge von Händen beschäftigt und wenig vorhergehenden Unterricht erfordert«, weil sie also, mit anderen Worten, nichts weiter ist »als die bloße Ausübung der physischen Kräfte eines Mannes«²⁹. Arbeit wurde in dieser Periode mit Kraftausübung gleichgesetzt, was zum physikalischen Begriff von Arbeit als dem Produkt von Kraft und Weg führte.³⁰ Taylor hoffte beispielsweise »endgültig feststellen zu können, den wievielten Teil einer Pferdekraft ein Mann leisten kann, d. h. wie viele Meterkilogramm ein Arbeiter in einem Tag billigerweise zu verrichten imstande ist.«³¹ Mit der voll entwickelten Maschinerie ist die bloße Kraft als Maß der Arbeit obsolet geworden, ermöglicht doch die große Industrie die Einbeziehung von Frauen- und selbst von Kinderarbeit in großem Maßstab. »Die Leistungsfähigkeit des Werkzeugs ist emanzipiert von den persönlichen Schranken menschlicher Arbeitskraft. Damit ist die technische Grundlage aufgehoben, worauf die Teilung der Arbeit in der Manufaktur beruht. An die Stelle der sie charakterisierenden Hierarchie der spezialisierten Arbeiter tritt daher in der automatischen Fabrik die Tendenz der Gleichmachung oder Nivellierung der Arbeiten, welche die Gehilfen der Maschinerie zu verrichten haben, an die Stelle der künstlich erzeugten Unterschiede der Teilarbeiter treten vorwiegend die natürlichen Unterschiede des Alters und Geschlechts.«³²

Auf der nunmehr erreichten geschichtlichen Entwicklungsstufe stellt die Maschine die Grundlage der industriellen Produktion dar. An die Stelle des Gesamtarbeiters, der ideell die gesonderten Detailoperationen der Teilarbeiter wieder zusammenfaßt, tritt ein Mechanismus, der die verschiedenen Arbeitsmaschinen integriert. »Ganz wie viele Werkzeuge die Organe einer Arbeitsmaschine, bilden viele Arbeitsmaschinen jetzt nur noch gleichartige Organe desselben Bewegungsmechanismus.«³³ Die

28 Karl Marx, *Manifest der Kommunistischen Partei* (1848). In: Ders., *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 594–630, S. 602.

29 Babbage, *Die Ökonomie der Maschine* (s. Anm. 13), S. 126.

30 Zum Entstehen des physikalischen Arbeitsbegriffs siehe Kurt Mauel, »Arbeit und Leistung. Ihre Bestimmung und Messung in der Technik seit dem 18. Jahrhundert«. In: *Technikgeschichte. Historische Beiträge und neuere Ansätze*. Hrsg. von Ulrich Troitzsch und Gabriele Wohlauf. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1980, S. 269–301.

31 Taylor (s. Anm. 21), S. 58.

32 Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 1), S. 442.

33 Ebd., S. 400.

automatischen Maschinen folgen einem Programm, der ganze Produktionsprozeß wird zur »technologische(n) Anwendung der Wissenschaft«, die Produktion erhält einen »wissenschaftlichen Charakter«, wohingegen »die unmittelbare Arbeit herabgesetzt [wird] zu einem bloßen Moment dieses Prozesses«³⁴.

Marx erwartete von der entwickelten Industrie indes ein Umschlagen des Prozesses der Enteignung der Arbeiter vom Produktionswissen. Die Arbeitsteilung, hoffte Marx, werde sich gewissermaßen selbst aufheben und allseits gebildete Arbeiter als Akteure des Produktionsprozesses hervorbringen. Während in der Manufaktur das handwerksmäßige Geschick die Grundlage des Produktionsprozesses bildete, deshalb »jeder Arbeiter ausschließlich einer Teilfunktion angeeignet und seine Arbeitskraft in das lebenslängliche Organ dieser Teilfunktion verwandelt«³⁵ wurde und so die Manufaktur sich durch die »Isolierung der Sonderprozesse« auszeichnet, »herrscht dagegen in der entwickelten Fabrik die Kontinuität der Sonderprozesse«³⁶. Zwar reproduziert die große Industrie »in ihrer kapitalistischen Form die alte Teilung der Arbeit mit ihren knöchernen Partikularitäten«³⁷ und raubt der lebendigen Arbeit »durch die Maschine vielmehr alle Selbständigkeit und attrayanten Charakter«³⁸. Doch dadurch, daß in der großen Industrie der komplette Produktionsprozeß von Maschinen ausgeführt wird und so die technische Grundlage der modernen Produktion adäquat hergestellt ist, ist, im Gegensatz zur Manufaktur, in der die »Isolierung der Sonderprozesse« vorherrscht und der arbeitende Mensch in ein Glied der Megamaschine verwandelt wird, in der großen Industrie deren *Kontinuität* hergestellt. Die Teilung der Arbeit innerhalb der Werkstatt wird so nach Marx von der großen Industrie aufgehoben. Einerseits ist die Tätigkeit des Arbeiters hier so stark entwertet, daß sie kaum noch Anlernzeit benötigt, andererseits ist die Produktion derart schnellen Wechsels und Schwankungen ausgesetzt, daß die Arbeiter beständig von einem Produktionszweig in den nächsten geworfen werden können und müssen. Die beständigen Krisen zwingen den fortgeschrittenen Kapitalismus also, die Arbeiter umfassend auszubilden, so daß diese wieder den Überblick über den Produktionsprozeß erlangen können und das isolierte Teilindividuum dergestalt zum »total entwickelten Individuum« ausgebildet wird: »Wenn aber der Wechsel der Arbeit sich jetzt nur als überwältigendes Naturgesetz und mit der blind zerstörenden Wirkung eines Naturgesetzes durchsetzt, das überall auf

34 Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 12), S. 595. – Ähnlich im *Kapital*: »Als gegliedertes System von Arbeitsmaschinen, die ihre Bewegung nur vermittelt der Transmissionsmaschinerie von einem zentralen Automaten empfangen, besitzt der Maschinenbetrieb seine entwickeltste Gestalt. An die Stelle der einzelnen Maschine tritt hier ein mechanisches Ungeheuer, dessen Leib ganze Fabrikgebäude füllt und dessen dämonische Kraft, erst versteckt durch die fast feierlich gemeßene Bewegung seiner Riesenglieder, im fieberhaft tollen Wirbeltanz seiner zahllosen eigentlichen Arbeitsorgane ausbricht.« (Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 1), S. 402.)

35 Ebd., S. 358 f.

36 Ebd., S. 401.

37 Ebd., S. 511. – Hervorhebung von mir, O. H.

38 Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 12), S. 589.

Hindernisse stößt, macht die große Industrie durch ihre Katastrophen selbst es zur Frage von Leben oder Tod, den Wechsel der Arbeiten und daher möglichste Vielseitigkeit der Arbeiter als allgemeines gesellschaftliches Produktionsgesetz anzuerkennen und seiner normalen Verwirklichung die Verhältnisse anzupassen. Sie macht es zu einer Frage von Leben oder Tod, die Ungeheuerlichkeit einer elenden, für das wechselnde Exploitationsbedürfnis des Kapitals in Reserve gehaltenen, disponiblen Arbeiterbevölkerung zu ersetzen durch die absolute Disponibilität des Menschen für wechselnde Arbeitserfordernisse; das Teilindividuum, den bloßen Träger einer gesellschaftlichen Detailfunktion, durch das total entwickelte Individuum, für welches verschiedene gesellschaftliche Funktionen einander ablösende Betätigungsweisen sind. Ein auf Grundlage der großen Industrie naturwüchsig entwickeltes Moment dieses Umwälzungsprozesses sind polytechnische und agronomische Schulen, ein andres sind die »écoles d'enseignement professionnel«, worin die Kinder der Arbeiter einigen Unterricht in der Technologie und praktischen Handhabung der verschiedenen Produktionsinstrumente erhalten.«³⁹ Das Arbeiterbewußtsein erfährt nach Marx so gewissermaßen den Umschlag von seiner bornierten, auf Stetigkeit beruhenden handwerksmäßigen in seine moderne, wissenschaftlich beschleunigte industrielle Form. Die Marxsche Theorie von der Aufhebung der Arbeitsteilung ist auch eine Utopie von Emanzipation durch Technologie.

Diese Hoffnung – unschwer ist in ihr die Herr – Knecht-Dialektik Hegels, übertragen auf den Klassenantagonismus der entwickelten bürgerlichen Industriegesellschaft, wiederzuerkennen – vermag Marx jedoch nicht empirisch zu belegen. Ausgerechnet die in ihrem Beruf umfassend ausgebildeten Arbeiter der Manufakturperiode wie James Watt, Richard Arkwright und Robert Fulton führt er an, um die allseitige Herausbildung der Fähigkeiten durch die große Industrie zu beweisen. »Es unterliegt ebensowenig einem Zweifel, daß die kapitalistische Form der Produktion und die ihr entsprechenden ökonomischen Arbeiterverhältnisse im diametralsten Widerspruch stehen mit solchen Umwälzungsfermenten und ihrem Ziel, der Aufhebung der alten Teilung der Arbeit. Die Entwicklung der Widersprüche einer geschichtlichen Produktionsform ist jedoch der einzig geschichtliche Weg ihrer Auflösung und Neugestaltung. »Ne sutor ultra crepidam!«, die nec plus ultra handwerksmäßiger Weisheit, wurde zur furchtbaren Narrheit von dem Moment, wo der Uhrmacher Watt die Dampfmaschine, der Barbier Arkwright den Kettenstuhl, der Juwelierarbeiter Fulton das Dampfschiff erfunden hatte.«⁴⁰ Marx bleibt hier letztlich der idealistischen Philosophie Hegels verhaftet. Wie Hegel im bürgerlichen Staat die Einheit von objektiver und subjektiver Freiheit erblickt, in dem die Vernunft zu sich selbst kommt,⁴¹ gilt Marx die

Ne sutor ultra
crepidam: *Schuster,*
bleib bei deinen
Leisten
die nec plus ultra:
dieser Gipfel

³⁹ Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 1), S. 511 f.

⁴⁰ Ebd., S. 512 f.

⁴¹ Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Grundlinien der Philosophie des Rechts oder Naturrecht und Staatswissenschaft im Grundrisse* (1820). Mit Hegels eigenhändigen Notizen und den mündlichen Zusätzen. Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 7. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1970, § 258.

große Industrie als Vermittlerin zwischen individueller produktiver Auseinandersetzung mit der Welt und den gesellschaftlichen Instanzen der Produktion. In ihr vermittele sich mithin individuelle Freiheit mit ihren Verwirklichungsbedingungen.

Während für Marx also die fortschreitende Enteignung des Arbeiters von den geistigen Potenzen des materiellen Produktionsprozesses eine Erscheinung der Manufakturperiode ist und durch die Entwicklung der großen Industrie aufgehoben wird, zeigt doch die tatsächliche geschichtliche Entwicklung der Industriegesellschaften, daß das in der Maschine vergegenständlichte Produktionswissen, das immer stärker auf Erkenntnissen der modernen naturwissenschaftlichen Forschung aufbaut, Herrschaftswissen bleibt. Die Arbeiter bleiben die Bediener der Maschinen und sind von der Tätigkeit der Konstrukteure und Techniker, die diese warten und reparieren, strikt geschieden. Die technologische Grundlage der großen Industrie ist eben nicht mehr das durch die Arbeiter tradierte handwerksmäßige, sondern das von den konkreten lebensweltlichen Erfahrungen losgelöste moderne naturwissenschaftliche Wissen. Mit der Entstehung der modernen Industrie bekommt das Wort »Technik« überhaupt erst seine heutige Bedeutung. Zuvor umfaßte es das »künstlerische« ebenso wie das »künstliche« – die alten Griechen unterschieden im Begriff τέκνη nicht zwischen materieller Produktion und den »schönen« bzw. symbolischen Künsten, ihr Begriff von Technik umfaßte also alle Fähigkeiten des Menschen, werksetzend und gestaltend tätig zu werden. Technik wurde von den Griechen, »jener Kultur, die hartnäckig die demokratische Technik des archaischen Dorfes bewahrt hatte und sich niemals der totalitären Ideologie des Königtums unterwarf«⁴², als schöpferische Lebenspraxis begriffen und nicht als etwas, dem die Menschen zu unterwerfen seien. Es ist die Verschränkung der Produktion mit der modernen Wissenschaft, die den Menschen aus dem Begriff verbannt und ihn ausschließlich durch tote Materie ersetzt. Mit der Mechanisierung noch der Kopfarbeit in der Rechenmaschine erreicht dieser Prozeß seinen vorläufigen Höhepunkt.

τέκνη [technē]:
Fähigkeit,
Kunstwerk,
Handwerk

1.2 DIE GESCHICHTE DER RECHENMASCHINEN

Die erste bekannte Rechenmaschine wurde 1623 vom Tübinger Mathematiker, Astronom, Geometer und Orientalisten Wilhelm Schickard erbaut und beherrschte neben den vier Grundrechenarten auch das Ziehen der Quadratwurzel; Johannes Kepler wollte sie zur Erstellung von Planetentafeln verwenden. 1639 entwickelte der erst 16jährige Blaise Pascal eine Rechenmaschine, die »Pascaline«, die seinem Vater, einem Steuerbeamten,

⁴² Mumford, *Mythos der Maschine* (s. Anm. 3), S. 283. – »Die Athener übten, als stolzes Merkmal ihrer Bürgerfreiheit, gemeinsam die Verwaltungsfunktionen aus, die sonst an spezialisierte Beamte hätten delegiert werden müssen; und anstatt die Verwaltungstätigkeit zu einer lebenslangen Aufgabe zu machen, ließen sie die Ämter rotieren. So war die Kraftmaschine, in ihrer reinen Form, die nicht einmal tierischer Antriebskraft bedurfte, eine griechische Erfindung: der erste erfolgreiche Versuch, die kollektive menschliche Maschine als Energiequelle für produktive Arbeit zu ersetzen.« (Ebd.)

die Addition langer Zahlenreihen erleichtern sollte. 1645 stellte er ein verbessertes Modell öffentlich vor; er konnte mehr als 50 Exemplare davon verkaufen. Pascal sprach der Rechenmaschine auch Leistungen zu, die dem Denken sehr nahe kommen, war sich jedoch einer fundamentalen Differenz bewußt. Der Maschine kommt kein *Wollen* zu, sie ist zwar zu Denkleistungen fähig, jedoch nicht zu eigenständigen Denkprozessen.⁴³

Bereits Francis Bacon erkannte, daß mittels eines Systems von Dualzahlen, das nur die Ziffern Null und Eins kennt, beliebige Zeichen eindeutig kodiert werden können. Dies wurde von ihm im sogenannten *Baconschen Fundamentalsatz* ausgesprochen: Zur Darstellung jedes beliebigen Zeichens eines beliebigen Repertoires sind genau zwei (das heißt mindestens zwei und höchstens zwei) verschiedene Zeichen erforderlich.⁴⁴ Gottfried Wilhelm Leibniz, dem das menschliche Denken als Rechenvorgang galt, benutzte dieses duale Zahlensystem als Basis einer logischen Symbolsprache. Obwohl dieses Binärsystem die Grundlage der heutigen digitalen Computer bildet, hat er es aufgrund der mangelnden feinmechanischen Fertigkeiten seiner Zeit für den Bau seiner 1672/73 vollendeten Rechenmaschine, die die vier Grundrechenarten beherrschte, nicht verwenden können.

Um 1820 entwickelte Charles Xavier Thomas die erste in Massenproduktion hergestellte mechanische Rechenmaschine. Das *Thomas Arithmometer* basierte auf Leibniz' Arbeit und konnte wie diese Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren und Dividieren. Mechanische Rechner wurden bis in die 1970er Jahre benutzt.

Allen diesen mechanischen Rechnern gemein war, daß sie lediglich eine Mechanisierung der mathematischen Logik (bzw. von Teilbereichen dieser) vollzogen. Sie waren allesamt nicht programmierbar und daher nicht für die Automatisierung von Rechenvorgängen geeignet; sie konnten lediglich menschlichen Rechnern als Werkzeug dienen. Die Rechenmaschinen mußten um die Idee des *Algorithmus* angereichert werden.

Ein »Algorithmus« oder »effektives Verfahren«, wie man auch sagen kann, ist ein Regelsystem, in dem für jeden möglichen Zustand, den das System einnehmen kann, eine spezifische Handlung festgelegt ist, das also, mit anderen Worten, in einer Rechenmaschine realisiert werden kann. Derart wird umgekehrt bereits eine moderne Rechenmaschine präzise definiert: Eine Rechenmaschine ist ein Automat, der Algorithmen ausführen kann. Einen ersten programmierbaren Vorläufer des elektronischen

43 »Die Rechenmaschine zeigt Wirkungen, die dem Denken näher kommen als alles, was Tiere vollbringen; aber keine, von denen man sagen muß, daß sie Willen haben wie die Tiere.« (Blaise Pascal, *Über die Religion und über einige andere Gegenstände (Pensées)*. Hrsg. und übers. von Ewald Wasmuth. 5. Aufl. Gerlingen: Schneider, 1954, Br. 340.)

44 "For hence we see how thoughts may be communicated at any distance of place by means of any objects perceptible either to the eye or ear, provided that those objects are capable of two differences; as by bells, trumpets, torches, gunshots and the like." (Francis Bacon, "Of the Dignity and Advancement of Learning, Book VI." In: *The Works of Francis Bacon*. Ed. by James Spedding, Robert Leslie Ellis, and Douglas Denon Heath. Vol. IX. Boston: Taggard and Thompson, 1864, pp. 13–357. (Reprint Michigan: Scholarly Press, 1976), S. 118.) – Die fundamentale Informationseinheit, die nur zwei verschiedene Zustände kennt, ist die Binärzahl, das *binary digit* (Bit).

Computers schuf Charles Babbage mit seinem Entwurf der *Analytical Engine* von 1833. Der 1828 auf den Lucasianischen Lehrstuhl in Cambridge – den Lehrstuhl Isaac Newtons – berufene und 1839 aus Zeitgründen von diesem wieder zurückgetretene Mathematiker Babbage führte die fortschrittlichere kontinentale Mathematik in England ein, insbesondere das auf Leibniz zurückgehende Differentialkalkül. Mit der Berechnung von Sterblichkeitstabellen schuf er eine mathematische Grundlage für das Geschäft mit Lebensversicherungen.

Ein Beschäftigungsschwerpunkt von Babbage war die Berechnung numerischer Tabellen mathematischer Funktionen, die bis in die 1960er Jahre neben dem Banken- und Versicherungswesen auch große Bedeutung in Astronomie, Mechanik, Nautik und Militär (etwa zur Berechnung von Geschößflugbahnen) hatte. Sie bildete den Wissenskern praktischer Mathematik und war Ursache der Entwicklung zunächst der Differenz- und später der Analytischen Maschine. Zu dieser Zeit arbeiteten ganze Heerscharen menschlicher *computer* an der Berechnung solcher Logarithmentafeln, die jedoch unter großer Unzuverlässigkeit litten. Babbage, der zuvor das Fabrikssystem einer umfassenden Untersuchung unterzogen hatte⁴⁵, geht dieses Problem mit den Methoden der Industrialisierung an: Teilung der Arbeit in Einzelschritte (Algorithmisierung) und deren Übertragung auf Maschinen (Automatisierung).

Er stellt fest, »daß die Arbeitsteilung (...) sich mit gleichen Erfolg und gleicher Zeitersparnis auf geistige Operationen anwenden lasse« wie auf handwerkliche.⁴⁶ Die Idee schreibt er dem Mathematiker Gaspard de Prony zu, der nach der französischen Revolution beauftragt worden war, mathematische Tafeln im neu angenommenen Dezimalsystem auszuarbeiten. In Anbetracht der enormen Ausmaße des Projekts entschied sich Prony, die Tafeln arbeitsteilig errechnen zu lassen. Hierzu bildete er drei Sektionen, von denen die erste Sektion, bestehend aus fünf bis sechs erstrangigen Mathematikern, die zu benutzenden Funktionen auswählte und die zweite Sektion, bestehend aus sieben bis acht mathematisch gebildeten Personen, diese in einfache Rechenschritte zerlegte. Die Mitglieder der dritten Sektion, »an Zahl zwischen sechzig und achtzig, erhielten von der zweiten Sektion gewisse Zahlen und brachten derselben die durch bloße Additionen und Subtraktionen beendigten Tafeln zurück.«⁴⁷

45 *On the Economy of Machinery and Manufactures*, London 1832. – Babbage bezeichnet das Buch im Vorwort zur ersten Auflage »als eines der Resultate der Rechenmaschine«, da er eine »bedeutende Anzahl von Werkstätten und Fabriken, sowohl in England als auf dem Kontinent« besucht habe, »um mich mit den verschiedenen Hilfsquellen der mechanischen Künste vertraut zu machen«. (Babbage, *Die Ökonomie der Maschine* (s. Anm. 13), S. 1.) – Siehe oben, Abschnitt 1.1 auf Seite 29

46 Babbage, *Die Ökonomie der Maschine* (s. Anm. 13), S. 147.

47 Ebd., S. 149. Babbage fährt fort: »Merkwürdig ist, daß neun Zehnteile dieser Klasse nur die beiden Rechnungsarten kannten, zu deren Anwendung sie berufen waren; und daß man gewöhnlich die Berechnungen genauer befand, als die derjenigen, welche ausbreitetere Kenntnisse in der Arithmetik besaßen.« Die Vorstellung, daß die Monotonie des Arbeitsprozesses aller Arbeit, auch geistiger, zuträglich sei, ist bei Babbage notorisch. Vgl. etwa ebd., S. 135. – Diesem Prinzip folgt auch die von der modernen hierarchischen Softwareproduktion, die das Software-Design von der Implementierung (der Umsetzung

Die theoretische Grundlage der benutzten Differenzmethode bildet die Rückführung der notwendigen arithmetischen Berechnungen auf eine Reihe von einfachen Additionen und Subtraktionen. Die Anwendung der Differenzmethode ist freilich besonders fehleranfällig, da eine falsche Berechnung sich auf alle folgenden auswirkt und so das ganze Tabellenwerk unbrauchbar macht – die Automatisierung des Vorgangs durch eine Maschine war naheliegend. Babbage wandte also das Prinzip der Arbeitsteilung auch auf geistige Tätigkeiten an und führte komplizierte Arbeit auf einfache zurück. 1832 wurde ein erstes funktionsfähiges Modul der Maschine, bestehend aus 2000 Präzisionsteilen, fertiggestellt, das alle Tabellen berechnen konnte, deren dritte Differenz konstant und kleiner als 10 war. Insgesamt hatte der Feinmechaniker Joseph Clement zu diesem Zeitpunkt etwa 12 000 der vorgesehenen 25 000 Einzelteile hergestellt; die enormen Kosten des von der britischen Regierung mitfinanzierten Projekts führten allerdings zunächst zu seiner Einstellung und 1842 schließlich zu seiner Aufgabe.⁴⁸

Die von Babbage hernach in Angriff genommene Analytische Maschine gilt als der erste Universalrechner überhaupt und enthält schon alle Bestandteile eines modernen Computers: die zentrale Recheneinheit (von Babbage »mill« genannt), Arbeitsspeicher (»store«), eine Eingabeschnittstelle für Lochkarten, eine Ausgabeschnittstelle für einen Drucker sowie eine durch die Maschine selbst erweiterbare Funktionsbibliothek.⁴⁹

Die Funktionsweise der Bibliothek zeigt bereits in der Babbageschen Erläuterung den im Marxschen Sinne maschinellen Charakter der Analytical Engine. Ihr, der inkorporierten, vom Makel aller Körperlichkeit befreiten ratio, ist ein menschlicher Handlanger beigegeben, den sie nach Belieben kommandiert und stupide Hilfstätigkeiten ausführen läßt: »Wenn die Maschine dann eine Zahl aus einer Tabelle anfordere, beispielsweise den Logarithmus einer gegebenen Zahl, werde eine Glocke läuten und die Maschine zum Stillstand kommen. Der Aufseher müsse an einem bestimmten Teil der Maschine nachsehen und werde erkennen, daß der Logarithmus einer gegebenen Zahl, beispielsweise von 2303, benötigt werde. Er müsse dann zu einer Schublade gehen, welche die Pappkarten mit den Zahlen aus ihrer Logarithmustabelle enthielte, daraus die benötigte Karte entnehmen und sie in die Maschine eingeben. Die Maschine werde zunächst überprüfen, ob der Wärter den korrekten Logarithmus der Zahl eingegeben habe, und in diesem Fall ihre Arbeit damit fortsetzen. Fände die Maschine aber heraus, daß der Wärter einen falschen Logarithmus eingegeben habe, würde eine lautere Glocke erklingen und die Maschine

in ein Programm) strikt trennt, eingeschlagene Richtung – auch diese soll tendenziell automatisiert werden.

48 Eine vereinfachte Version wurde jedoch in Schweden entwickelt und fand in England einen Nachbau, der tatsächlich in Gebrauch genommen wurde.

49 Auch die Analytical Engine konnte aus ingenieurstechnischen Gründen nie gebaut werden, weshalb Babbage eine einfachere und elegantere Differenzmaschine »No. 2« entwarf, die schließlich 1991 anlässlich seines 200. Geburtstages nachgebaut wurde und heute im Londoner Wissenschaftsmuseum ausgestellt ist. Babbage ist also, wie sein deutscher Herausgeber Peter Brödner schreibt, »als Computerpionier in summa siegreich gescheitert.« (Peter Brödner, *Vorwort*. In: Babbage, *Die Ökonomie der Maschine* (s. Anm. 13), S. XX.)

zum Stillstand kommen. Bei erneuter Kontrolle der Maschine durch den Wärter würde dieser die Worte ›Falsche Tabellenzahl‹ lesen und erkennen, daß er einen falschen Logarithmus eingegeben habe, und diesen durch den richtigen ersetzen. (...) Die Analytische Maschine berechnet also zunächst ihre eigenen Tabellenwerte und stanzt sie in Karten. Diese werden vom Aufseher herbeigebracht, wenn sie benötigt werden. Die Maschine selbst aber achtet darauf, daß die richtige Karte gebracht wird, indem sie die Nummer der eingegebenen Karte anhand der Nummer der verlangten Karte verifiziert. Eine falsche Karte wird die Maschine immer zurückweisen, indem sie eine laute Glocke läutet und zum Stillstand kommt, bis sie mit genau der geistigen Nahrung gefüttert wird, nach der sie verlangt hat.«⁵⁰

Von allen vorherigen Rechenmaschinen, inklusive der von Babbage entworfenen und zwischen 1822 und 1832 teilweise gebauten *Difference Engine*, unterscheidet sich die Analytische Maschine durch ihre Programmierbarkeit. Jene waren bloß Implementierungen der Logik und versuchten sich in der klassischen *ars combinatoria*, die, wie Leibniz schrieb, »alle zahlen sich selbst rechnen« macht.⁵¹ Der Algorithmus jedoch ist die Verbindung von Logik mit Kontrolle; er läßt sich durch die simple Formel *Algorithmus = Logik + Kontrolle* begreifen.⁵² Die programmierbare Rechenmaschine mechanisiert die Logik nicht bloß, sie zerlegt zudem den Prozeß ihrer Anwendung in seine einzelnen Arbeitsschritte. Wie alle Arbeit unter dem entstehenden industriellen System wird auch die des Mathematikers der zuerst manufakturmäßigen, dann fabrikmäßigen Teilung unterworfen. Der Begriff des Algorithmus ist historisch untrennbar mit der Entwicklung der Rechenmaschine verbunden, denkbar wurde er erst im Kontext der fabrikmäßigen Organisation der Arbeit. Bezeichnenderweise vermag die Mathematik diesen für sie zentralen Begriff bis heute nicht so recht einzuordnen.⁵³

50 Charles Babbage, *Passagen aus einem Philosophenleben* (1864). Mit einem Vorwort von Bernhard J. Dotzler. Berlin: Kadmos, 1999, S. 84 ff. – Im englischen Original ist übrigens statt von »Wärter« bzw. »Aufseher« die Rede von »attendant« bzw. »assistent«, Ausdrücke also, die sehr viel stärker servil konnotiert sind, als die deutsche Übersetzung eingesteht.

51 »In Mathematicis und Mechanicis habe ich vermittelst artis combinatoriæ einige dinge gefunden die in praxis vitæ von nicht geringer importanz zu achten, und erstlich in Arithmetis eine Maschine, so ich eine LEBENDIGE RECHENBANCK nenne, dieweil dadurch zu wege gebracht wird, daß alle zahlen sich selbst rechnen, addiren subtrahiren multipliziren dividiren, ja gar radicem Quadratum und Cubicam ohne eine Mühe des Gemüths, wenn man nur die numeros datos in machina zeichnet, welches so geschwind gethan als sonst geschrieben, so kommt die summa motu machinæ selbst heraus. Und ist der nutzen noch dazu dabey, daß solange die machina nicht bricht, kein fehler im rechnen begangen werden kan; welches was für einen Nutzen in Cammern, Contorn, re militari, Feldmaßen, Tabula sinuum und Astronomi habe, und wie großer mühe es die Menschen überheben könne, leicht zu erachten.« (Gottfried Wilhelm Leibniz, *Sämtliche Schriften und Briefe*. Bd. 2.1, Darmstadt 1962, S. 160, zitiert nach Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler, »Nachwort«. In: Alan M. Turing, *Intelligence Service*. Schriften. Hrsg. von Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987, S. 209–233, S. 224.)

52 Vgl. Robert Kowalski, »Algorithm = Logic + Control.« In: *Communications of the ACM* 22.7 (1979), pp. 424–436.

53 Und genauso wenig die Kybernetik. In einem Kybernetik-Lehrbuch findet sich etwa diese

Anfänge der modernen Digitalrechner

In seiner Schrift *The Mathematical Analysis of Logic* von 1847⁵⁴ schuf der Mathematiker George Boole den ersten algebraischen Logikkalkül, der auf den Wahrheitswerten wahr und falsch beruhte. Boole formalisierte die traditionelle philosophische Logik und begründete damit die moderne mathematische Logik. Durch Umformung und Erweiterung des Booleschen Algebrakalküls entwickelten Mathematiker wie John Venn, W. Stanley Jevons, Charles Peirce, Ernst Schröder und Giuseppe Peano in der Folge die Boolesche Algebra, die eine komplette, zweiwertige Logik mit Hilfe der Wahrheitswerte *Wahr* und *Falsch* sowie der Operatoren *Und*, *Oder* und *Nicht* beschreibt.

Die Ideen Babbages wurden in den 1920er bis 1940er Jahren wieder aufgegriffen. Ingenieure wie Vannevar Bush am Massachusetts Institute of Technology (MIT) suchten Analogrechner zu konstruieren wie etwa den *Differential Analyzer*, ein ab 1927 entwickelter elektromechanischer Computer, der mit Hilfe umlaufender Wellen als »Integratoren« mehrere Differentialgleichungen gleichzeitig handhaben konnte.

Claude Shannon schuf die theoretischen Grundlagen für die Verwendung der Booleschen Algebra in digitalen Computern.⁵⁵ Shannon, der zu dieser Zeit an Vannevar Bushs *Differential Analyzer* mitarbeitete, legte in seiner 1938 veröffentlichten Masterarbeit dar, wie Schaltungsnetzwerke aus Relais, die nur zwei Zustände kennen, mit Hilfe der Booleschen Logik konstruiert werden können.⁵⁶

John Presper Eckert und John W. Mauchly griffen ab Mitte der 1940er Jahre bei der Konstruktion einer der ersten digitalen Rechenmaschinen, dem EDVAC, auf Shannons Ideen zurück. Dessen grundsätzlicher Aufbau wurde vom ungarisch-stämmigen Mathematiker John von Neumann 1945 beschrieben⁵⁷ und ist unter dem Namen von-Neumann-Architektur bekannt geworden.⁵⁸ Diese stellt bis heute die Grundlage digitaler Com-

tautologische Definition: »Automat nennen wir ein System, das in seinem Verhalten durch eine Automatentafel beschreibbar ist.« (Herbert Anschutz, *Kybernetik kurz und bündig. Kybernetik-Skelett*. 3. Aufl. Würzburg: Vogel, 1974. (1. Aufl. 1970), S. 99.)

54 George Boole, *The Mathematical Analysis of Logic. Being an Essay Towards a Calculus of Deductive Reasoning*. Cambridge and London: Macmillan, Barclay & Macmillan/George Bell, 1847. (Neudruck New York: Philosophical Library, 1948/1951).

55 Während bei dem elektromechanischen *Differential Analyzer* die Winkelstellung einer Welle jeden beliebigen Zustand annehmen konnte und der errechnete Wert also *analog* dieser Stellung abzulesen war, speicherten die ersten *digitalen*, das heißt zifferbasierten Rechner die Werte mit Hilfe von Zahnrädern. Die Präzision von Digitalrechnern ist also prinzipiell beliebig genau (aber nie unendlich) und hängt von der Anzahl der verwendeten Stellen ab, die von Analogrechnern von der Genauigkeit einerseits der Einstellung der Welle, andererseits der Messung ihrer Position.

56 Claude E. Shannon, "A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits." In: *Transactions of the AIEE* 57 (1938), pp. 713–723.

57 John von Neumann, *First Draft of a Report on the EDVAC* (1945). Contract No. W-670-ORD-4926, Between the United States Army Ordnance Department and the University of Pennsylvania Moore School of Electrical Engineering University of Pennsylvania. June 30, 1945. URL: <http://www.virtualtravelog.net/entries/2003-08-TheFirstDraft.pdf> (besucht am 06. 02. 2007).

58 Wesentliche Merkmale der von-Neumann-Architektur nahm der 1941 von Konrad Zuse

puter dar. Die von-Neumann-Architektur realisiert einen universalen Rechner mittels der über ein Verbindungssystem (dem »Systembus«) miteinander verbundenen Komponenten Rechenwerk, Steuerwerk, Speicherwerk (das sowohl Programme als auch Daten enthält) sowie Ein-/Ausgabewerk.

1.3 DIE UNIVERSALE TURINGMASCHINE

Um Algorithmen angemessen beschreiben zu können, benötigt man eine formale Sprache bzw. ein formales System, in der der Algorithmus ohne jede Zweideutigkeit ausgedrückt werden kann. Dieses formale System läßt sich in der geforderten Eindeutigkeit selbst wieder als effektives Verfahren ausdrücken. Dieses formale System entspricht, insofern mit ihm sämtliche Algorithmen beschrieben werden können, einem *universalen Algorithmus*.

Wenn man jeden bekannten Algorithmus in einer Maschine nachbauen kann, so könnte man auch das formale System in einer Maschine implementieren. Man hätte so eine *universale Maschine* konstruiert. 1936 bewies der englische Mathematiker Alan M. Turing⁵⁹, daß der Bau einer solchen Maschine möglich ist.⁶⁰

gebaute Z_3 vorweg, der als der erste funktionsfähige Digitalrechner gilt. Der Z_3 war zudem der erste programmierbare und turingvollständige Computer, allerdings basierte er auf einem mechanischen Relaisystem. Der von 1942 bis 1946 von Eckert und Mauchly entwickelte ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) benutzte Digitalröhren und gilt daher als erster *elektronischer* Digitalrechner. Der architektonische Aufbau des Z_3 war dem des ENIAC jedoch überlegen (so fehlte dem ENIAC etwa ein Befehlsspeicher), und erst dessen Nachfolger EDVAC, an dessen Aufbau von Neumann maßgeblich beteiligt war, entsprach der von-Neumann-Architektur. Die Ingenieure Eckert und Mauchly sahen im Computer eine klassische Rechenmaschine, während von Neumann, der Turings Arbeit »On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem« kannte, ihn bereits als *symbolverarbeitende Maschine* begriff. Der Computer sollte durch Anweisungen programmiert werden können, die ihrerseits lediglich veränderbare Symbole sind und durch das Programm selbst verändert werden können.

59 Zu Turing vgl. die Biographie von Andrew Hodges, *Alan Turing: The Enigma*. 2. Aufl. Computerkultur, Teil Bd. 1. Wien und New York: Springer, 1994.

60 Alan M. Turing, "On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem". In: *Proceedings of the London Mathematical Society, Second Series* 42 (1936), pp. 230–265. Deutsch: ders., »Über berechenbare Zahlen mit einer Anwendung auf das Entscheidungsproblem«. In: Ders., *Intelligence Service*. Schriften. Hrsg. von Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987, S. 17–60: »Wir können einen Mann, der gerade eine reelle Zahl berechnet, mit einer Maschine vergleichen, die nur über eine endliche Zahl von Zuständen q_1, q_2, \dots, q_R verfügt, die ihre » m -Zustände« heißen sollen. Die Maschine wird von einem »Band« versorgt, das (analog zum Papier) durch sie hindurchläuft und in Sektionen (»Felder« genannt) aufgeteilt ist, von denen jedes ein »Symbol« tragen kann. Zu jedem gegebenen Zeitpunkt ist es genau ein Feld, etwa das r -te mit dem Symbol $\mathfrak{S}(r)$, das »in der Maschine« ist. Wir können dieses Feld das abgetastete Feld nennen. Das Symbol auf dem abgetasteten Feld kann »abgetastetes Symbol« heißen. Das »abgetastete Symbol« ist das einzige, dessen sich die Maschine sozusagen »direkt bewußt« ist. Durch Änderung ihres m -Zustands jedoch kann die Maschine einige der Symbole, die sie vorher »gesehen« (abgetastet) hat, effektiv erinnern. Das mögliche Verhalten der Maschine zu jedem Zeitpunkt wird bestimmt vom m -Zustand q_n und dem abgetasteten Symbol $\mathfrak{S}(r)$. Dieses Paar, $q_n, \mathfrak{S}(r)$ soll der »Zustand« heißen: dergestalt

Vereinfacht gesagt, besteht die von Turing nachgewiesene *Universalität* im Nachweis einerseits einer Maschine, die vermittels einer Beschreibung eine zweite Maschine nachzuahmen vermag und andererseits, daß es möglich ist, daß diese zweite Maschine ebenfalls über die gleichen Eigenschaften verfügt wie die erste, also selbst wiederum eine Beschreibung anderer Maschinen anzunehmen vermag bis hin zu einer Beschreibung ihrer selbst. Die dahinterstehende Idee ist es, die Tätigkeit eines Mathematikers in einer Maschine nachzubauen. Allgemein bekannt ist, daß mathematische Gedankengänge, nachdem sie formalisiert wurden, durch bloße typographische Operationen ausgedrückt werden können. Das ist augenscheinlich beim Rechnen auf Papier der Fall. Der Rechnende folgt hier nur noch exakten Anweisungen, wie zu verfahren ist, um zum gewünschten Ergebnis zu kommen, also einem Algorithmus.⁶¹ Der die universale Maschine entwerfende Turing verwandelt zunächst den menschlichen Rechner in eine »Papiermaschine« – damit ist ein Mensch gemeint, der eine Reihe von Instruktionen exakt und unbekümmert um ihren Sinngehalt befolgt und so einen elektronischen Rechner (den es in den 1930er Jahren noch nicht gab) emuliert⁶² –, um dann diese nachzubauen zu können. Ich gebe die entsprechende Stelle aus Turings Arbeit ausführlich wieder, da sie von zentraler Bedeutung zum Verständnis des zugrundeliegenden Reduktionismus ist:

»Rechnungen werden für gewöhnlich in der Weise ausgeführt, daß bestimmte Symbole auf ein Stück Papier geschrieben werden. Wir wollen annehmen, daß dieses Stück Papier kariert ist, wie das Rechenheft eines Kindes. Beim elementaren Rechnen wird zuweilen die Zweidimensionalität des Papiers ausgenutzt. Aber diese Verwendung ist keineswegs unvermeidlich, und ich denke, man wird sich darüber einig sein, daß die Zweidimensionalität des Papiers für die Rechnung nicht wesentlich ist. Ich gehe daher davon aus, daß

bestimmt der Zustand das mögliche Verhalten der Maschine. In einigen der Zustände, in denen das abgetastete Feld leer ist (das heißt kein Symbol trägt), schreibt die Maschine ein neues Symbol aufs abgetastete Feld: in anderen Zuständen tilgt sie das abgetastete Symbol. Die Maschine kann auch das Feld ändern, das sie abtastet, aber nur durch Verschiebung um eine Stelle nach rechts oder links. Zuzüglich jeder dieser Operationen kann der *m*-Zustand geändert werden. Einige der niedergeschriebenen Symbole werden die Folge von Ziffern bilden, die den Dezimalausdruck der berechneten reellen Zahl darstellt. (...) Meine Behauptung geht nun dahin, daß diese Operationen all jene Operationen umfassen, die zur Berechnung einer Zahl gebraucht werden.« (Turing, »Über berechenbare Zahlen« (s. Anm. 60), S. 20 f.) – Joseph Weizenbaum nennt den darauf folgenden Beweis »einen der größten Triumphe der menschlichen Intelligenz«. (Joseph Weizenbaum, *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977, S. 88.)

61 Vom Rechnenden wird nur noch die Kenntnis des kleinen 1×1 verlangt. Bertrand Russells und Alfred N. Whiteheads *Principia Mathematica* etwa liegt ein formales System zugrunde, das auf wenigen Axiomen beruht und in dem mit Hilfe simpler Umformungsregeln die komplette Arithmetik abgeleitet wird.

62 Vgl. Alan M. Turing, »Intelligente Maschinen«. In: Ders., *Intelligence Service*. Schriften. Hrsg. von Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987, S. 81–113, S. 91.

die Rechnung auf eindimensionalem Papier ausgeführt wird, d. h. auf einem durch Felder unterteiltem Band. (...)

Das Verhalten des Rechnenden wird zu jedem Zeitpunkt durch die wahrgenommenen Symbole und durch seinen momentanen ›Geisteszustand‹ bestimmt. Wir gehen davon aus, daß es eine Grenze G für die Anzahl der Symbole gibt, die der Rechnende in einem Augenblick erfassen kann. Will er mehr erfassen, muß er sich einer Reihe aufeinanderfolgender Wahrnehmungsakte bedienen. (...)

Wir stellen uns die vom Rechnenden durchgeführten Operationen in ›einfache Operationen‹ aufgeteilt vor, die so elementar sind, daß es schwer fällt, sie sich noch weiter aufgespalten vorzustellen. Jede dieser Operationen besteht in irgendeiner Veränderung im physikalischen System, das vom Rechnenden und seinem Band gebildet wird. Wir kennen den Zustand des Systems, wenn wir die Symbolfolge auf dem Band, die Symbole, die vom Rechnenden (gegebenfalls mittels eines besonderen Befehls) wahrgenommen werden, und den Geisteszustand des Rechnenden kennen. (...)

Wir können nun eine Maschine konstruieren, die die Arbeit dieses Rechnenden tut. Jedem Geisteszustand des Rechnenden entspricht ein › m -Zustand‹ der Maschine. Entsprechend den vom Rechnenden wahrgenommenen G Feldern tastet die Maschine G Felder ab. Während jeder ihrer Züge kann die Maschine ein Symbol auf einem abgetasteten Feld verändern oder kann jedes der abgetasteten Felder in ein anderes, nicht weiter als L Felder von einem der anderen abgetasteten Felder entferntes, verändern. Der ausgeführte Zug und der nachfolgende Zustand werden durch das abgetastete Symbol und durch den m -Zustand bestimmt. Die gerade beschriebenen Maschinen unterscheiden sich nicht sehr wesentlich von den [oben] beschriebenen rechnenden Maschinen, und entsprechend jeder Maschine dieses Typs kann eine rechnende Maschine konstruiert werden, die dieselbe Folge, d. h. die vom Rechnenden berechnete Folge, berechnet.«⁶³

Wie aber läßt sich der »Geisteszustand« des Rechnenden begreifen? Turing benötigt eine maschinenimplementierbare Definition dieses Begriffs, die von aller vermeintlichen Metaphysik gereinigt sein muß. Er braucht einen abstrakten, auf maschinelle Funktionen *reduzierten* menschlichen Geist:

»Wir gehen (...) davon aus, daß die Rechnung auf einem Band durchgeführt wird; aber wir vermeiden es, den ›Geisteszustand‹ einzuführen, indem wir ein physikalischeres und eindeutigeres Gegenstück in Erwägung ziehen. Für den

63 Turing, »Über berechenbare Zahlen« (s. Anm. 60), S. 40 ff.

Rechnenden ist es immer möglich, seine Arbeit abubrechen, fortzugehen und alles zu vergessen, um später wiederzukommen und die Arbeit fortzusetzen. Wenn er dies tut, muß er einen Zettel mit Anweisungen (die in irgendeiner standardisierten Form abgefaßt sind) zurücklassen, aus denen hervorgeht, wie die Arbeit fortgesetzt werden soll. Diese Notiz ist das Gegenstück zum ›Geisteszustand‹.⁶⁴

Eine ausgeprägt reduktionistische Sichtweise des Menschen steht also am Beginn der Idee der universellen Maschine. Die Turingmaschine formalisiert und automatisiert einen bestimmten Tätigkeitsbereich des menschlichen Denkens, den Bereich nämlich, der sich in logischen und mathematischen Formeln ausdrücken läßt.⁶⁵ Eine Betrachtung des Menschen als Turingmaschine ist denn auch prinzipiell legitim, muß aber ihren Reduktionismus reflektieren. Bereits bei Turing aber wird der reduzierte Mensch für den ganzen gehalten: Nachdem die große Maschinerie und das Industriesystem die letzten Reste des eigenständigen Denkens endgültig von der Handarbeit geschieden und den Intellekt in die Logik des Systems und somit in die Maschine gebannt hatte, scheint diese Entwicklung nun mit der Mechanisierung noch der Kopfarbeit vollendet. Der Mensch hat sich durch Maschinen fungibel gemacht, die ihn früher oder später ersetzen werden. 1947, in einem Vortrag über die *Automatic Computing Engine* (ACE), einen neuen Digitalrechner, skizziert Turing die von ihm erwarteten Auswirkungen auf menschliche Rechner und Mathematiker: »Grob gesagt werden jene, die in Verbindung mit der ACE arbeiten, eingeteilt in ihre Herren und ihre Knechte. Ihre Herren werden Befehlslisten für sie ausarbeiten, immer weitere Möglichkeiten ihres Gebrauchs ersinnen. Ihre Knechte werden sie mit Lochkarten füttern, wie sie danach verlangt. Sie werden alle Teile richten, die falsch laufen. Sie werden die Daten zusammentragen, die sie wünscht. Tatsächlich werden die Knechte den Platz der Gliedmaßen einnehmen. Mit der Zeit wird der Rechner selbst die Funktionen sowohl der Herren als auch der Knechte übernehmen. Die Knechte werden ersetzt durch mechanische und elektrische Glieder und Sinnesorgane. (...) Für die Herren steht die Ersetzung an, weil man, sobald eine Technik stereotypisiert ist, ein System von Befehlslisten entwickeln kann, die den Elektronenrechner in die Lage versetzen, sie selbst auszuführen. Es mag jedoch geschehen, daß sich die Herren dem widersetzen werden. Sie mögen nicht willens sein, ihrer Jobs auf diese Weise durch sie beraubt zu werden. In diesem Fall würden sie ihre ganze Arbeit mit Mysterien umkleiden und in erwähltem Quatsch formulierte Ausreden erfinden, wann immer irgendein gefährlicher Vorschlag gemacht würde. Ich glaube, daß eine Reaktion dieser Art eine sehr reale Gefahr ist. Dieser Punkt führt natürlich auf die Frage, inwieweit es

64 Turing, »Über berechenbare Zahlen« (s. Anm. 60), S. 46.

65 Zur prinzipiellen Grenze dieses Bereichs vgl. die Erörterungen von Gödels Unvollständigkeitstheorem unten, Abschnitt 11.2 auf Seite 395 ff.

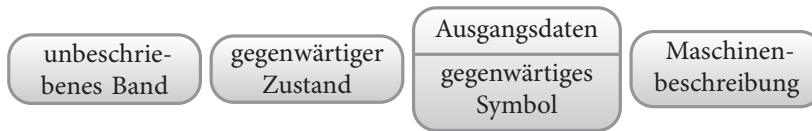


Abbildung 3: Struktur einer Turingmaschine

einer Rechenmaschine im Prinzip möglich ist, menschliche Tätigkeiten zu simulieren.«⁶⁶

Bereits zu Beginn der Entwicklung des modernen Digitalrechners stellt sich seinen Erfindern die Frage nach der Maschinenintelligenz *aus der Logik der Sache* heraus,⁶⁷ und diese Logik ist eben die der industriellen Entwicklung zugrundeliegende kapitalistische Verwertungslogik, die, obgleich die lebendige Arbeit doch ihren einzigen Wertmaßstab bildet, diese doch durch tote zu ersetzen und jede menschliche Tätigkeit in die Maschine zu bannen trachtet. »Nur weil menschliches Handeln unter bestimmten Bedingungen tatsächlich mechanischen Charakter hat, konnten überhaupt Maschinen entwickelt werden, die den Anschein machen, intelligent zu sein.«⁶⁸ Die universale Maschine stellt gleichsam die Inkarnation der Utopie des Kapitals dar: In ihr scheint die Möglichkeit einer Produktion ganz ohne Arbeit, nur aus dem Kapital heraus, möglich.⁶⁹

1936 war die Konstruktion einer solchen Maschine freilich noch Fiktion. Turing stellte sich ein Bandgerät vor, das über eine große Anzahl Relais verfügt, mit der einzelne Zustände dargestellt werden können. Das Band ist folgendermaßen bespielt:

- ▷ ein Abschnitt enthält die Beschreibung der Maschine;
- ▷ ein Abschnitt enthält die Daten, die bearbeitet werden sollen;
- ▷ ein Abschnitt dient zur Speicherung des gegenwärtigen Zustands;
- ▷ ein beliebig langer Abschnitt ist unbeschrieben.

66 Ders., »The State of the Art«. Vortrag vor der London Mathematical Society am 20. Februar 1947. In: Ders., *Intelligence Service*. Schriften. Hrsg. von Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987, S. 183–233, S. 204.

67 Dies läßt sich auch für den anderen großen Pionier der Computerentwicklung, John von Neumann, nachweisen. Dieser entwickelte seine einheitliche Theorie der Automaten, indem er Biologie und Technik gedanklich ineinander verschränkte. (Vgl. John von Neumann, *The Computer and the Brain* (1958). Deutsch: John von Neumann, *Die Rechenmaschine und das Gehirn*. München: Oldenbourg, 1960.) Für von Neumann war der Computer ein Modell, an dem das Nervensystem und die Gehirntätigkeit erforscht werden konnten, da er annahm, daß Nervensystem und Computer nach den gleichen informationstheoretischen Prinzipien aufgebaut sind. Damit war die Entwicklung geebnet für die Etablierung der Disziplin der Künstlichen Intelligenz, als deren Aufgabe der Kybernetiker W. Ross Ashby 1952 angab: »simply to copy the living brain«. (W. Ross Ashby, *Design for a Brain*. New York, 1952, zitiert nach Lars Bluma, *Norbert Wiener und die Entstehung der Kybernetik im Zweiten Weltkrieg. Eine historische Fallstudie zur Verbindung von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft*. Reihe Kritische Informatik 2. Münster: Lit, 2005, S. 153.)

68 Bettina Heintz, *Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers*. Frankfurt am Main und New York: Campus, 1993, S. 299.

69 Vgl. auch Oliver Heins, »Utopien aus Technik. Das emanzipative Potential freier Software und die Dystopie des Kapitals«. In: *Aufschrei der Utopie. Möglichkeiten einer anderen Welt*. Hrsg. von Marcus Hawel und Gregor Kritidis. Hannover: Offizin, 2006, S. 276–298.

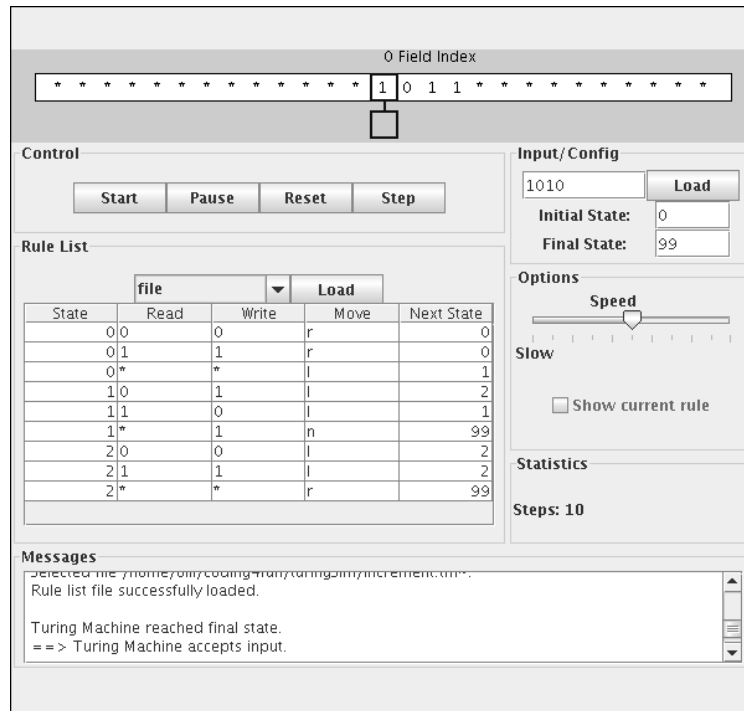


Abbildung 4: Simulation einer Turingmaschine

Die auf dem Band gespeicherte Information hat also die in Abbildung 3 auf der vorherigen Seite wiedergegebene Struktur. Eine Turingmaschine ist mithin eine Maschine, die Symbole auf einem Band liest, löscht und durch andere ersetzt und so von einem Zustand in einen anderen übergeht. Sie modifiziert eine Eingabe auf dem Band nach einem gegebenen Programm (der Maschinenbeschreibung). Das Programm stellt zu lesenden Zeichen zu schreibende gegenüber; einem jedem Eingabewert wird ein eindeutiger Ausgabewert zugeordnet. Zugleich ist festgelegt, welches Zeichen als nächstes gelesen wird, oder ob der Endzustand erreicht ist. Ist die Berechnung beendet, befindet sich das Ergebnis auf dem Band. In Abbildung 4 stellt die beispielhaft angegebene *Rule List* die Maschinenbeschreibung einer Inkrementmaschine dar: Nach einem Lauf ist die auf dem Band stehende Binärzahl um eins erhöht. Für jeden Status, indem die Maschine sich befindet, ist die Reaktion auf zu lesende Zeichen festgelegt. Im Status »0« etwa soll die Maschine beim Lesen einer »0« eine »0« schreiben, ihren Lesekopf (oben) ein Feld nach rechts bewegen und im Status »0« verbleiben. Ähnlich beim Lesen einer »1«, wo eine »1« geschrieben und der Lesekopf ein Feld nach rechts bewegt werden soll. Liest die Maschine hingegen ein leeres Feld, wechselt sie in den Status »1«, wo dann andere Regeln gelten. Der Wechsel in den Status »99« bringt sie zum halten.

Eine Turingmaschine, die in jede andere Turingmaschine mittels eines Programms transformiert werden kann, wird als *universale Turingmaschine* bezeichnet. Mit anderen Worten: Die universale Turingmaschine nimmt die Kodierung einer anderen Turingmaschine als Teil ihrer Eingabe-

be und ist infolgedessen in der Lage, eine Beschreibung von sich selbst zu verarbeiten und sich selbst zu imitieren.⁷⁰

Einige Jahre später beschrieb Turing dieses Prinzip mit Blick auf die nun geläufigen digitalen Computer (die als physische Realisierung der universalen Turingmaschine betrachtet werden können): »Diese spezielle Eigenschaft von Digitalrechnern, daß sie jede beliebige diskrete Maschine nachahmen können, beschreibt man dadurch, daß man sagt, sie seien *universale* Maschinen. Aus der Existenz von Maschinen mit dieser Eigenschaft ergibt sich als wichtige Folgerung, daß es bei Vernachlässigung von Geschwindigkeitsbetrachtungen nicht erforderlich ist, für verschiedene Rechenprozesse jeweils verschiedene Maschinen zu entwerfen. Sie alle können von ein und demselben, für den jeweiligen Fall programmierten Digitalrechner ausgeführt werden. Wir werden sehen, daß sich hieraus in gewissem Sinn die Gleichwertigkeit aller Digitalrechner ergibt.«⁷¹

Jeder moderne Computer ist im Prinzip eine Turingmaschine, und die allermeisten sind universale Turingmaschinen. Und damit kann praktisch jeder moderne Computer zumindest im Prinzip jeden anderen modernen Computer imitieren.

Was kann nun aber eine solche universale Turingmaschine leisten? Turing (und kurz vor ihm Alonzo Church) wies nach, daß sie jedes vorstellbare mathematische Problem zu lösen vermag, sofern dieses auch durch einen Algorithmus gelöst werden kann.⁷² Umgekehrt ist damit zugleich der Algorithmus definiert: Als Algorithmus kann jedes Verfahren bezeichnet werden, das umstandslos mittels einer Turingmaschine realisiert werden kann.⁷³ Mit seinem Maschinenmodell schuf Turing, wie Kurt Gödel rückblickend schrieb, »a precise and unquestionable adequate definition of the general concept of formal system. (...) A formal system can simply be defined to be any mechanical procedure for producing formulas, called proveable formulas.«⁷⁴ Ein formales System ist per definitionem bereits mechanisiert und damit durch einen Automaten darstellbar. »Formalisierung und Mechanisierung sind bedeutungsäquivalente Begriffe.«⁷⁵ Turing mußte nur noch die bereits weit aufgerissene

70 Vgl. Turing, »Über berechenbare Zahlen« (s. Anm. 60), S. 31 ff. – Es gibt zahlreiche Simulationen einer Turingmaschine. Eine in der plattformunabhängigen Programmiersprache Java geschriebene findet sich unter URL: <http://ais.informatik.uni-freiburg.de/turing-applet/>. Eine Einführung in die Programmierung einer Turingmaschine gibt Gottfried Wolmeringer, *Coding for Fun. IT-Geschichte zum Nachprogrammieren*. Bonn: Galileo Computing, 2008, S. 36–38.

71 Alan M. Turing, »Rechenmaschinen und Intelligenz«. In: Ders., *Intelligence Service*. Schriften. Hrsg. von Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987, S. 147–182, S. 159.

72 »Es ist möglich, eine einzige Maschine zu erfinden, die dazu verwendet werden kann, jede berechenbare Folge zu berechnen.« (Turing, »Über berechenbare Zahlen« (s. Anm. 60), S. 31.)

73 »Nach meiner Definition ist eine Zahl berechenbar, wenn ihr Dezimalausdruck von einer Maschine niedergeschrieben werden kann.« (Ebd., S. 19.) Wörtlich lautet die Church-Turing-These: »Die Klasse der Turing-berechenbaren Funktionen ist genau die Klasse der intuitiv berechenbaren Funktionen.«

74 Zitiert nach Heintz (s. Anm. 68), S. 51.

75 Ebd., S. 64.

Pforte durchschreiten.⁷⁶ Die komplett formalisierte Mathematik findet ihren Begründungszusammenhang nur noch in sich selbst, sie ist komplett selbstreflexiv, gleichsam autopoietisch.⁷⁷ Wir befinden uns in einem logischen Zirkel: ein Algorithmus ist etwas, das umstandslos in den Begriffen einer Turingmaschine beschrieben werden kann, und umgekehrt.⁷⁸ Der Begriff läßt sich nicht mathematisch fassen, da er das Wort »umstandslos« enthält, sondern bloß historisch erklären: Er entstammt der menschlichen Praxis der Industrialisierung und Maschinisierung, mithin der fortschreitenden Enteignung des lebendigen Produktionswissens der Produzenten; in ihm kristallisiert sich das Substrat von Herrschaft.

Doch auch wenn der Begriff des »effektiven Verfahrens« sich in seinem heutigen Bedeutungsgehalt erst mit der modernen Rechenmaschine entfalten konnte, sind Algorithmen doch dem menschlichen Handeln abgerungen und seit jeher Bestandteil angewandter Mathematik: im Rechnen und Zählen.⁷⁹ In der Regel kann der Mensch (wie viele andere Lebewesen übrigens auch) intuitiv Mengen, die aus bis zu vier Einzelteilen bestehen, erfassen. Darüber hinaus muß er zählen (die Fähigkeit dazu hebt ihn von den Tieren ab). Der »primitive« Mensch⁸⁰, der nicht über abstrakte Zahlen verfügt, zählt zunächst durch einen Vergleich: hat er etwa 23 Schafe, so legt er für jedes ein Tonkugelnchen zur Seite. Wenn die beiden Mengen später noch übereinstimmen, weiß er, daß die Schafe vollzählig sind. Da

76 Erwähnenswert in diesem Zusammenhang ist auch, daß Emil L. Post, »Finite Combinatory Processes. Formulation I« (1936). In: *The Undecidable. Basic Papers on Undecidable Propositions, Unsolvability Problems and Computable Functions*. Hrsg. von Martin Davies. 2. Aufl. Mineola, N. Y., 1993, S. 289–291, zeitgleich eine äquivalente und letztlich deckungsgleiche Definition des Algorithmusbegriffs vornimmt. Der Unterschied beider Formulierungen liegt letztlich nur darin, daß Turing eine Maschine ersinnt, Post dagegen einen Fließbandarbeiter, der die Operationen vornimmt. Turings Band und Posts Fließband sind aber praktisch identisch.

77 »Das Ergebnis ist ein reiner Kalkül, eine syntaktische Maschinerie, die, einmal in Gang gesetzt, Zeichenketten produziert, die dann zum Gegenstand der metamathematischen Untersuchung werden. Erst hier ist genau genommen jene Phase erreicht, in der die Mathematik zu einem in sich geschlossenen Zeichensystem wird. (...) Damit koppelt sich die Mathematik endgültig ab von einer wie auch immer gearteten externen Welt. Sie schafft sich eine eigene Sprache, die auf nichts mehr hinweist, die referenzlos ist und selbstreferentiell.« (Heintz (s. Anm. 68), S. 57.)

78 Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 94.

79 Vgl. zum folgenden Gedankengang Georges Ifrah, *Universalgeschichte der Zahlen*. Frankfurt am Main: Campus, 1993.

80 Ich bin mir der Problematik der Rede vom »Primitiven« bewußt. Ich benutze das Wort, um Kulturen zu bezeichnen, deren begriffliche Wahrnehmung sich nicht so stark wie die unsere von den unmittelbaren Naturprozessen gelöst hat und die durch ein »Wildes Denken« im Sinne Lévi-Strauss' bestimmt sind, setze es aber in Anführungszeichen, da es sich um einen unreflektierten Begriff handelt. Er unterstellt die notwendige Entwicklung der noch im Mythos befangenen hin zur »aufgeklärten« Gesellschaft, eine Entwicklung, die, wie Horkheimer und Adorno gezeigt haben, in ihrem unbedingten Fortschrittsglauben in Naturverfallenheit zurückfällt. Die Anthropologie hat sich dieses Problems zu entledigen versucht, indem sie anstelle von »Primitiven« von »Naturvölkern« geredet hat. Mir erscheint dieser Begriff jedoch ungleich problematischer als jener. Der Mensch ist ein »toolmaking animal«, der unmittelbar seiner Umwelt in praktisch jeder Hinsicht unterlegen ist und erst durch seine Fähigkeit, Werkzeuge herzustellen und zu benutzen, sich behauptet. Die Scheidung von der Natur bestimmt also den Menschen, und wer von »Naturvölkern« redet, spricht den so Benannten ihr Menschsein ab.

die Fähigkeit des Zählens bereits eine Abstraktion voraussetzt – jedes der Schafe entspricht einem Tonkügelchen –, werden Zahlen prinzipiell begrifflich erfassbar.

Solches begriffliches und schriftliches Erfassen ist aber zunächst noch als unmittelbare Fortsetzung des Zählens erkennbar. Das römische Zahlensystem etwa ist ein Additionssystem, das für höhere Zahlen ein je eigenes Zeichen vorsieht. Auch hier spiegelt sich die Erfahrung des Zählens noch wider.

Das uns vertraute dezimale Stellenwertsystem kommt hingegen mit den zehn Ziffern 0 bis 9 aus. Jeder Ziffer kommt neben ihrem Eigenwert noch ein von ihrer Stellung innerhalb der Zahl abhängiger Stellenwert zu. Der Stellenwert nimmt von rechts nach links jeweils um den Faktor 10 zu: Einer, Zehner, Hunderter, Tausender usw. Es handelt sich hierbei also um einen (rekursiven, das heißt sich selbst aufrufenden) Algorithmus, mit dem der Zahlenwert in eine Ziffernfolge transformiert wird.

Ihr Ursprung aus dem Zählen ist der Mathematik noch anzusehen. Das Wort Kalkül etwa leitet sich vom lateinischen *Calculus* ab: »kleiner Kieselstein«. Und auch die junge Disziplin der Informatik noch knüpft etymologisch an das Rechnen mit Fingern an: Lateinisch *digital* bedeutet »den Finger betreffend«. Die Nähe ist nicht zufällig, rechnet der elektronische Computer doch gewissermaßen mit elektronischen Fingern. Die Bedeutung der jeweiligen Fingerstellungen wie des Zustands der Bits und Bytes ergibt sich erst im Zusammenhang mit dem konkreten Algorithmus: »Ebenso wie beim Rechnen die Finger zuweilen zehntausend und zuweilen nur eins wert sind, können die Günstlinge der Könige entweder alles oder fast nichts gelten.«⁸¹

Der Computer ist also in gewisser Weise die logische Weiterentwicklung des Zählens mit Fingern, quasi ein programmierbarer Abakus. Durch die Verbindung der Mnemotechnik Abakus mit dem Algorithmus wird aus dem Werkzeug eine Maschine. Die Relevanz dieses Vorgangs wird deutlich anhand eines Streits zwischen den Anhängern der Rechenbretter und denen der (jungen) arabischen Zahlen, die auf Papier rechneten, im 16. Jahrhundert. Während jene nach ihrem Instrument *Abakisten* genannt wurden, hießen diese *Algoristen*. Der Abakus dient dem Rechnenden lediglich als Gedächtnisstütze, das schriftliche Rechnen verwandelt den Rechnenden hingegen quasi in eine Maschine: dieser folgt bloß den Verfahrensvorschriften. Der Kalkül: das um den Algorithmus angereicherte

81 Plutarch, zitiert nach ebd., S. 102. – Allerdings ist das Zählen lediglich der *historische* Ursprung der Mathematik. Mit ihrer Weiterentwicklung wurde offenbar, daß die empirische Feststellung ganzer Entitäten sich nicht als *theoretische* Grundlage für die Mathematik eignet. Zwar kann man ganze Zahlen leicht auf physische Zähler zurückführen (»ich habe 4 Kronkorken«), ebenso auch rationale Zahlen (»dieser Stock ist 2,1 m lang«), doch irrationale Zahlen können so nicht mehr dargestellt werden (es gibt keinen Stock, der genau π Zentimeter lang ist). Spätestens mit der Entdeckung nichteuclidischer Geometrien wurde offenbar, daß die Anschauung und damit auch das Zählen nicht mehr als Fundament der Mathematik taugte. Russell und Whitehead haben in der *Principia Mathematica* sämtliche mathematischen Begriffe in einfache Dinge wie Reihen zerlegt, von denen sie erst zu ganzen Zahlen gelangten. (Vgl. Bertrand Russell, *Einführung in die mathematische Philosophie*. Wiesbaden: Emil Vollmer, o. J. (1950))

Zählen, bietet eine mechanische Sicherheit – das Wissen um den Grund des Rechenerfolgs liegt gesondert im vom auszuführenden Verfahren prinzipiell abgetrennten mathematischen Beweis, so dieser denn überhaupt geführt wird: »Der Begriff des Beweises ist völlig unbekannt bei Männern, die vor allem daran interessiert sind, einen effizienten Algorithmus zur Verfügung zu haben.«⁸² Die Algoristen und mit ihnen die arabischen Zahlen und das Rechnen mit der Feder setzten sich bald durch, und in der Französischen Revolution wurde die Verwendung des Abakus in den Schulen und den Behörden verboten.⁸³

1.4 DER COMPUTER ALS AUTONOME MASCHINE

Wenn Marx schreibt, daß das Sein das menschliche Bewußtsein bestimmt, so ist diese Aussage doch zumindest ungenau. Der Begriff der »zweiten Natur« trifft das angesprochene Problem deutlich besser: Es ist die vom Menschen wesentlich selbst erschaffene Welt, die ihm als quasi natürliche gegenübertritt. Die Welt, in die der Mensch hineingeboren wird, ist durch die Handlungen der Generationen vor ihm bestimmt. Das, was doch Menschenwerk ist, erscheint ihm als natürlich gegeben.

Diese Welt hat der Mensch mit Hilfe seiner Werkzeuge erschaffen. Den Werkzeugen kommt damit auch eine metaphorische Bedeutung zu, sie sind, wie Joseph Weizenbaum in seiner Computerkritik *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft* ausführt, »Bestandteile des Materials, aus dem der Mensch in der Vorstellung die Welt wie ein Modell rekonstruiert.«⁸⁴

Computer sind Werkzeuge, die sich fundamental von den meisten bisherigen Werkzeugen unterscheiden. Weizenbaum nennt diese prothesenartige Werkzeuge, da ihr Benutzer durch sie sein Verhältnis zur Welt zu ändern vermag: Er kann sich gegen wilde Tiere zur Wehr setzen und wird vom Gejagten zum Jäger, mit Fahrzeugen schrumpfen Entfernungen und die ganze Welt wird erreichbar etc.

Es gibt neben den prothesenartigen Werkzeugen jedoch noch eine andere Art von Werkzeugen: die *autonomen Maschinen*⁸⁵. Autonome Maschinen schaffen ihre eigene Realität und mithin ein von den rea-

82 Paul Benoît, »Rechnen, Algebra und Warenhandel«. In: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Hrsg. von Michel Serres. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994, S. 350–393, S. 369. – Benoît rekonstruiert den engen Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Rechenverfahren mit dem aufstrebenden Handelskapital anhand von zeitgenössischen Lehrbüchern.

83 Vgl. Ifrah (s. Anm. 79), S. 147.

84 Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 35.

85 Weizenbaum unterscheidet nicht zwischen Werkzeugen und Maschinen. Letztere sind immer auch Werkzeuge; in dem von ihm untersuchten Kontext ist eine Definition einer Maschine als eines komplexeren Werkzeugs bereits hinreichend. Weizenbaums wesentliche Unterscheidung ist die zwischen *prothesenartigen* und *autonomen* Werkzeugen. Während jene auch ein »einfaches« Werkzeug sein können, müssen diese Maschinen sein. Weizenbaum steht damit eher in der Tradition Sigmund Freuds, der Werkzeuge und Maschinen als prothesenartige Erweiterungen des menschlichen Körpers ansah und den Menschen auf dem Weg zum »Prothesengott« wähte. Siehe auch unten, Kapitel 10.4 auf Seite 368.

len Naturprozessen losgelöstes Weltbild, das für den Durchbruch der instrumentellen Vernunft eine notwendige Voraussetzung ist. Nach Lewis Mumford ist die mechanische Uhr die erste autonome Maschine.⁸⁶

Mit der Erfindung der Uhr beginne die moderne Naturwissenschaft,⁸⁷ und mit der Vorstellung, Naturprozesse könnten allein durch Zahlen darstellbar sein, die Entfremdung von der Natur⁸⁸ – und vom Menschen selbst. Der Rhythmus der Uhr ist der Rhythmus der Maschine. Der menschliche Rhythmus, der Pulsschlag, die Atmung, tritt zurück hinter die standardisierte Zeit der industriellen Produktion in der Fabrik: „The clock, not the steam-engine, is the key-machine of the modern industrial age.”⁸⁹

Der Computer gilt Weizenbaum nun deshalb als autonome Maschine, da er einen Ausschnitt der realen Welt – den Teil nämlich, der sich rational fassen und operationalisieren läßt – vergegenständlicht und dem Menschen als objektivierte Wirklichkeit gegenüberstellt. Die neuen Prinzipien des Computers sind mithin die alten – es ist der Glaube, die Welt in ihrer Gesamtheit ließe sich durch Mathematik begreifen. Der Computer ist eine *universale* autonome Maschine, insofern er jeden Aspekt der Welt – ob physisch existent oder nur imaginiert –, der durch Mathematik auszudrücken ist, modellieren kann. In der Rückprojektion dieses Modells in die reale Welt produziert er dann seine eigene Wirklichkeit.⁹⁰

86 Lewis Mumford, *Technics and Civilization* (1934). New York: Harcourt, Brace & Co., 1947.

87 Mumford stellt fest, daß die Uhr »die Zeit von den menschlichen Ereignissen trennte und zur Entstehung des Glaubens an eine unabhängige Welt beitrug, in der alles auf mathematisch meßbare Weise abläuft: die spezielle Welt der Naturwissenschaft.« (Ebd., S. 15, zitiert nach Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 43.) Und mit Erschaffung des Computers verschafft sich diese ihren ureigenen Ausdruck. Der Computer ist der universale Ausdruck der Denkstruktur der Naturwissenschaft. Siehe auch unten, Abschnitt 9.1 auf Seite 318.

88 Diesen Punkt setzen Horkheimer und Adorno freilich etwas früher an: mit Odysseus als Prototyp des bürgerlichen Individuums. Vgl. das Odysseus-Kapitel in Max Horkheimer und Theodor W. Adorno, *Dialektik der Aufklärung. Philosophische Fragmente*. In: Max Horkheimer, *Gesammelte Schriften*. Bd. 5: »Dialektik der Aufklärung« und *Schriften 1940–1950*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1987, S. 11–290, S. 67–103. Tatsächlich beginnt diese Entfremdung bereits mit der Entwicklung des modernen Zahlbewußtseins und damit der abstrakten Zahlen überhaupt. Vgl. oben, S. 45.

89 Mumford, *Technics and Civilization* (s. Anm. 86), S. 14.

90 Die Folgen dieser Rückprojektion können durchaus verheerend sein. Am Beispiel des Vietnamkriegs zeigt Weizenbaum auf, inwieweit der Computer bzw. die durch ihn repräsentierte Logik sich verselbständigt und damit zugleich bestehende Strukturen zementiert: »Im Krieg der USA gegen Vietnam wurden Computer von Offizieren bedient, die nicht die geringste Ahnung davon hatten, was in diesen Maschinen eigentlich vorging, und die Computer trafen die Entscheidung, welche Dörfer bombardiert werden sollten und welche Gebiete eine genügend hohe Dichte von Vietkongs aufwiesen, daß sie »legitimerweise« zu Zonen erklärt werden konnten, in denen »Feuer frei« gegeben wurde, d. h. weite geographische Gebiete, über denen Piloten das »Recht« hatten, auf alles zu schießen, was sich bewegte. Selbstverständlich konnten nur solche Daten in die Maschine eingegeben werden, die »maschinell lesbar« waren, also weitgehend Zielinformationen, die von anderen Computern stammten. Und als der amerikanische Präsident beschloß, Kambodscha zu bombardieren und diese Entscheidung vor dem Kongreß geheimzuhaltend, da wurden die Computer des Pentagon darauf »getrimmt«, die ursprünglichen Einsatzberichte, die aus dem Kampfgebiet hereinkamen, in die falschen Berichte umzuformulieren, die dann

Der Computer kann so von den herrschenden Eliten als reaktionäres Mittel benutzt werden, um überkommene, längst obsolet gewordene Verhältnisse und Institutionen mit geballter Rechenkraft weiter aufrechtzuhalten.⁹¹ Diese strukturkonservative Funktion des Computers liegt nach Weizenbaum darin begründet, daß die Logik des Computers die Inkarnation der naturwissenschaftlichen, instrumentellen Vernunft ist, die eben die herrschende ist.

1.5 ABSTRAKTIONSEBENEN

Aufgrund der spezifischen Eigenschaften des Computers als universale Turingmaschine treten zwischen den Programmierer und das Ergebnis seines Programms möglicherweise etliche Abstraktionsebenen. Der Computer wird praktisch nie in der eigentlichen Maschinensprache programmiert, und auch die auf diese direkt abbildbare, ihr isomorphe Assemblersprache wird nur in zwingenden Situationen verwendet.⁹² In den allermeisten Fällen werden sogenannte *Hochsprachen* wie Basic, LISP, Fortran, Pascal, C, Java etc. benutzt, die ihrerseits in der Regel in einer Hochsprache implementiert sind.⁹³ Zudem setzt der Programmierer wahr-

den führenden Männern des Staates zugänglich gemacht wurden. George Orwells Informationsministerium war mechanisiert worden. Man hatte die Geschichte nicht nur zerstört, sondern sogar neu geschrieben.« (Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 313 f.)

- 91 Weizenbaums Bilanz über die Einführung des Computers fällt entsprechend sarkastisch aus: »Ja, der Computer kam ›gerade noch rechtzeitig‹. Aber rechtzeitig wofür? Er kam gerade noch rechtzeitig, um gesellschaftliche und politische Strukturen intakt zu erhalten – sie sogar noch abzuschotten und zu stabilisieren –, die andernfalls entweder radikal erneuert worden oder unter den Forderungen ins Wanken geraten wären, die man unweigerlich an sie gestellt hätte. Der Computer wurde also eingesetzt, um die gesellschaftlichen und politischen Institutionen Amerikas zu konservieren.« (Ebd., S. 54.)
- 92 *Maschinensprache* ist, wie der Name sagt, die Sprache der Maschine. Die CPU, die »Central Processing Unit«, weiß, an welcher Stelle im durchnummerierten und daher eindeutig adressierbaren Arbeitsspeicher des Rechners der nächste abzuarbeitende Befehl steht. Jeder Befehl wird durch einen bestimmten Zustand eines Bytes (ein Byte besteht in der Regel aus 8 Bit, wobei ein Bit als Schalter betrachtet werden kann, der in zwei Richtungen stehen kann: aus oder an, 0 oder 1) oder Wortes (ein Wort besteht typischerweise aus 16, 32 oder 64 Bit) repräsentiert. Die je spezifische Bitkombination bedeutet also einen bestimmten Befehl. Im Falle des in den 1980er Jahren populären Heimcomputers Commodore C64 steht etwa 01001100 für die Anweisung zu einer anderen, in den zwei folgenden Bytes spezifizierten, Speicheradresse zu springen und dort die Abarbeitung des Programms fortzusetzen. – Die *Assemblersprache* stellt die direkte Abbildung der Maschinensprache in eine menschenlesbare Form dar. So lautet etwa obige Sprunganweisung in C64-Assemblersprache geschrieben JMP. Zwischen Assembler- und Maschinensprache besteht eine ein-eindeutige Beziehung. Jedoch ist das in Assemblersprache geschriebene Programm durch den Computer nicht direkt ausführbar, es muß erst *assembliert* werden, wofür ein spezielles Programm namens *Assembler* benutzt wird. Wesentlich ist, daß die Beziehung zwischen Assembler- und Maschinensprache direkt isomorph ist, so daß viele Assemblerprogrammierer von sich selbst sagen, sie programmierten in Maschinensprache.
- 93 Hochsprachen spiegeln nicht die Struktur der Maschine wider, auf der sie laufen. Sie sind zwar in der Regel selbst universal (das heißt in ihnen könnte etwa wieder eine Simulation eben dieser Maschine implementiert werden, in der eine in der nämlichen Hochsprache implementierte Simulation der Maschine läuft usw.), ihnen liegt aber eine andere Grundidee als der Maschinensprache zugrunde. Je bestimmte Hochsprachen

scheinlich fremde Funktionsbibliotheken ein, und ein Programm von hinlänglicher Komplexität ist in seinen Wechselwirkungen kaum noch oder gar nicht mehr zu durchschauen. Mit anderen Worten: Manche Programme sind in der Lage, ein Eigenleben zu entfalten und vor den Augen des Programmierers aus ihren Siliziumköpfen Grillen zu entwickeln und aus freien Stücken zu tanzen zu beginnen.⁹⁴

eigen sich besonders für je bestimmte Einsatzgebiete. Zwar ist das komplette Potential des Computers bereits auf Ebene der Maschinensprache vorhanden, jedoch weisen die spezifischen Befehle einer Sprache in bestimmte Richtungen. Ebenso wie Assemblerprogramme sind in einer Hochsprache geschriebene Programme nicht direkt lauffähig. Der menschenlesbare *Quelltext* muß zunächst *kompiliert*, das heißt durch einen *Compiler* in ein maschinenlesbares *Kompilat* verwandelt bzw. mittels eines *Interpreters* zur Laufzeit in Maschinensprache übersetzt werden. Ob eine Sprache kompiliert oder interpretiert wird, ist nicht unmittelbar in der Struktur der Sprache angelegt. Prinzipiell könnte man jede Hochsprache sowohl interpretieren wie kompilieren lassen; jedoch legen die spezifischen Einsatzgebiete einer Sprache häufig eine bestimmte Methode nahe. Sprachen, die sich besonders für schnell geschriebene Skripte eignen, die womöglich oft angepaßt werden sollen, sind sogenannte *Interpretersprachen*; große, komplexe Programme, bei denen es auch auf eine möglichst hohe Ausführungsgeschwindigkeit ankommt, werden in der Regel kompiliert. Ein Beispiel für die enorme Komplexität gegenwärtiger Softwareentwicklung stellt der in jüngster Zeit starke Trend zu einem Mix aus beiden Methoden dar (etwa bei Suns *Java*, Microsofts *.Net*, der freien Software *Perl 6* oder *Javascript* in modernen Webbrowsern): Der Quelltext der Programme wird in einer ersten Stufe in einen speziellen Maschinencode für eine *virtuelle Maschine* kompiliert, der so entstandene *Byte-Code* dann von der virtuellen Maschine (die ja auch nur ein Programm darstellt) gewissermaßen interpretiert. – Die Universalität der Turingmaschine drückt sich auch darin aus, daß die Grenze zwischen Soft- und Hardware nicht nur in virtuellen Maschinen aufgehoben wird, sondern bereits im Prozeß moderner Prozessorentwicklung verschwimmt. Heute gängige Mikroprozessoren sind hochintegriert und in ihren Strukturen derart klein, daß sie nicht mehr von Hand entworfen werden können. In speziellen Sprachen wird der logische Entwurf einer CPU programmiert, und ein Hochleistungsrechner erzeugt das »Routing« der Leiterbahnen, das heißt er sucht eine optimale Anordnung mit möglichst wenig Transistoren sowie minimaler Verlustleistung zu ermitteln. So kompiliert ist der neue Prozessor sowohl als virtuelle, testfähige Maschine wie als Bauplan verfügbar. Das Layout der Leiterbahnen der CPU fällt folgerichtig auch unter das Urheberrecht, während der geistige Eigentumsschutz von Hardware ja üblicherweise vom Patentrecht abgedeckt wird. – Diese Virtualität war der Entwicklung der Rechenmaschinen seit Babbage eigen. Babbage erfand für die Konstruktion seiner Analytischen Maschine eine symbolische Sprache, die »Mechanische Notation«. Babbage schreibt der mit der Mechanischen Notation beschriebenen Maschine reale Existenz zu: »Mit Hilfe der Mechanischen Notation wurde die Analytische Maschine Wirklichkeit, weil sie demonstrierbar wurde.« (Babbage, *Passagen aus einem Philosophenleben* (s. Anm. 50), S. 79.) Babbages Behauptung, daß mittels der Mechanischen Notation »wir jetzt zu beweisen in der Lage [sind], daß eine bestimmte Maschine existieren kann oder nicht und daß sie, wenn sie existieren kann, das gewünschte Ziel erreichen kann« (ebd., S. 100), antizipiert das von David Hilbert formulierte »Entscheidungsproblem«. Turing zeigte jedoch in seiner bereits erwähnten Arbeit, daß es nicht möglich ist, für jede Maschine festzustellen, ob sie zu irgendeinem Zeitpunkt ihre Berechnung beendet. Vgl. unten, Abschnitt 11.2 auf Seite 401.

94 Der Vater der Kybernetik, Norbert Wiener, hat bereits 1960 auf das Problem des Verstehens des eigenen Geschöpfs aufmerksam gemacht: »Es ist gut möglich, daß wir aus prinzipiellen Gründen keine Maschine zu bauen vermögen, deren Verhaltenskomponenten wir nicht früher oder später verstehen können. Aber das bedeutet noch lange nicht, daß wir in der Lage sein werden, diese Komponenten innerhalb einer wesentlich geringeren Zeitspanne zu verstehen als sie erforderlich ist, um die Maschine zu installieren oder selbst innerhalb jeder vorgegebenen Anzahl von Jahren oder Generationen ... Das wirklich intelligente Begreifen des Funktionierens (einer Maschine) kann der Erledigung

Die Gedanken des Programmierers nehmen im Computer virtuelle Realität an und vergegenständlichen sich dort. Verständnis ergibt sich erst aus der Erfahrung dieser Manifestation, wie auch Weizenbaum schreibt: »Der Glaube, man könne nichts programmieren, was man nicht durch und durch verstehe (...) geht an der Tatsache vorbei, daß das Programmieren, wiederum wie jede Form des Schreibens, in der Mehrzahl der Fälle experimentellen Charakter hat. Man programmiert, genau wie jemand etwas schreibt, nicht, weil man etwas versteht, sondern um zu einem Verständnis zu gelangen. Programmieren ist ein Akt des Entwerfens. Ein Programm zu schreiben bedeutet, einer Welt Gesetze zu geben, die man zunächst in seiner Phantasie erschaffen muß. Nur in sehr seltenen Fällen hat ein Planer, sei er Architekt, Schriftsteller, Romancier oder was auch immer, ein derart zusammenhängendes Bild der Welt, die in seiner Phantasie entsteht, daß er deren Gesetze aufstellen kann, ohne daß eine Kritik seitens dieser Welt selbst möglich ist. Und die ist genau das, was der Computer uns bieten kann.«⁹⁵

Bemerkenswert ist, daß Weizenbaum die Tätigkeit des Programmierens als einen kreativen Akt begreift – als Kunst, als Form von Literalität. »Die sich [aus dem beschränkten Vokabular der Programmiersprachen, O. H.] ergebenden Schwierigkeiten haben ihre Ursache genausowenig in einer starren Syntaktik als etwa die Schwierigkeiten beim Schreiben eines guten Sonettes in der rigiden Form begründet sind, die bei dieser Art Gedicht verlangt wird. Um ein gutes Sonett oder ein gutes Programm zu schreiben, muß man wissen, was man sagen möchte.«⁹⁶

Obwohl aus einem reduktionistischen Akt geronnen, eröffnet der Computer seinem Programmierer ein Feld von kreativen Möglichkeiten. Der den Computer Programmierende ist keinesfalls der ursprünglichen Reduktion unterworfen; der Computer bildet ihm ein Medium zur kreativen Interaktion und damit die Möglichkeit, den initialen Reduktionismus zu überschreiten. Weizenbaum etwa setzt den Akt des Verstehens beim Programmieren in Beziehung zum literarischen Schreiben und nicht zur Konstruktion einer Maschine, wie etwa Lord Kelvin dies noch verstand.⁹⁷ »Die erfolgreiche Problemlösung eines Computers wird oft als Beweis dafür angesehen, daß dieser oder der Programmierer ein Verständnis vom Vorgang des Problemlösens hätten. Ein solcher Schluß ist nicht nur

der Aufgabe, die ihr ursprünglich gestellt war, weit nachhinken ... Das bedeutet auch, daß Maschinen zwar theoretisch der menschlichen Kritik unterliegen, die Kritik aber nicht wirksam wird, weil sie zu spät kommt und nicht mehr relevant ist.« (Norbert Wiener, "Some Moral and Technical Consequences of Automation." In: *Science* CXXXI (1960), pp. 1355–1358, S. 1355, zitiert nach Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 306.)

95 Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 151.

96 Ebd., S. 153.

97 »Ich bin erst dann zufrieden, wenn ich von einer Sache ein mechanisches Modell herstellen kann. Bin ich dazu in der Lage, dann kann ich sie verstehen. Wenn ich mir nicht in jeder Hinsicht ein Modell machen kann, dann kann ich sie auch nicht verstehen.« Diese Sätze stammen vom Beginn der letzten zwanzig Vorlesungen, die William Thomson (alias Lord Kelvin) im Oktober 1884 an der John Hopkins Universität in Baltimore gehalten hat. Vgl. Robert Kargon and Peter Achinstein (eds.), *Kelvin's Baltimore Lectures and modern theoretical Physics. Historical and Philosophical Perspectives*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1987, S. 206.

unnötig, sondern in den meisten Fällen auch völlig irre. Die Beziehung zwischen Verstehen und Niederschreiben bleibt damit genauso problematisch für das Programmieren von Computern wie sie es seit jeher für das Schreiben in irgendeiner Form gewesen ist.«⁹⁸

Computerprogramme sind also zu einem guten Teil autonom. Der Computer konstituiert eine eigenständige Welt, die, obzwar sie theoretisch vollständig determiniert ist, durch ihre hohe Komplexität doch zugleich unbestimmt ist. Wie sehr Computerprogramme Autonomie entfalten können und ihre Programmierer in stille Beobachter zu verwandeln vermögen, wird erkennbar in Steven Levys Beschreibung von LIFE in seinem Buch *Hackers*. LIFE ist ein Mittelding zwischen einer Simulation und einem Computerspiel. Das Programm beginnt mit einer frei wählbaren Anordnung von Zellen, die, bestimmt durch ein spezifisches Regelwerk, von Generation zu Generation mutieren, sich spalten oder absterben. Während viele Hacker LIFE langweilig oder unverständlich finden, ist Bill Gosper dem Programm regelrecht verfallen: “To Gosper, LIFE was much more than your normal hack. He saw it as a way to ‘basically do science in a new universe where all the smart guys haven’t already nixed you out two or three hundred years ago. It’s your life story if you’re a mathematician: every time you discover something neat, you discover that Gauss or Newton knew it in his crib. With LIFE you’re the first guy there, and there’s always fun stuff going on. You can do everything from recursive function theory to animal husbandry. There’s a community of people who are sharing these experiences with you. And there’s the sense of connection between you and the environment. The idea of where’s the boundary of a computer. Where does the computer leave off and the environment begin?’ (...) He began to wonder what the consequences would be if a giant supercomputer were dedicated to LIFE... and imagined that eventually some improbable objects might be created from the pattern. (...) It would not be randomness which determined survival, but some sort of computer Darwinism. (...) Gosper thought that these LIFE forms would have *contrived* to exist – they would actually have evolved into intelligent entities.”⁹⁹

1.6 IM BANN DER ARTIFIZIELLEN INTELLIGENZ

Computer ordnen die Beziehung zwischen Theorien und Modellen völlig neu. Ein Computerprogramm ist sowohl eine in der Form eines Algorithmus’ formulierte Theorie wie auch zugleich ein Modell, auf das die Theorie Anwendung findet.¹⁰⁰ Das Charakteristikum des Computerprogramms, Theorie und Modell in einem zu sein, wird jedoch dadurch begleitet, daß

⁹⁸ Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 153 f.

⁹⁹ Steven Levy, *Hackers. Heroes of the Computer Revolution* (1984). London et al.: Penguin Books, 1994, S. 147 f. – Levy ist ebenfalls von dem Programm fasziniert, so stark, daß er es zum Anlaß nimmt, ein ganzes Buch darüber zu schreiben: ders., *KL – Künstliches Leben aus dem Computer*. München: Droemer Knauer, 1993.

¹⁰⁰ Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 180 ff.

ein Theorieflickenteppich nicht sofort und intuitiv zu entdecken ist¹⁰¹ wie etwa bei einer Theorie, die in einer natürlichen Sprache formuliert ist. Solange ein Computerprogramm funktioniert, scheint es wahr zu sein.

Eine Metapher stellt eine Übertragung von Einsichten aus dem Kontext, in dem sie gewonnen wurden, in einen anderen Kontext dar. Wenn eine wissenschaftliche Einsicht in das Alltagsbewußtsein übergeht, erfährt sie eine Bedeutungstransformation. Die Öffentlichkeit weiß, daß ein Computer eine »universale Turingmaschine« ist, und daß das bedeutet, daß prinzipiell jedes »effektive Verfahren« von einem Computer durchgeführt werden kann. Weizenbaum spricht diesbezüglich von einer »ungerechtfertigten Verallgemeinerung der Worte ›effektiv‹ und ›Verfahren‹« und einer daraus resultierenden Neudefinition dessen, was als Verständnis gilt. »Für alle, die sich ganz im Bann der Computermetapher befinden, bedeutet *X* zu verstehen, daß man in der Lage ist, ein Computerprogramm zu schreiben, daß *X* realisiert.«¹⁰²

Dieses Mißverständnis ergreift jedoch nicht nur den Alltagsmenschen, sondern auch die Wissenschaft. In dieser Betrachtungsweise wird der Begriff Verständnis dahingehend umdefiniert, daß nur noch das als verstanden gilt, was mit einem Computerprogramm modelliert werden kann.¹⁰³ Der Behauptung der positivistischen Wissenschaft, viele geisteswissenschaftliche Theorien würden, wenn man versuche, sie in ein Computerprogramm zu transformieren, ihre dürftige Struktur offenbaren, läßt sich entgegensetzen, daß es auch Theorien gibt, die sich deshalb nicht einfach in ein Computermodell übertragen lassen, da sie keinem einfachen mathematischen Aufbau folgen. Der Mensch wird von der computerbasierten Psychologie als ein bloßes Objekt betrachtet, das von einem als fehlerhaft diagnostizierten Zustand in einen anderen, erwünschten gebracht werden soll. Er wird von dieser einer reinen Zweck–Mittel-Rationalität unterworfen.¹⁰⁴ Gleich der positivistischen Psychologie betrachtet die Artifizielle Intelligenz (AI) den Menschen prinzipiell als ein informationsverarbeitendes System. In der Logik der AI gälte der Mensch mit seiner Emulation im Computerprogramm als verstanden.¹⁰⁵ Mit Hilfe des Computers kann man den Menschen jedoch lediglich als informationsverarbeitendes System modellieren, was dieser zwar *auch* ist – aber eben *nur* auch. Der Mensch geht darin nicht auf; und wenn der Blick lediglich auf diesen einen Aspekt gelegt

101 Man müßte dazu erst den Quellcode untersuchen.

102 Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 211. – Die sich im Bann der Computermetapher Befindenden unterliegen freilich Lord Kelvins Weltbild.

103 Wenn Marvin Minsky, *Mentopolis*. Stuttgart: Ernst Klett, 1990, S. 328, die Artifizielle Intelligenz definiert als »das Forschungsgebiet, das sich damit befaßt, Maschinen Handlungen beizubringen, die nach Ansicht der Menschen Intelligenz voraussetzen«, ist das zunächst einmal legitim. Der nachfolgende Satz zeigt jedoch, daß die hierin liegende zweckrationale Reduktion unreflektiert bleibt und die Maschinenmetapher auf den Menschen rückübertragen wird: »Es gibt keine klare Grenze zwischen der Psychologie und Artifiziereller Intelligenz, weil das Gehirn selbst eine Art Maschine ist.«

104 Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 241.

105 Diese Idee findet sich bereits bei Turing. Vgl. unten, S. 385 ff.

wird, erscheint dieser als das Ganze und wird in seiner Partikularität unwahr.

Das neo-mechanistische Menschenbild der modernen Computerwissenschaft und Kybernetik wird eindrucksvoll durch ein Zitat des Politikwissenschaftlers und AI-Pioniers Herbert A. Simon bezeugt:

»Eine Ameise, betrachtet als System mit bestimmtem Verhalten, ist recht einfach. Die scheinbare Komplexität ihres Verhaltens in der Zeit spiegelt weitgehend die Komplexität der Umwelt wider, in der sie sich befindet.

(...) [Aus weiter oben dargelegten Gründen] sollte die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Hypothese nicht davon abhängen, ob Ameisen bei detaillierter Betrachtung einfache oder komplexe Systeme sind. Auf der Zellen- oder Molekularstufe sind Ameisen nachweislich komplex, aber die mikroskopischen Details der inneren Umgebung können für das Verhalten der Ameise bezüglich der äußeren Umgebung höchst irrelevant sein. Deshalb könnte ein Automat, trotz völliger Andersartigkeit auf mikroskopischer Ebene, das grobe Verhalten der Ameise simulieren.

In diesem Kapitel möchte ich diese Hypothese untersuchen, jedoch mit dem Wort ›Mensch‹ anstelle von ›Ameise‹.

Ein Mensch, betrachtet als System mit bestimmtem Verhalten, ist recht einfach. Die scheinbare Komplexität seines Verhaltens in der Zeit spiegelt weitgehend die Komplexität der Umwelt wider, in der er sich befindet.

(...) Ich selbst glaube, daß die Hypothese für den ganzen Menschen gilt.¹⁰⁶

Das Ziel der Artifiziiellen Intelligenz besteht freilich in nichts Geringerem als der Abschaffung des Menschen und seiner Ersetzung durch die Maschine. Hans Moravec etwa faßt den menschlichen Geist als eine vom Körper getrennte Struktur auf. Der Denkprozeß benötige lediglich eine

¹⁰⁶ Herbert A. Simon, *Die Wissenschaften vom Künstlichen* (1969/1981). 2. Aufl. Wien und New York: Springer, 1994, S. 47. – Simon, der bei Rudolf Carnap Logik studiert hatte und der Chicagoer Schule um Milton Friedman nahestand, sah sich als »mathematischen Sozialwissenschaftler« und erforschte die Prozesse der Entscheidungsfindung innerhalb von Organisationen mit Hilfe von Computersimulationen. 1978 erhielt er für diese Arbeit den Nobelpreis für Wirtschaftswissenschaften. Im Bereich der Artifiziiellen Intelligenz leistete Simon Grundlagenforschung. Zusammen mit Allen Newell entwickelte er 1956 die *Logic Theory Machine*, die den Beweis von 38 Theoremen aus der *Principia Mathematica* von Bertrand Russell und Alfred North Whitehead führte, sowie ein Jahr später den *General Problem Solver* (GPS). GPS gilt als erste Realisierung eines allgemeinen Problemlösungsverfahrens, das in der Lage sein sollte, mittels Problemreduktion aus Informationen über bestimmte Probleme eine Lösungsstrategie zu entwickeln. Obwohl der Ansatz als gescheitert gilt, hat ihm die *Association for Computing Machinery* (ACM) gemeinsam mit Newell 1975 den *A. M. Turing Award* für seine Verdienste um die Artifiziielle Intelligenz und (in diesem Zusammenhang) der Entwicklung der Kognitiven Psychologie zugesprochen. Mit Newell gründete er das Labor für Artifiziielle Intelligenz an der Carnegie Mellon Universität; gemeinsam mit diesem sowie Marvin Minsky und John McCarthy, die das AI-Lab am MIT in Boston gründeten, gilt Simon als einer der Gründerväter der AI.

wie auch immer geartete »Hardware«, derer er sich bedienen kann, und sei prinzipiell übertragbar. »Bleibt der Prozeß erhalten, so bleibe auch ich erhalten; der Rest ist Sülze.«¹⁰⁷ Der in der öffentlichen Debatte sehr engagiert für die Artifizielle Intelligenz eintretende Marvin Minsky vom MIT sieht wie Moravec in der Entwicklung der Maschinenintelligenzen ein Fortschreiten der Evolution. Wir selbst werden uns sukzessive von den Beschränkungen der Körperlichkeit befreien können: »Am Ende wird es möglich sein, jedes Teil unseres Körpers und unseres Gehirns auszutauschen und damit alle Defekte und Beschädigungen zu reparieren, die unser Leben so kurz machen. Es versteht sich, daß wir uns dadurch in Maschinen verwandeln.«¹⁰⁸ Damit stellen sich natürlich auch neue ethische Probleme; wenn sich die Menschen weiterhin so ungehemmt fortpflanzen wie bisher, ohne jedoch nach gewisser Zeit abzutreten, wäre die Erde bald hoffnungslos überfüllt: »Wie viele Menschen sollten die Erde bewohnen? Welche Menschen sollten das sein? Wie sollten wir den zur Verfügung stehenden Raum aufteilen? Ganz offensichtlich müssen wir unsere Vorstellungen über die Erzeugung weiterer Nachkommen revidieren. Eine Persönlichkeit entsteht heute durch ein zufälliges Zusammentreffen zweier Erbanlagen. Eines Tages könnte sie hingegen nach sorgfältig bedachten Wünschen planvoll zusammengesetzt werden.«¹⁰⁹ In diesen wilden Phantasien zeigt sich die Affinität von Wissenschaft und kapitalistischer Produktionsordnung. Die natürliche Faktizität des Lebens soll durch Maschinenmenschen und Menschmaschinen ersetzt werden.¹¹⁰

Grundvoraussetzung für ein den Menschen emulierendes Computerprogramm ist zwingend das Verständnis natürlicher Sprache. Natürliche Sprachen besitzen jedoch bei weitem nicht die Eindeutigkeit von Programmiersprachen.

Zum Verstehen eines Textes ist der kontextuelle Rahmen von wesentlicher Bedeutung. Je nach Kontext hat ein Wort verschiedene Bedeutungen, die Maschine muß diese sowohl kennen wie auch zuordnen können. Die Maschine benötigt also eine enorme Datenbasis, vergleichbar mit dem Wissen eines Menschen über die Welt. Bis heute versucht die AI deshalb, eine solche Datenbasis zu erstellen.¹¹¹

107 Hans Moravec, *Mind Children. Der Wettlauf zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz*. Hamburg: Hoffmann u. Campe, 1990, S. 163, vgl. auch S. 240.

108 Marvin Minsky, »Werden Roboter die Erde beherrschen?« In: *Spektrum der Wissenschaft* Spezial 3: Leben und Kosmos (1994), S. 80–86, S. 83.

109 Ebd., S. 86.

110 Vgl. André Gorz, *Wissen, Wert und Kapital. Zur Kritik der Wissensökonomie*. Zürich: Rotpunkt, 2004, S. 99 ff. – Diese Gedanken finden ihre Ergänzung in den Äußerungen des 1991 verstorbenen Bioethikers und Harvard-Professors Joseph Fletcher: »Wir stellen fest, daß der Uterus ein dunkler und gefährlicher Ort ist, eine Region voller Gefahren. Es muß unser Wunsch sein, daß unsere potentiellen Kinder sich an einem Ort befinden, wo sie sich so gut wie möglich überwachen und beschützen lassen können.« (Zitiert nach ebd., S. 99.)

111 Schon John McCarthy, der 1962 vom MIT nach Stanford gegangen war und dort das Institut für Künstliche Intelligenz (Stanford AI Lab – SAIL) gegründet hatte, wollte die gesamte Realität in einem logischen System formalisieren: »Der einzige Grund dafür, daß es uns bisher nicht gelungen ist, jeden Aspekt der realen Welt zu simulieren, ist der, daß wir noch nicht über ein genügend leistungsfähiges Rechenprogramm verfügen. Ich

Angenommen, eine Maschine verfügte über diese enorme Datenbasis, stellt sich die Frage, wie nun diese Maschine einen in natürlicher Sprache gesprochenen Satz verstehen soll. Der AI zufolge gilt als verstanden, was in einem Computerprogramm erfolgreich umgesetzt werden kann. Entsprechend diesem reduzierten Verständnisbegriff betrachtet sie den gesprochenen Satz als »gegebenes Objekt«, das in seine begriffliche Tiefenstruktur, das »gewünschte Objekt«, transformiert werden soll. Die begriffliche Tiefenstruktur muß in einer eindeutigen Sprache ohne jede Mehrdeutigkeit formuliert sein. Dies erinnert stark an John Wilkins' Versuch der Konstruktion einer »philosophischen Sprache«, den der erste Sekretär der Royal Society bereits Mitte des 17. Jahrhunderts unternahm.¹¹² Die AI bleibt den Anfängen des mechanistischen Denkens strukturell verhaftet.

Solches Verstehen bleibt, insofern es lediglich kühl von der Analyse zur Synthese fortschreitet, notwendig unvollständig und damit falsch. Vielleicht mag es den gegebenen Satz nach allen Regeln der Kunst und der modernen Kommunikationspsychologie in die vier semantischen Ebenen von Sachinhalt, Selbstoffenbarung des Sprechers, Beziehungshinweis sowie Appell¹¹³ scheiden und analysieren und so die begriffliche Tiefenstruktur vollständig erfassen, doch wird es wohl bereits an einem einfachen Satz wie »Möchtest du heute abend mit mir essen?« scheitern, wie Weizenbaum eindrucksvoll in einem einzigen Satz aufzeigt: »Selbst wenn ein Computer Gefühle der Verzweiflung und Liebe simulieren könnte, ist er damit auch in der Lage, verzweifelt und verliebt zu sein?«¹¹⁴

1.7 VERKÖRPERUNG DER INSTRUMENTELLEN VERNUNFT

Mit der Verkürzung von Rationalität auf instrumentelle Vernunft geht die *Anthropomorphisierung des Computers* einher. Wie die Vernunft ist

arbeite zur Zeit an diesem Problem.« (BBC-Sendung, Zweites Programm vom 30. August 1973, zitiert nach Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 266.) Manche Wissenschaftler glauben, die notwendige Datenbasis im World Wide Web gefunden zu haben und wollen die Suchmaschine Google benutzen, um dieses Wissen zu erschließen. Vgl. Florian Rötzer, »Computer ergooglen die Bedeutung von Worten«. In: *telepolis* (27. Jan. 2005). URL: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/19/19326/1.html> (besucht am 16. 02. 2005).

112 Zur Entwicklung »philosophischer« und »universeller Sprachen« vgl. Mary M. Slaughter, *Universal languages and scientific taxonomy in the seventeenth century*. Cambridge, New York, and Melbourne: Cambridge Universal Press, 1982. Eine literarische Verarbeitung findet sich bei Jorge Luis Borges, »Die analytische Sprache von John Wilkins« (1952). In: Ders., *Gesammelte Werke*. Bd. 3: *Inquisitionen. Vorworte*. Hrsg. von Gisbert Haefs und Fritz Arnold. München: Hanser, 2003, S. 109–113; eine weitere, in eine Beschreibung der scientific community und der Gelehrtenrepublik des 17. Jahrhunderts eingearbeitete, bei Neal Stephenson, *Quicksilver*. München, 2004, S. 147 ff. – Die Wissenschaftler des 17. Jahrhunderts waren besorgt, daß die natürliche Sprache wegen ihrer Ungenauigkeit den wissenschaftlichen Fortschritt hindert. Ähnliche sprachphilosophische Entwürfe machten neben anderen Francis Bacon, René Descartes, Isaac Newton, Robert Boyle, Robert Hooke, John Wallis, Christopher Wren, John Ray, John Evelyn, Johann Amos Comenius, Martin Mersenne, Athanasius Kircher und Gottfried Wilhelm Leibniz.

113 Vgl. zu den verschiedenen Ebenen einer Nachricht Friedemann Schulz von Thun, *Miteinander Reden*. Reinbek bei Hamburg, 1981.

114 Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 265.

jedoch auch die menschliche Sprache nicht auf Zweckrationalität zu reduzieren. Dinge werden in der Alltagssprache nicht bloß mit Worten benannt, um sie umzuformen und unmittelbare Ziele zu erreichen. Funktionalität bezeichnet im Kontext der menschlichen Sprache etwas anderes als im Kontext der Computersprachen.

Als *menschliche*, also vom Menschen erdachte und ausgeübte Wissenschaften sind selbst die scheinbar objektiven Naturwissenschaften nicht vor Subjektivität und Intuition gefeit. Auch wenn der Naturwissenschaftler stets darum bemüht ist, »bei seinen Urteilen sich selbst auszuschalten«¹¹⁵, so ist doch bereits die Tatsache des Messens Beweis seiner Präsenz und wirkt, wie Werner Heisenberg gezeigt hat, auf das Gemessene ein.¹¹⁶ Und nach Kurt Gödels Unvollständigkeitssatz enthalten selbst die reine Logik und die Mathematik in sich notwendig die menschliche Intuition.¹¹⁷ Es gibt in der Mathematik intuitives, das heißt nicht formuliertes Wissen. Wenn es gelingt, dieses zu formulieren, so nur, weil der menschliche Geist bereits intuitiv zu neuem, nicht formuliertem Wissen fortgeschritten ist. Es gibt dieses intuitive Wissen *notwendig*.¹¹⁸ Wahrheit und formale Beweisbarkeit gehen nicht ineinander auf.

Es existieren also notwendigerweise Probleme, die von Menschenhand konstruierten Maschinen fremd sein müssen. Diesen steht nur ein Bereich der Vernunft zur Verfügung: der der Zweckrationalität. Zwar kann fast jeder Bereich in Begriffen dieser Rationalität beschrieben, jedoch nicht erfaßt werden. Die »starke« AI-Forschung¹¹⁹ ist bis heute an ihrer

115 Karl Pearson, *The Grammar of Science*. London, 1911, zitiert nach Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 46.

116 Die nach Heisenberg benannte Unschärfe- bzw. Unbestimmtheitsrelation besagt, daß es unmöglich ist, zugleich den Ort und die Geschwindigkeit eines Elementarteilchens zu bestimmen, da der Meßvorgang notwendig auf das Teilchen einwirkt. Man kann nicht mehr vom Teilchen losgelöst vom Beobachtungsvorgang sprechen. »Dies hat schließlich zur Folge, daß die Naturgesetze, die wir in der Quantentheorie mathematisch formulieren, nicht mehr von den Elementarteilchen an sich handeln, sondern von unserer Kenntnis der Elementarteilchen. Die Frage, ob diese Teilchen ›an sich‹ in Raum und Zeit existieren, kann in dieser Form also nicht mehr gestellt werden (...). Die Vorstellung von der objektiven Realität der Elementarteilchen hat sich also in einer merkwürdigen Weise verflüchtigt, nicht in den Nebel irgendeiner neuen, unklaren oder noch unverstandenen Wirklichkeitsvorstellung, sondern in die durchsichtige Klarheit einer Mathematik, die nicht mehr das Verhalten des Elementarteilchens, sondern unsere Kenntnis dieses Verhaltens darstellt. Der Atomphysiker hat sich damit abfinden müssen, daß seine Wissenschaft nur ein Glied ist in der endlosen Kette der Auseinandersetzungen des Menschen mit der Natur, daß sie aber nicht von der Natur ›an sich‹ sprechen kann.« (Heisenberg, *Das Naturbild der heutigen Physik* (s. Anm. 9), S. 12.) – Diese Erklärung ist auch als »Kopenhagener Deutung« bekannt und nicht unumstritten. In jüngeren Entwicklungen der Erforschung von Quantencomputern hat sie sich jedoch als effektive Forschungshypothese erwiesen. Vgl. Anton Zeilinger, »Informatik mit einzelnen Quanten. Neue Wege des Rechnens und der Datenübertragung«. In: *Neue Zürcher Zeitung* (13. Dez. 2000). – Die konkurrierende Multiversentheorie oder Vielweltendeutung, nach der für jede Wahlmöglichkeit in der Natur eine Welt existiert, steht zudem im Widerspruch zum Wissenschaftsprinzip, daß eine einfache Erklärung einer komplizierten vorzuziehen ist (Ockhams Rasiermesser).

117 Zu Gödels Unvollständigkeitssatz vgl. unten, Kapitel 11.2 auf Seite 395 ff.

118 Vgl. dazu Hao Wang, *From Mathematics to Philosophy*. New York: Humanities Press, 1974, S. 324.

119 Während es der »starken« AI um die tatsächliche Erzeugung von künstlicher Intelligenz

selbstgestellten Aufgabe gescheitert – und zwar gerade aufgrund ihres zweckrational verkürzten Intelligenzbegriffs. Das Scheitern der AI ergibt sich nicht zuletzt daraus, daß sie nie eine wirkliche Idee von einem autonomen Selbst hatte. Das Menschenbild der AI ist der im industriellen Produktionsprozeß mechanisierte und seines lebendigen Wissens enteignete Mensch.

Doch trotz dieses Mangels an *Selbständigkeit* können Computerprogramme ein enormes Maß an *Eigenständigkeit* entfalten. Computersimulationen spiegeln eine Theorie über bestimmte Aspekte der Wirklichkeit zurück in die Welt. Sollten diese Programme theoretisch fundiert sein, können sie den Menschen in genau definierten Bereichen etwa vor möglicherweise fatalem Fehlverhalten warnen. Aber die meisten real existierenden Programme, und insbesondere die komplexeren, sind nicht in diesem Sinn theoretisch fundiert, sondern als langsam gewachsene Systeme mit vielen Flickern übersät; ihre Funktionsweise ist nicht mathematisch bewiesen, sie scheinen lediglich unter den gegebenen Umständen zu funktionieren.

Doch nicht nur solche synkretistischen Ad-hoc-Systeme verfügen über eine enorme inhärente Komplexität, auch die oben, S. 50 ff., erwähnten Abstraktionsebenen der Programme und der Computer verhindern das Verständnis. Während in der mechanistischen Epoche das Verständnis einer Sache noch mit ihrem Bau gleichzusetzen war, gleicht aufgrund der multiplen Abstraktionsebenen komplexer Programme deren Formulierung eher der Schöpfung einer Bürokratie als der Konstruktion einer klassischen Maschine.¹²⁰

Dadurch, daß Computersimulationen ihr Modell von der Welt in die Welt zurücktragen, ergeben sich spezifische Probleme. Da ein Computerprogramm speziell aufbereitete Daten benötigt, fallen etwa Daten, die nicht bereits in entsprechender Form vorliegen, leicht unter den Tisch, der Computer wird zu einem »Instrument zur Zerstörung von Geschichte«¹²¹, wie Weizenbaum fürchtet. Und dadurch, daß der Computer ein *bestimmtes* Modell der Wirklichkeit inkorporiert, schafft er unter Umständen erst diese Wirklichkeit und wird zu einem Instrument der Umschreibung von Geschichte¹²².

Instrumentelle Vernunft verwandelt jedes Problem in eine Frage der Ziel–Mittel-Relation. Ein unerwünschter Zustand soll in einen erwünschten transformiert werden. Alles wird zur Frage nach technischen Fehlern und kann entsprechend »debugged«¹²³ werden: Es gibt keine fundamen-

geht, begnügt sich der »schwache« Ansatz mit der Entwicklung von Verfahren, die den Computereinsatz in Bereichen erlauben, die gemeinhin als dem Menschen eigentümlich angesehen werden. Hierzu zählen Verfahren zur Bild- und Spracherkennung genauso wie Schachprogramme. Im Unterschied zur »starken« AI behauptet die »schwache« nicht die tatsächliche Intelligenz der entwickelten Algorithmen, sondern ist sich deren Beschränktheit bewußt.

120 Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 308. – Einer Bürokratie ohne Menschen, wohlgermerkt!

121 Ebd., S. 313.

122 Vgl. oben Abschnitt 1.5 auf Seite 50 ff.

123 Mit dem Wort »Bug« wird im Computer-Jargon ein Programmfehler bezeichnet. Der Ausdruck wird allgemein der Computerpionierin Grace Hopper zugeschrieben, die am

talen gesellschaftlichen Konflikte mehr, wenn menschliche Absichten zu einem technischen Problem erklärt werden. Gesellschaft, die immer auch auf Differenz aufbaut und diese zuläßt, wird in solchen Theorien wieder zur homogenen Gemeinschaft, deren Mitglieder vermeintlich alle gleiche Interessen verfolgen.

Jay W. Forrester, Vater der »kybernetischen Systemtheorie«, hat eine solche Soziologie als angewandtes Debugging entwickelt. In einer hochgradig arbeitsteilig organisierten und damit komplex verflochtenen Gesellschaft mit umfassenden Verkehr sei der menschliche Verstand schlichtweg nicht mehr in der Lage, die Zusammenhänge zu begreifen. Es bedürfe daher der Abbildung realer Prozesse in Computermodellen und ihrer Berechnung: »Es ist meine *Grundthese*, daß der menschliche Verstand nicht dazu geeignet ist, das Verhalten sozialer Systeme zu begreifen. Unsere sozialen Systeme gehören zu einer Klasse von sogenannten mehrfach vermaschten, nicht-linearen Rückkopplungssystemen. In der langen Entwicklungsgeschichte war es für den Menschen bis in die jüngste Zeit hinein nicht notwendig, diese Systeme zu verstehen. Evolutionsprozesse haben uns nicht die geistige Geschicklichkeit gegeben, die für die richtige Interpretation des dynamischen Verhaltens der Systeme, von denen wir jetzt selbst ein Teil geworden sind, notwendig wären.«¹²⁴ Wenn die gesellschaftlichen Strukturen auch zu komplex sind, um den Meinungen der Individuen untergeordnet zu werden, so gelten sie Forrester doch als prinzipiell berechenbar. Insofern zeigt er sich erstaunt darüber, daß diesen Erfordernissen nicht nachgegeben werde und soziale Programme stattdessen weiterhin vom freien Spiel der Meinungen bestimmt würden. »Unsere sozialen Systeme sind viel komplexer und schwieriger zu verstehen als unsere technologischen Systeme. *Warum* gebrauchen wir dann nicht denselben Ansatz, um Modelle von sozialen Systemen zu machen und Laborversuche an diesen Modellen durchzuführen, bevor wir neue Gesetze und Regierungsprogramme im wirklichen Leben versuchen?«¹²⁵ Von einer solchen technokratischen Auffassung werden die Existenz ant-

9. September 1947 – zu einer Zeit, als die Relais der großen Maschinen noch durch Insekten gestört und blockiert werden konnten – eine Motte in einem Relais des US-Navy-Computers *Mark II*, die zu einer Fehlfunktion geführt hatte, entfernt und in das Logbuch des Rechners mit den Worten geklebt hatte: »First actual case of bug being found.« Eine Photographie des Eintrags findet sich an diversen Stellen im Internet, etwa unter http://www.hopper.navy.mil/grace/grace_bug.jpg. – Entsprechend bedeutet »debugging« die Entfernung von Programmfehlern.

124 Jay W. Forrester, »Das Verhalten sozialer Systeme« (1971). In: *Sozialkybernetik*. Hrsg. von Gerhard Kade und Reinhard Hujer. Düsseldorf und Wien: Econ, 1974, S. 201–232, S. 201 f. – Forrester, seit 1939 am MIT, war einer der ersten Forscher, die die bis dahin unhinterfragte Ausrichtung der Politik auf ökonomisches Wachstum kritisch durchleuchteten. An dem von ihm gegründeten Institut für Systemdynamik führten Dennis L. Meadows und seine Mitarbeiter Anfang der 1970er Jahre im Auftrag des »Club of Rome« eine Untersuchung über die zukünftige Weiterentwicklung der Welt durch, die 1972 unter dem Titel *Die Grenzen des Wachstums* veröffentlicht wurde. Mit den von Forrester entwickelten Methoden und Rechenmodellen wurden unter Berücksichtigung der Variablen Bevölkerungswachstum, Ernährung, Energie, Rohstoffe und Umwelt verschiedene Szenarien berechnet. Das Ergebnis der Studie war, daß ein nichtqualifiziertes Wachstum die Menschheit in eine Katastrophe führen wird.

125 Forrester (s. Anm. 124), S. 203.

agonistischer Weltsichten freilich negiert und reale gesellschaftliche Unterschiede nivelliert. Sie unterstellt, daß sich ohne öffentliche Diskussion objektiv gültige gesellschaftliche Zielvorstellungen formulieren lassen.

Da die Kybernetik Rückkopplungsprozesse betrachtet, muß sich jedes in ihrem Begriffsrahmen erstellte Modell wesentlich als ein Rückkopplungssystem erweisen. Wenn die Kybernetik nun nicht benutzt wird, um das Verhalten von rückgekoppelten Systemen in einer wechselhaften Umwelt zu beschreiben, sondern das Weltsystem als Ganzes untersuchen will, muß dieses System notwendig immer zu einem Gleichgewichtszustand tendieren. Die kybernetische Betrachtungsweise impliziert damit bereits eine bestimmte Antwortstruktur. Denn wenn ein System von sich aus ein Gleichgewicht anstrebt, dann können nur Maßnahmen, die diesen »Selbsteilungsprozeß« beschleunigen, als sinnvoll erachtet werden. Jeder Plan, den als Gesundungsprozeß identifizierten Tendenzen entgegenzutreten, kann dann nur als zum Scheitern verurteilter Versuch gelten, sich dem mit Naturnotwendigkeit vollziehenden Lauf der Dinge zu entziehen und muß damit als bloß das Übel verstärkend und die Krise auf lange Sicht verschärfend kritisiert werden.

Forrester hält diese Tendenz, Krisen zu verschärfen, für ein Wesensmerkmal demokratisch verfaßter Gesellschaften, da diese die verhängnisvolle Kopplung von kurzfristiger Besserung und langfristiger Verschlechterung begünstigen: »Kritisches Urteil und Debatte führen zu einem scheinbar vernünftigen Programm. Die Verpflichtung, die scheinbare Lösung zu versuchen, wächst. Wenn diese Lösung in Wirklichkeit die Sache verschlechtert, so ist nicht klar, durch welchen Prozeß das geschieht. So werden, wenn die Schwierigkeiten wachsen, die Leistungen, die in Wirklichkeit das Problem verschlimmern, verstärkt.«¹²⁶

Effektive Gegenmaßnahmen kann es denn nach Forrester gar nicht geben. Wirksam sei einzig, den bereits vorhandenen Druck zu steigern und die systemimmanenten Selbstheilungskräfte bereits in einem möglichst frühen Stadium der Krise zu verstärken. Im Falle der sozialen Frage empfiehlt Forrester, den sozialen Druck zu erhöhen.¹²⁷ Auch wenn diese Maßnahmen unpopulär seien, müßten sie durchgesetzt werden. »Sie sind wohl nur möglich, wenn wir über ein richtiges Verständnis der Theorie dynamischer Systeme verfügen und bereit sind, uns der Selbstdisziplin zu unterziehen und die Zwänge zu ertragen, die die erwünschte Verhaltensweise begleiten müssen.«¹²⁸

Das führt ihn letztlich zu Malthus' Bevölkerungstheorie zurück¹²⁹ – und zum *Club of Rome*:

126 Ebd., S. 207.

127 Vgl. ebd., S. 229–232.

128 Zitiert nach Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 324.

129 Thomas Robert Malthus (1766–1834) war ein anglikanischer Pfarrer und Ökonom, der vor allem durch seine Bevölkerungstheorie bekannt wurde. In seinem 1798 erschienenen Essay *On the Principle of Population* stellte er das sogenannte »Bevölkerungsgesetz« auf, wonach das Wachstum der Bevölkerung nicht durch eine entsprechend erhöhte Agrarproduktivität ausgeglichen werden könne. Krankheiten, Elend und Tod seien notwendige Korrektive der Überbevölkerung. Unterstützung für die Armen sei ein Eingriff in die natürliche Ordnung, der verhindere, daß sich das natürliche Gleichgewicht wiederherstelle.

»Das einfache Modell der Weltbeziehungen zeigt, so weit, wie es bis jetzt entwickelt ist, mehrere verschiedene alternative Zukunftsaussichten, die davon abhängen, ob das Bevölkerungswachstum schließlich durch Mangel an Ressourcen, durch Verschmutzung, durch Überbevölkerung und folglich durch soziale Spannungen oder durch ungenügende Nahrung unterdrückt wird. Malthus behandelte nur das letzte, aber es ist möglich, daß die Menschheit auf andere überwältigende Schwierigkeiten stößt, bevor ein Mangel an Nahrungsmitteln eintritt.

Es ist sicher, daß Mangel an Ressourcen, Verschmutzung, Überbevölkerung, Mangel an Nahrungsmitteln oder irgendeine andere gleich machtvolle Kraft Bevölkerung und Industrialisierung begrenzen werden, wenn es Überredung und psychologische Faktoren nicht tun. *Exponentielles Wachstum* kann nicht für immer weitergehen. Unsere größte unmittelbare Herausforderung ist, wie wir den Übergang von Wachstum zum Gleichgewicht herstellen.«¹³⁰

Nach Jürgen Habermas sind solche Phantasien nicht zuletzt durch die der Technik inhärente Zweckrationalität bedingt. »Der Mensch kann nicht nur, soweit er *homo faber* ist, zum erstenmal vollständig sich selbst objektivieren und den in seinen Produkten verselbständigten Leistungen gegenüberreten, er kann, als *homo fabricatus*, seinen technischen Anlagen auch selber integriert werden, wenn es gelingt, die Struktur zweckrationalen Handelns auf die Ebene von Gesellschaftssystemen abzubilden.«¹³¹ Der Mensch bleibt trotz aller Technik in der überwunden geglaubten Abhängigkeit von der Natur befangen, wenn er noch die Natur in sich unter Kontrolle bringen *muß*. Kontrolle über die Natur wird zu einem Zwang, die als feindlich empfundene Natur behält in der Form der neurotischen Zwangshandlung ihre Übermacht.

Weizenbaum benennt solch losgelöste Zweckrationalität als »Autoritarismus gegenüber dem Expertentum«. Die instrumentelle Vernunft hat die Vernunft auf die Beherrschung von Dingen, Menschen und letztlich der Natur reduziert.

Der Computer selbst ist indes nicht aktiv Handelnder. Er ist, wie Weizenbaum schreibt, ein Instrument der technischen Eliten und wird von ihnen »in den Dienst gezwungen (...), um die konservativsten, ja reaktionärsten ideologischen Strömungen des gegenwärtigen Zeitgeistes zu rationalisieren, zu unterstützen und am Leben zu erhalten.«¹³² Bedeutung ist durch die instrumentelle Vernunft in Funktion transformiert worden; und diese instrumentelle Vernunft wurde im Computer inkorporiert.

Die zwanghafte Beherrschung der Natur schlägt um in Herrschaft durch die zweite Natur und wird als Schicksal erfahren. »Die Macht, die der

130 Forrester (s. Anm. 124), S. 214 f.

131 Jürgen Habermas, *Technik und Wissenschaft als »Ideologie«*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1968, S. 82 f.

132 Weizenbaum (s. Anm. 60), S. 328.

Mensch durch seine Naturwissenschaft und Technik erworben hat, hat sich in Ohnmacht verkehrt.«¹³³ Die instrumentelle Vernunft nimmt im Computer gegenständliche Gestalt an und tritt dem Menschen nun als äußere Autorität gegenüber. Der Computer wird zum Fetisch. Es entstehen verdinglichte Systeme, die längst von jeder Autorenschaft befreit sind und die als »Geschenk der Naturwissenschaft« jeder Kritik enthoben sind. Mit der Autorität der »Naturwissenschaft« ausgestattet, erlauben die komplexen Systeme keinerlei Fragen über Wahrheit oder Gerechtigkeit mehr.

Die entfesselte instrumentelle Vernunft fällt in den Mythos zurück. Sie entwickelt eine mystische und mystifizierende Sprache und eine neue Priesterschaft in den Experten, die sie als einzige zu deuten vermögen: Die technische Intelligenz »macht sich den Mythos des Expertentums zunutze. (...) Die Sprache der ›künstlichen Intelligentsia«, der Verhaltensmodifizierer und der Systemanalytiker ist mystifizierend. Menschen, Dinge, Ereignisse werden ›programmiert«, man spricht von ›inputs« und ›outputs«, von Rückkopplungsschleifen, Variablen, Parametern, Prozessen usw., bis schließlich jede Verbindung mit konkreten Situationen zur Abstraktion verdampft ist. Was übrig bleibt, sind Schaubilder, Datenmengen und Ausdrücke. Und nur ›wir«, die Experten, können sie verstehen.«¹³⁴

Weizenbaums Technikkritik beschreibt den Computer als Herrschaftsinstrument in den Händen einer Elite – was zur Zeit der Niederschrift Mitte der 1970er Jahre sicherlich auch der öffentlichen Meinung entsprach. Spätestens seit den 1990er Jahren ist der Rechner jedoch auch aus privaten Haushalten nicht mehr wegzudenken. Der Siegeszug des »persönlichen Computers« hat auch das Bild der Öffentlichkeit vom Rechner verändert. Dieser gilt nunmehr als individuelles Werkzeug und – vermittelt durch das weltumspannende Internet – Fenster zur Welt. Diese Metamorphose wäre freilich undenkbar gewesen ohne die Existenz zweier Hackerbewegungen, die im folgenden Kapitel beschrieben werden, und von denen eine ausgerechnet in den Labors für künstliche Intelligenz entstand.

133 Ebd., S. 337.

134 Ebd., S. 331.

»Everything Is Deeply Intertwined.«

— Ted Nelson, Computer Lib (*passim*)

Weizenbaum beschreibt und warnt vor dem Computer als Herrschaftsinstrument. Sein Buch *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft* begründete auch die Kritische Informatik. Doch obwohl die Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte des (zunächst menschlichen und dann automatisierten) Computers untrennbar mit dem Prozeß der Industrialisierung und mit der kapitalistischen Produktionsweise verknüpft ist und die universale Rechenmaschine mit Fug und Recht als der inkarnierte Traum des Kapitals von der allumfassenden Beherrschung des Arbeitsprozesses und der vollkommenen Bannung jeder menschlichen Entäußerung gelten kann, entsteht in den 1960er und 1970er Jahren eine Bewegung, die den universalen Charakter des Rechners nutzt, um diesen in ein Werkzeug im Marxschen Sinne zu verwandeln und so dem menschlichen Handeln zurückzugeben: die *Hackerbewegung*.

In diesem Kapitel möchte ich die Geschichte der Hackerbewegung in Bezug setzen zur Entwicklung moderner Computersysteme. Die Geschichte moderner Betriebssysteme, des Internets und der PC-Industrie ist untrennbar mit der Hackerbewegung verbunden; aus dieser Gemengelage entsteht die freie Software.

In der Alltagssprache bezeichnet das Wort »Hacker« Kriminelle, die in die Computer anderer Menschen eindringen, um dort Daten auszuspiionieren, zu verändern, zu löschen oder sonstwie Schaden anzurichten. Dieses öffentliche Bild vom Hacker ist allerdings ein sehr einseitiges und verzerrtes. Die Hacker, von denen in dieser Arbeit die Rede sein soll, halten ein solches Verhalten für unethisch und bezeichnen es allenfalls abfällig als »cracken«, *knacken*, und die Leute, die das tun, als »Cracker«.

Der Beginn der Hackerkultur wird auf das Jahr 1961 datiert, als das Massachusetts Institute of Technology (MIT) den ersten Rechner der Reihe PDP-1 erhielt. In diesem Zusammenhang taucht auch zum ersten Mal der Ausdruck »Hacker« im Kontext der Computerwissenschaft auf. Die Kultur der *Hacker* entstand im Umfeld der Entwicklung des Netzes und der modernen Betriebssysteme und ist der ureigene Ausdruck dieser Entwicklung: "But the ARPAnet did something else as well. Its electronic highways brought together hackers all over the U. S. in a critical mass; instead of remaining in isolated small groups each developing their own ephemeral local cultures, they discovered (or re-invented) themselves as a networked tribe."¹

¹ Eric S. Raymond, "A Brief History of Hackerdom." In: *Open Sources. Voices from the Open Source Revolution*. Ed. by Chris DiBona, Sam Ockman, and Mark Stone. Sebastopol, Ca.: O'Reilly, 1999, pp. 19–29, S. 22.

Diese durchs Netz betriebende bzw. in und durch dieses lebende *Stammesgesellschaft* entwickelte bald eine eigene Sprache,² aber auch eine eigene Ethik.

Die Hackerethik ist eine teilweise recht krude Mischung aus Hippie-moral, Science-Fiction und Technologiegläubigkeit. Sehr weit verbreitet ist unter den Hackern die *libertäre Ideologie*, eine anarcho-kapitalistische Haltung. 1996 gaben bei einer Netz-Umfrage 25,1 % der Teilnehmer ihre politische Einstellung als »libertarian« an.³

Boris Gröhdahl benennt eine Art Vulgär-Anarchismus im Sinne einer vorpolitischen, Staat und Autoritäten mißtrauenden, individualistischen rebellischen Attidüde als gemeinsames Merkmal aller Hacker. Je nach länderspezifischem Kontext richteten die Hacker sich politisch aus; die US-amerikanische Rechte, die starke marktradikale und antistaatliche Positionen vertritt, habe so viele amerikanische Hacker angezogen. In den Niederlanden gebe es starke Verbindungen zu Hausbesetzern und Autonomen; auch in Deutschland seien die Hacker eher politisch links eingestellt.⁴

Das heißt aber nicht, daß die libertäre Ideologie die vorherrschende Geisteshaltung der US-amerikanischen Hacker ist. Es sind durchaus auch sozialistische Vorstellungen verbreitet, etwa im GNU-Projekt.⁵ So schreibt Richard Stallman im GNU-Manifest von 1984: »Auf lange Sicht ist das Freigeben von Programmen ein Schritt in Richtung einer Welt ohne Mangel, in der niemand hart arbeiten muß, um sein Leben zu bestreiten. Die Menschen werden frei sein, sich Aktivitäten zu widmen, die Freude machen, zum Beispiel Programmieren, nachdem sie zehn Stunden pro Woche mit notwendigen Aufgaben wie Verwaltung, Familienberatung, Reparatur von Robotern und der Beobachtung von Asteroiden verbracht haben. Es wird keine Notwendigkeit geben, von Programmierung zu leben.«⁶

Im folgenden werde ich zunächst die Entstehung und Entwicklung der Hackerkultur vornehmlich anhand zweier Entwicklungsstränge be-

2 Siehe z. B. den Jargonfile: <http://www.jargon.net/jargonfile/> und das Hackerwörterbuch: Eric S. Raymond, *The New Hacker's Dictionary*. 3rd ed. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1996.

3 Nach Peter Mühlbauer, »Es klingt wie eine Mischung aus »liberal« und »pubertär«. Libertäre Ideologie, Teil 1: Was ist libertäre Ideologie?« In: *telepolis* (11. Aug. 2000). URL: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/4/4221/1.html> (besucht am 18. 04. 2005); Vgl. auch Richard Barbrook und Andy Cameron, »Die kalifornische Ideologie. Wiedergeburt der Moderne«. In: *telepolis* (5. Feb. 1997). URL: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/1/1007/1.html> (besucht am 18. 04. 2005).

4 Boris Gröhdahl, *Hacker*. Hamburg: Europäische Verlagsanstalt und Rotbuch, 2000, S. 18.

5 Die von Richard Stallman im Oktober 1985 zur Unterstützung des GNU-Projekts gegründete *Free Software Foundation* (FSF) war zumindest in den Anfangsjahren als Kollektiv mit sozialistischem Salär organisiert, wie ein damaliger Angestellter berichtet: "I was one of the hacker employees of the FSF back in the early days of the HURD project. The pay was modest by industry standards but fair (every employee, hacker or not, got the same pay – later the formation of a union was encouraged)." (URL: <http://news.ycombinator.com/item?id=1476059> (besucht am 19. 08. 2010).)

6 Richard M. Stallman, *Das GNU-Manifest*. 1984. URL: <http://www.gnu.de/mani-ger.html> (besucht am 18. 04. 2005).

schreiben. In den 1960er Jahren am AI-Lab des MIT in Boston und in den 1970er Jahren in der Bay Area von San Francisco entstehen unabhängig voneinander zwei Hackerkulturen: die akademischen Hacker des MIT und die Hardware-Hacker in der Bay Area. Als Grundlage dieser Beschreibung dient mir das Standardwerk von Steven Levy.⁷ Im Kontext dieser Hackerbewegungen entstehen das Internet und die PC-Industrie. Die massenhafte Verbreitung von vernetzten Computern stellt wiederum eine Bedingung für die Entstehung von großen Freie-Software-Projekten wie Linux dar, die abschließend geschildert wird.

2.1 MIT-HACKER

2.1.1 *Das Entstehen der Hackerkultur am MIT*

Bereits während des Ersten Weltkriegs gab es Versuche, die Wissenschaft zur Kooperation mit Industrie, Regierung und Militär zu bewegen. So wurde 1915 das *National Research Council* gegründet und 1917 das *War Industrial Board*. Aufgrund der administrativen Schwäche des amerikanischen Staats führten diese Initiativen jedoch letztlich nicht zu einer dauerhaften signifikanten Veränderung im Verhältnis der Institutionen. Im Zuge des »New Deal« – eines vom US-Präsidenten Franklin D. Roosevelt 1933 zur Bekämpfung der durch die Weltwirtschaftskrise verursachten Massenarbeitslosigkeit und -armut durchgesetzten Konvoluts von Wirtschafts- und Sozialreformen, das durch massive staatliche Investitionen die Konjunktur ankurbeln sollte – wurden Naturwissenschaftler, Ingenieure, Sozialwissenschaftler und Lehrer in die interventionistische Politik mit einbezogen. Die Wissenschaft sollte nunmehr die Lösungen liefern, die die Politik so dringend brauchte. Gesellschaft und Ökonomie galten prinzipiell als rational plan- und steuerbar. Während die Große Depression so einen Teil der Wissenschaftler in staatlich gelenkte Projekte einband, führte die weiterbestehende staatliche Finanzknappheit zu erheblichen Mittelkürzungen im Forschungsetat, so daß die Universitäten und Forschungseinrichtungen gezwungen waren, ihre bisherige Ausrichtung auf die »reine Wissenschaft« aufzugeben und sich der anwendungsorientierten Forschung zuzuwenden, um Mittel aus der Privatwirtschaft zu erhalten. Hier wurden also bereits einige Elemente des späteren militärisch-industriell-akademischen Komplexes antizipiert, jedoch gab es noch keine zentrale Koordination der einzelnen Forschungseinrichtungen.⁸

Während des Zweiten Weltkriegs erfuhr das amerikanische Wissenschaftssystem eine fundamentale Transformation. Waren die US-amerikanischen Universitäten noch in den 1930er Jahren wesentlich dem in Europa und vor allem in Deutschland ausgeprägten Ideal von Wissenschaftsfreiheit als zweckfreier, eben akademischer Forschung gefolgt, so

⁷ Steven Levy, *Hackers. Heroes of the Computer Revolution* (1984). London et al.: Penguin Books, 1994, S. 35.

⁸ Lars Bluma, *Norbert Wiener und die Entstehung der Kybernetik im Zweiten Weltkrieg. Eine historische Fallstudie zur Verbindung von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft*. Reihe Kritische Informatik 2. Münster: Lit, 2005, S. 52 f.

begann mit dem Kriegseintritt der USA eine Umstrukturierung hin zu Forschungsnetzwerken, in denen Akteure aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen, Staat, Militär und Wirtschaft zusammenarbeiteten und einen militärisch-industriell-akademischen Komplex bildeten, der auch als »Big Science« bekannt wurde.⁹ Forciert wurde diese Entwicklung durch den technischen Modernisierungsbedarf des US-Militärs. Meilensteine dieser Entwicklung waren die Gründung des *National Defense Research Committee* (NDRC) 1940 und dessen Nachfolgebüros *Office of Scientific Research and Development* (OSRD) 1941, die zur Forschungskoordination geschaffen wurden. Die NDRC/OSRD-Behörde wurde nach dem Krieg aufgelöst, und ihre Funktionen wurden von der 1950 gegründeten *National Science Foundation* (NSF) übernommen.

Eine Vorreiterrolle dieser Entwicklung hin zur »Big Science« nahm das Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Cambridge ein, das mit der Elektrotechnik von einem seit jeher industrienahen und anwendungsorientierten Forschungsgebiet dominiert wurde.¹⁰ Karl Taylor Compton, von 1930 bis 1948 Präsident des MIT, strebte eine Integration von Physik, Mathematik und Ingenieurwesen an. Diese Verwissenschaftlichung der technischen Entwicklungsarbeit führte zu einer Aufwertung insbesondere der Mathematik, die neben der Physik zu einer Schlüsseldisziplin in der von Compton angestrebten strukturellen Reform des MIT wurde. Es entstand ein eigener »MIT-Stil«, der zwischen der angewandten Ingenieursmathematik der Bell Labs und der theoretischen Mathematik in Princeton anzusiedeln ist. Mathematik wurde ebenso in Technik umgesetzt wie Technik in Mathematik. Im mathematischen Code wurden technische Prozesse eineindeutig repräsentierbar. Wissenschaft und Technik wurden endgültig verschmolzen.

Die Wiege der Hackerkultur stand in den 1950er Jahren an eben dieser Hochschule in einem studentischen Modelleisenbahn-Club. Der *Tech Model Railroad Club* (TMRC) des MIT bestand aus zwei Fraktionen: einerseits aus den eigentlichen Modellbauern und andererseits aus den eher technisch Interessierten, die am elektrischen Unterbau bastelten. Letztere wurden auch die *Signals-and-Power-Fraktion* (S & P) genannt.

Den Mitgliedern von S & P ging es darum, die Wirkungsweise des von ihnen erzeugten »Systems« in seiner Komplexität zu durchschauen und es kreativ weiterzuentwickeln. Sie bezeichneten sich selbst als »Hacker«. Zuvor wurde der Terminus »Hack« bereits für wirklich gelungene, in

9 Der Begriff »militärisch-industrieller Komplex« geht auf die Abschiedsrede des US-Präsidenten Dwight D. Eisenhower vom 17. 1. 1961 zurück, in der er nachdrücklich vor den Gefahren einer zu engen Verbindung von Rüstungsindustrie und Staat warnte. Historisch beruht diese Formation allerdings auf der konzertierten Bündelung der gesellschaftlichen Akteure im Zweiten Weltkrieg, und neben Militär und Industrie muß auch die Wissenschaft mitbedacht werden: militärisch-industriell-akademischer Komplex. Vgl. *Eisenhower's farewell address on 17 January 1961*. Wikisource, The Free Library. Nov. 2006. URL: http://en.wikisource.org/w/index.php?title=Eisenhower's_farewell_address&oldid=281880 (besucht am 02. 02. 2007).

10 Nach Norbert Wiener etwa war das MIT in den 1920er Jahren »einfach eine Ingenieurschule«. (Norbert Wiener, *Mathematik – Mein Leben*. Düsseldorf und Wien: Econ, 1962, S. 34.)

gewisser Weise elegante Studentenstreiche benutzt, im Zusammenhang des TMRC wurde er jedoch zuerst im technischen Sinn gebraucht:

“The word ‘hack’ had long been used to describe the elaborate college pranks that MIT students would regularly devise, such as covering the dome that overlooked the campus with reflecting foil. But as the TMRC people used the word, there was serious respect implied. While someone might call a clever connection between relays a ‘mere hack,’ it would be understood that, to qualify as a hack, the feat must be imbued with innovation, style, and technical virtuosity. Even though one might self-deprecatingly say he was ‘hacking away at The System’ (much as an axe-wielder hacks at logs), the artistry with which one hacked was recognized to be considerable.

The most productive people working on Signals and Power called themselves ‘hackers’ with great pride.”¹¹

Der größte Rechner des MIT zu dieser Zeit war eine IBM 704, die exklusiv von speziellen Systemadministratoren bedient wurde. Diese galten als *Hohepriester*, und nur wenige Auserwählte, *Meßdienern* gleich, durften den Priestern Programme zum Ausführen übergeben. Dieser Vorgang glich einem sich stets wiederholenden Ritual, das Levy beschreibt:

“ACOLYTE: Oh machine, would you accept my offer of information so you may run my program and perhaps give me a computation?

PRIEST (*on behalf of the machine*): We will try. We promise nothing.”¹²

Selbst die privilegierten Meßdiener hatten keinen direkten Zugriff auf die Maschine, und es dauerte Stunden bis Tage, bis sie das Resultat der verarbeiteten Lochkartenstapel erhielten.

Es ging um *Access*, Zugang. Zugang zum Computer gewährte den TMRC-Hackern zunächst ein junger Professor, John McCarthy, der gerade der IBM 704 Schach beigebracht hatte, auf dem Gebiet der Artifizienten Intelligenz forschte und die Programmiersprache LISP entwickelte.¹³

Die Entwicklung von Computern lag zu dieser Zeit in den Händen einiger weniger großer Firmen, allen voran IBM, die in den 1950er Jahren den Computer als Markt entdeckt hatte. Alle diese Firmen stellten sogenannte »Mainframes« her – riesige Maschinen, die eigene Räume füllten, hunderttausende Dollar kosteten und von wenigen Spezialisten, den Systemingenieuren, bedient wurden.¹⁴ Obzwar die IBM 704 für die Hacker nun erreichbar war, empfanden sie das Arbeiten mit ihr als frustrierend.

¹¹ Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 23.

¹² Ebd., S. 19.

¹³ Zu LISP vgl. Daniel Crevier, *Eine schöne neue Welt? Die aufregende Geschichte der künstlichen Intelligenz*. Düsseldorf, Wien und New York: Econ, 1994, S. 88–92.

¹⁴ Ein zweiter wichtiger Hersteller von Mainframecomputern war die von den ENIAC-Ingenieuren Mauchly und Eckert 1946 gegründete Eckert-Mauchly Computer Corporation

Es gab keinen direkten Zugang zur Maschine, man gab die Lochkarten bei den Systemadministratoren ab und erhielt irgendwann später das Ergebnis. Dies bestand oft genug aus einem sogenannten Absturz, verursacht durch einen Programmfehler. Dieser wurde korrigiert, erneut gab man Lochkarten ab, und die ganze Prozedur begann von neuem.

Nach Einführung des Transistors¹⁵ war der Bau kleinerer und kostengünstigerer Computer möglich geworden, der sogenannten »Minicomputer«, die interaktive Bedienung ermöglichten und relativ günstig waren – in der Regel fünfstellige Dollarbeträge.

Der frühere TMRC-Hacker Jack Dennis, mittlerweile Fakultätsmitglied, verwaltete einen der ersten Rechner auf Transistorbasis, einen TX-0. Dieser Rechner ermöglichte prinzipiell die interaktive Bedienung durch den Benutzer. Aus den TMRC-Hackern wurden TX-0-Hacker. Da die Chancen, an die Maschine zu kommen, nachts am besten waren, änderte sich ihr Lebensrhythmus entsprechend.

1961 lieferte eine bis dato unbekannte Firma, Digital Equipment Corporation (DEC), eine neue Maschine ans MIT, die die interaktive Bedienbarkeit des TX-0 noch übertraf: die PDP-1. »PDP« stand für »Programmed Data Processor«, ein Ausdruck, der den neuen Rechner von den IBM-Großcomputern mit ihren angehängten Bürokratien abgrenzen sollte. Die PDP-1 war ein Kleinrechner (ein sogenannter Minicomputer), der einen direkten Dialog mit der Maschine erlaubte. Die *Digital Equipment Corporation* (DEC) hatte Ken Olsen gegründet, ein Techniker, der im am MIT angesiedelten Lincoln Lab den TX-0 und den TX-2 mitentwickelt hatte.

Das Zeitalter des PDP-1-Hackens begann. Peter Samson schrieb ein von ihm ursprünglich für den TX-0 entwickeltes Musikprogramm für die PDP-1 um und zeigte es DEC, die es weiterverteilte. Software galt als etwas, das geteilt werden wollte. Das Software Eigentum sein könnte, kam den Hackern nicht in den Sinn. "As for royalties, wasn't software more like a gift to the world, something that was reward in itself? The idea was to make a computer more usable, to make it more exciting to users, to make computers so interesting that people would be tempted to play with them, explore them, and eventually hack on them. When you wrote a fine program you were building a community, not churning out a product."¹⁶

1962 schrieb Steve Russell auf der PDP-1 das erste Echtzeit-Computerspiel der Welt. In *Spacewar* steuern zwei Spieler jeweils eine Rakete und feuern gegenseitig mit Torpedos aufeinander. An *Spacewar* war neu, daß die Spieler die Raketen quasi in Echtzeit steuerten und auf ihre Aktio-

(EMCC), die 1950 von Remington Rand übernommen wurde und fortan als Geschäftseinheit UNIVAC der Remington Rand firmierten. 1955 fusionierte Remington Rand mit der Sperry Corporation zu Sperry Rand.

15 Bestimmte kristalline chemische Elemente wie Silicium und Germanium sind Halbleiter – sie können hinsichtlich ihrer elektrischen Leitfähigkeit sowohl als Leiter wie auch als Nichtleiter betrachtet werden. Dies ermöglicht die Konstruktion einer elektronischen Schaltung, die ohne mechanische Bewegungen auskommt – den Transistor. Vorgestellt wurde der Transistor im Dezember 1947 durch John Bardeen und Walter Brattain, die unter der Leitung von William Shockley in den Bell Labs forschten. 1956 wurde Bardeen, Brattain und Shockley für ihre Erfindung des Transistors der Physiknobelpreis verliehen.

16 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 56.

nen unmittelbar eine Rückmeldung erhielten. Diese Gleichzeitigkeit von Computer- und Menschentätigkeit war revolutionär; Spacewar war keine ordinäre Computersimulation – man *war* geradezu selbst der Pilot der Rakete.

Auch Spacewar stand selbstverständlich im Quelltext zur Verfügung und erfuhr stete Verbesserung und Erweiterung durch seine Benutzer.¹⁷ Spacewar war, wie alle Software, frei. DEC benutzte das Spiel, um die produzierten Computer einem letzten Endtest zu unterziehen – und beließ es auf den ausgelieferten Rechnern.

Insbesondere am von John McCarthy und Marvin Minsky 1959 gegründeten Labor für Artificielle Intelligenz (MIT Artificial Intelligence Laboratory, kurz AI Lab) fanden die Hacker einen Ort, an dem sie ihrer Leidenschaft praktisch ungehindert nachgehen konnten. Minsky und McCarthy setzten auf eben diese Leidenschaftlichkeit der jungen, computerbegeisterten Männer für den Aufbau ihres Labors.

2.1.2 Die Hackerethik

Der Hacker Bob Saunders spricht rückblickend gegenüber Steven Levy von den S & P-Hackern als einer selbstbezogenen, in sich abgeschotteten, elitären Gruppe: “Other people were off studying, spending their days up on four-floor buildings making obnoxious vapors or off in the physics lab throwing particles at things or whatever it is they do. And we were simply not paying attention to what other folks were doing because we had no interest in it. They were studying what they were studying and we were studying what we were studying. And the fact that much of it was not on the officially approved curriculum was by and large immaterial.”¹⁸

Die Hacker hielten sich selbst für die Avantgarde einer Mensch-Maschine-Symbiose. Folgerichtig übertrugen sie die Strukturprinzipien des Umgangs mit dem Computer auf den Umgang mit der Welt. Der Computer dient den Hackern als Metapher, und ihre Sicht des gemeinschaftlichen Programmierens und Teilens wird zu einer Sicht der Welt. Wenn der Mensch schon im Kern als eine Maschine begriffen werden kann, so auch die Welt und die Gesellschaft. Es ist die dem industriell-kapitalistischen System inhärente Verkehrung des Verhältnisses vom Mensch und Maschine, die Herrschaftslogik, die das Selbstbild der Hacker konstituierte. Das Moment der Gemeinschaft und des Teilens führte freilich zu einem Umschlag: die Hacker eigneten sich die Maschine und damit das darin vergegenständlichte gesellschaftliche Wissen als gemeinsames Wissen an.

Abgeleitet aus den Strukturprinzipien der Computerprogrammierung, brauchte eine ureigene Hackerethik nicht debattiert werden. Sie war da, sie war richtig – und das war offensichtlich.

¹⁷ Und die erwies sich manches Mal als wirklich innovativ. Da das Spielen über die Tastatur ihnen zu unbequem war, erfanden etwa die MIT-Hacker Bob Saunders und Alan Kotok den Joystick. (Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 64.)

¹⁸ Ebd., S. 35.

Die Hackerethik ist von Steven Levy formalisiert und niedergeschrieben worden.¹⁹ Ich erläutere sie im folgenden:

*Access to computers – and anything which might teach you something about the way the world works – should be unlimited and total. Always yield to the Hands-On Imperative!*²⁰

Das Verhältnis der Hacker zu Maschinen bestimmt ihr Verhältnis zur Welt. In Umkehrung der Auffassung Lord Kelvins, daß man ein Ding nur dann verstehe, wenn man sich ein (mechanisches) Modell von ihr bauen könne, sind die Hacker der Ansicht, daß zum Verständnis einer Maschine (also eines mechanischen Modells) ein Blick in ihr Innenleben und spielerische Modifikation notwendig seien.

*All information should be free.*²¹

Um defekte Programme reparieren und um neue Funktionen hinzuzufügen zu können, benötigt man den Quelltext dieser Programme. Jenseits dieser Trivialität findet hier aber auch eine Übertragung der innerhalb des Computers vor sich gehenden Prozesse auf gesellschaftliche Strukturprinzipien statt: Im Rechner fließen die Informationen, und sie fließen frei. Der ungehinderte Zugriff auf Daten ist essentiell innerhalb eines Programms.²²

19 Der deutsche Chaos Computer Club (CCC) hat sich diese Regeln zu eigen gemacht und stellt eine Übersetzung auf seine Homepage: Chaos Computer Club, *Hackerethik. Was sind die ethischen Grundsätze des Hackens – Motivation und Grenzen*. 2005. URL: <http://www.ccc.de/hackerethics?language=de> (besucht am 21. 02. 2005). – Der CCC hat die von Levy formulierte Ethik in weiten Teilen lediglich übersetzt und noch um zwei Hauptpunkte ergänzt: »Mülle nicht in den Daten anderer Leute« sowie »Öffentliche Daten nützen, private Daten schützen«. Zu einer weiteren Veränderung siehe Anm. 27 auf der nächsten Seite.

20 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 40.

21 Ebd.

22 Das gilt freilich nicht mehr für moderne Betriebssysteme und Programmiersprachen (vor allem sogenannte objektorientierte Sprachen wie Smalltalk, C++ oder Java), die das Prinzip des Speicherschutzes bzw. der Kapselung kennen. Moderne Betriebssysteme verhindern Versuche von Programmen, auf den Speicher von anderen Programmen zuzugreifen (Speicherschutz); moderne objektorientierte Programmiersprachen stellen Mechanismen bereit, die es ermöglichen, daß das Hauptprogramm nur auf bestimmte Daten zugreifen kann und es Subfunktionen überlassen muß, Änderungen an diesen Daten vorzunehmen. Durch solche Beschränkung hofft man die Fehleranfälligkeit komplexer Programme reduzieren zu können. – Viele Hacker (nicht alle!) lehnen indes diese Sprachen ab und bevorzugen solche, die jederzeit uneingeschränkte Manipulation aller Daten erlauben. Vgl. dazu etwa James D. Allen, *Why I Love C (and Hate C++)*. URL: <http://freepages.genealogy.rootsweb.com/~jamesdow/Tech/ilovec.htm> (besucht am 24. 02. 2005). Und Friedrich Kittler, »Computeranalfabetismus« (1996). In: Ders., *Short Cuts*. Frankfurt am Main: Zweitausendeins, 2002, S. 109–133, S. 126 f., hält den »Protected Mode«, der den Speicherschutz auf modernen Intel-CPUs bereitstellt, für eine Strategie der Industrie, ihr »alphanumerisches Wissen vor lediglich alphabetischen Kunden erfolgreich zu verstecken«. – Daß auch die Konzepte objektorientierter Sprachen sich an Ideen aus dem Umfeld der AI bedienen – so basiert eine der ersten objektorientierten Sprachen, das von Alan Kay entwickelte *Smalltalk* auf John McCarthys LISP (und auf der nicht-AI-Sprache Simula) – und ihre Terminologie (»Klassen«, »Kinder«, »Vererbung«) auf Konzepten der Biologie und der Genetik zurückgeht, verweist auf das zu bestimmende Spannungsverhältnis zwischen Hackern und AI.

*Mistrust Authority – Promote Decentralization.*²³

Hacker bevorzugen offene Systeme. Der freie Fluß der Informationen ist nur zu gewährleisten in offenen Systemen, bei denen der Zugriff des Benutzers auf das System völlig unreglementiert ist. Daher darf es keine zentrale Autorität geben. Die Hacker wenden sich gegen jede Form von Bürokratie; Bürokratien folgten willkürlichen Regelsystemen – ganz im Gegensatz zu den logisch bestmöglichen der Hacker-Vision von Computerprogrammen. Die bestmöglichen Programme entstehen durch die offene, dezentralisierte Form der Computernutzung: Jeder kann jedes Programm benutzen – und verbessern. In IBM mit der zentralen Verwaltung der Rechenkapazität der Großrechner durch eine Priesterkaste erblicken die Hacker ihren quasi natürlichen Feind.²⁴

*Hackers should be judged by their hacking, not bogus criteria such as degrees, age, race, or position.*²⁵

Andere Hacker werden wertgeschätzt aufgrund der Qualität ihrer Hacks, nicht aufgrund rassistischer oder sonstiger Vorurteile. Einzig der Code zählt. Die Hackergemeinschaft ist eine Meritokratie.²⁶ Bezeichnenderweise ist in dieser Aufzählung unzulässiger Bewertungskriterium nicht von Geschlecht die Rede.²⁷ Es gab in den 1960er Jahren zwar viele weibliche Programmierinnen, jedoch keine Hackerinnen.²⁸

*You can create art and beauty on a computer.*²⁹

Programmieren ist eine spezifische Form der Literalität. Code kann schön sein; es entwickelt sich eine spezifische Form der Ästhetik. Und natürlich kann man mit Computern Musik und Grafik erzeugen – Anwendungsformen, die in den 1960ern, als der Computer noch wesentlich als Herrschaftsinstrument betrachtet und hauptsächlich in seiner Funktion als Rechenmaschine angewandt wurde und nicht als – kreativ gewendete – universale Maschine, freilich nicht selbstverständlich waren.

23 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 41.

24 Mühlbauer stellt den Antibürokratismus der Hacker in den allgemeinen Kontext der Protestbewegungen der 1960er Jahre: »Hacken war ebenso wie andere Protestbewegungen der 1960er eine Form von antibürokratischer Rebellion.« (Mühlbauer (s. Anm. 3).)

25 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 43.

26 Der Begriff *Meritokratie* wurde erstmals 1958 vom englischen Soziologen Michael Young in seiner Satire *Rise of the Meritocracy* (deutsch: *Es lebe die Ungleichheit: Auf dem Wege zur Meritokratie*) verwendet. Young beschreibt darin eine utopische Gesellschaft, in der individueller sozialer Status nicht mehr auf zugeschriebenen Merkmalen wie Alter, Geschlecht, Ethnie, soziale Herkunft etc. oder Beziehungen beruht, sondern durch Intelligenz (gemessen durch den Intelligenzquotienten), Qualifikation und Einsatz bestimmt ist. Während so einerseits scheinbar alle sozialen Ungleichheiten abgebaut werden, die aus der Alters- oder Klassenzugehörigkeit resultieren, entsteht mit der neuen meritokratischen Elite zugleich eine neue Unterklasse.

27 Der deutsche CCC hat die Ablehnung sexueller Vorurteile in seine Fassung der Hackerethik aufgenommen.

28 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 84.

29 Ebd., S. 43.

*Computers can change your life for the better.*³⁰

Computer haben das Leben der Hacker verändert. Die Einsichten, die die Hacker aus der Arbeit mit Computern gezogen haben, haben ihrer Ansicht nach universale Geltung. Der Umgang mit Computer verändert die Menschen und läßt neue Kräfte frei werden. Es gibt einen utopischen Überschuß des Hackens.

2.1.3 *Legalität*

Heutige Softwarehacker grenzen sich stark von computerkriminellen Crackern ab. Doch auch das Einbrechen in fremde Systeme findet seine Wurzeln in der akademischen Hackerkultur am MIT. Der bürgerliche Eigentumsbegriff wird von der Hackerethik negiert, »Eigentum« scheint in ihrem Kontext ein sinnloses Konstrukt zu sein, von der verhaßten »Bürokratie« erfunden und lediglich von der »wahren« Aufgabe ablenkend. "To a hacker, a closed door is an insult, and a locked door is an outrage. Just as information should be clearly and elegantly transported within a computer, and just as software should be freely disseminated, hackers believed people should be allowed access to files or tools which might promote the hacker quest to find out and improve the way the world works. When a hacker needed something to help him create, explore, or fix, he did not bother with such ridiculous concepts as property rights. (...) Then you discover that what you need – a disk, a tape, a screwdriver, a soldering iron, a spare IC (integrated circuit) is locked up somewhere. A million dollars' worth of hardware wasted and idle, because the hardware wizard who knows how to fix it can't get at the seventy-five-cent IC, or the oscilloscope kept in a safe. So the hackers would manage to get the keys to these lockers and these safes. So they could get hold of the parts, keep the computers working, carefully replace what they'd taken, and go back to work."³¹

Solche Einbrüche gehörten also zum Hacken dazu, waren jedoch – und das bildet den Unterschied zum Cracken – in ein ethisches Konzept eingebunden. Der junge Student Stewart Nelson etwa brach 1964 mit der PDP-6 des AI-Lab in das Telefonsystem der US-Telefongesellschaft ein. Systeme waren zum Hacken da, sie wollten verbessert und ausgebaut werden. Und wenn das System geschlossen war und man, um darin zu hacken, zuerst einbrechen mußte, so gehörte das eben zum Prozeß des Hackens dazu. "Nelson disapproved of those MIT students who built 'blue boxes' – hardware devices to make illegal calls – for the purpose of ripping off the phone company. Nelson and the hackers believed that they were helping the phone company. They would get hold of priority phone company lines to various locations around the country and test them. If they didn't work, they would report it to the appropriate repair service."³²

³⁰ Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 45.

³¹ Ebd., S. 102.

³² Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 94. – »Blue Boxes« waren elektronische Signalträger, die die von den Telefonvermittlungsstellen in den Vereinigten Staaten benutzte Frequenz modulieren konnten. Beim sogenannten »Phreaking« wurden damit kostenlose Telefonate erschlichen. Die moderne digitale Vermittlungstechnik hat das Blue Boxing obsolet

Nelson beging noch eine weitere erwähnenswerte Überschreitung der Legalitätsgrenze. Er erweiterte in einer Nacht- und Nebelaktion die PDP-1 um eine Instruktion. Zu diesem Zweck gründete spontan er die »Midnight Computer Wiring Society«, deren Name Programm war: an Maschinen zu schrauben, wenn keiner der offiziell Verantwortlichen in der Nähe ist.³³

Das Verhalten der Hacker wurde geduldet. Tatsächlich bekam das Verbot, die Hardware spontan zu verändern, immer mehr den Status einer kuriosen, antiquierten Verordnung, die nur noch besteht, da niemand sich mehr an sie erinnert, um sie außer Kraft zu setzen. Russell Noftsker, Administrator des AI-Labs, etwa hatte ein Gentlemen-Agreement mit den Hackern abgeschlossen. Sie durften überall hin, wenn nur nach außen hin der Schein gewahrt bliebe, er habe alles unter Kontrolle.³⁴

Im Zusammenhang mit dem Kampf gegen jede Art von Bürokratie stand auch die Entwicklung der »schwarzen Kunst« des »lock pickings«. Bereits der Computerpionier Charles Babbage hatte »die Kunst, Schlösser zu öffnen« zu einem seiner Lieblingsthemen erklärt³⁵ und einen Artikel *On the Art of Opening all Locks* geschrieben, allerdings nie veröffentlicht. *Lock picking* hat sich im Zuge der Ausbreitung der Hackerkultur zu einer regelrechten Sportart entwickelt. So veranstaltet etwa der Verein *Sportsfreunde der Sperrtechnik Deutschland*, der sich im Umfeld des Chaos Computer Clubs gegründet hat, seit 1997 alljährlich Deutsche Meisterschaften im Schloßöffnen.³⁶

2.1.4 Hacken als »asozialer« Prozeß

Die Motivation der Hacker war der Kontakt mit dem Computer, der ihnen nicht bloß ein Werkzeug, sondern Zweck war. Sie entwickelten ein stark libidinöses Verhältnis zum Rechner, zu dem sie eine engere Beziehung als zu den Menschen in ihrer unmittelbaren Umgebung (also

werden lassen. Ein bekannter »Phonephreak« war John Draper alias »Captain Crunch«, der bemerkt hatte, daß die den Frühstücksflocken der Marke *Cap'n Crunch* in einer Werbeaktion beigelegte Spielzeugpfeife einen Ton in Höhe von 2600 Hertz erzeugte, was es ermöglichte, kostenlose Telefonate zu führen. Eine »Blue Box« zeichnet den Ton auf Band auf und gibt ihn auf Knopfdruck wieder.

33 Ebd., S. 96.

34 Ebd., S. 104 f.

35 Charles Babbage, *Passagen aus einem Philosophenleben* (1864). Mit einem Vorwort von Bernhard J. Dotzler. Berlin: Kadmos, 1999, S. 159.

36 Die Verbreitung einer pseudonym erschienenen kleinen Broschüre: Theodore T. Tool, *MIT Guide to Lock Picking*. 2nd ed. o. O., 1991. URL: <http://www.lysator.liu.se/mit-guide/MITLockGuide.pdf> (besucht am 28.06.2005), über das Internet ist von den MIT-Hackern allerdings abgelehnt worden: "We believe that the guide should be freely available to hackers who have a sense of ethics. Individuals have always been encouraged to only pass the information on to others who will use the information responsibly. Dissemination of the 'MIT Guide' to the anonymous usenet and internet masses is irresponsible, at best. While most members of the internet community may use this information in ethical ways, some may not. Even if only a few people (a trivial percentage of the potential electronic readership) use the information in an unethical fashion, the damage can be considerable." URL: <http://www.schooner.com/~loverso/Public/pub/doc/MITLockGuide.README> (besucht am 28.06.2005).

zu anderen Hackern) aufbauten. Levy erklärt dies mit der annähernd totalen Kontrolle, die man über die Maschine haben kann: "Hacking was a pursuit so satisfying that you could make a life of it. While a computer is very complex, it is not nearly as complex as the various comings and goings and interrelationships of the human zoo; but, unlike formal or informal study of the social sciences, hacking gave you not only an understanding of the system but an addictive control as well, along with the illusion that total control was just a few features away."³⁷

Das Hacken wird von Levy als ein in gewisser Weise asozialer Prozeß beschrieben. Der Hacker denkt sich in ein Problem hinein und arbeitet dann bis zur völligen Erschöpfung. Dieser Rhythmus entspricht nicht dem Erdentag, ein Hackertag kann individuell 28, 30, 32, ... Wachstunden haben. Der Hacker lebt für den Computer, an ein soziales Leben ist nicht mehr zu denken.³⁸ Nach Levy hat diese Hingabe einen religiösen Charakter: "As much as any devout religious order, the hackers had sacrificed what outsiders would consider basic emotional behavior – for the love of hacking."³⁹ Während in allen Religionen die irdischen Verhältnisse in himmlischen Regionen vergeistigt werden, übertragen die Hacker die Logik der Rechenmaschine auf ihren *eigenen* Geist – und Körper. Wie sehr sich die Hacker selbst als Maschinen begreifen, geht aus ihrer Sprache hervor; gleich Computern befinden sie sich in bestimmten Modi bzw. Phasen: "It was conducive to intense hacking, since you had an extended block of waking hours to get going on a program, and, once you were really rolling, little annoyances like sleep need not bother you. The idea was to burn away for thirty hours, reach total exhaustion, then go home and collapse for twelve hours. An alternative would be to collapse right there in the lab. (...) Hackers could accommodate this – one would commonly ask questions like 'What phase is Greenblatt in?' and someone who had seen him recently would say, 'I think he's in a night phase now, and should be in around nine or so.'"⁴⁰

Diese spezifische Form der sozialen Interaktion, in der das Individuum als Automat erschien und in der auch gesellschaftliche Verhältnisse als deterministische Systeme begriffen wurden, zeigte sich in den Auseinandersetzungen der Hacker: Ihre Streitigkeiten waren nie persönlicher Natur, sondern drehten sich immer um das Herausfinden der einen, »der

37 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 73. – Man hat, wie Levy an anderer Stelle schreibt, über den Rechner dieselbe Kontrolle wie ein Diktator über eine Gesellschaft. (Ebd., S. 116.) Levy benutzt für die »erzeugten« Computerprogramme gar den Ausdruck »Nachwuchs«, was einmal mehr auf die libidinöse Funktion des Rechners für die Hacker verweist. (Vgl. ebd., S. 73.) Bill Gosper bezeichnete das Gefühl, das sich beim Programmieren und bei der Konstruktion von Robotern einstellt, als »sort of having a kid«. (Zitiert nach ebd., S. 109.)

38 Gröhdahl (s. Anm. 4), S. 16 weist darauf hin, daß das Hacken sehr wohl eine soziale Tätigkeit ist. Die Hacker stellen ihrem Selbstverständnis nach eine soziale Elite dar, zu deren Zugehörigkeit man sich qualifizieren und in der man sich beweisen muß. Und das Fehlen der sozialen Komponente sei es, die Bill Gates von den Hackern unterscheidet. (Ebd., S. 63.) – Als ein Beispiel positiven Sozialverhaltens der Hacker führt Levy den Fall eines jungen Hackers an, der an Katatonie litt, und um den sich die Hacker beispielhaft kümmerten. (Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 136–138.)

39 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 138.

40 Ebd., S. 74.

richtigen Sache«. Das Leben wurde von den Hackern als Algorithmus begriffen, für den es in einer je spezifischen Handlungssituation genau eine – und nur eine! – bestmögliche, richtige Handlung gibt, die aus der jeweiligen Situation abzuleiten ist: “These arguments were the lifeblood of the hacker community. Sometimes people would literally scream at each other, insisting on a certain kind of coding scheme for an assembler, or a specific type of interface, or a particular feature in a computer language. These differences would have hackers banging on the blackboard, or throwing chalk across the room. It wasn’t so much a battle of egos as it was an attempt to figure out what The Right Thing was. The term had special meaning to the hackers. The Right Thing implied that to any problem, whether a programming dilemma, a hardware interface mismatch, or a question of software architecture, a solution existed that was just ... it. The perfect algorithm.”⁴¹

Zwar nicht formell, aber doch per »Gentlemen-Agreement« von diesen »flames« ausgeschlossen waren Diskussion über die politischen und sozialen Implikationen der Informationstechnik, über das Privatleben im allgemeinen und über Frauen im besonderen. Die Hacker waren asexuelle Wesen. “Hacking had replaced sex in their lives”.⁴² Der Prozeß des Hackens selbst war den Hackern derart lustvoll, daß Frauen bzw. die sexuellen Implikationen, die von diesen ausgehen, als störende Elemente verworfen wurden: “Not only an obsession and a lusty pleasure, hacking was a mission. You would hack, and you would live by the Hacker Ethic, and you knew that horribly inefficient and wasteful things like women burned too many cycles, occupied too much memory space. ‘Women, even today, are considered grossly unpredictable,’ one PDP-6 hacker noted, almost two decades later. ‘How can a hacker tolerate such an imperfect being?’”⁴³

Die MIT-Hacker waren ein reiner Männerbund. Zwar gab es viele gute weibliche Programmierer, aber keine Hackerinnen. Die Hacker erklärten sich das nicht aus sozialen, sondern aus biologischen Gründen, wie beispielhaft an einer Äußerung Bill Gospers, eines der profiliertesten MIT-Hacker der späten 1960er und frühen 1970er Jahre, deutlich wird: “‘Cultural things are strong, but not that strong,’ Gosper would later conclude, attributing the phenomenon to genetic, or ‘hardware,’ differences.”⁴⁴

2.1.5 *Time-Sharing*

Damit mehrere Benutzer gleichzeitig an einem Computer arbeiten können, muß die verfügbare Rechenkapazität vom Betriebssystem aufgeteilt werden: Jeder Benutzer bekommt gleichsam nur einzelne Häppchen der Rechenzeit zugeteilt. Bei der Entwicklung von multiuserfähigen Time-sharingssystemen zeigten sich einmal mehr die Differenzen zwischen den

41 Ebd., S. 77 f.

42 Ebd., S. 83.

43 Ebd.

44 Ebd., S. 84; zur Psychopathologie der Hacker vgl. auch Sherry Turkle, *Die Wunschmaschine. Der Computer als zweites Ich*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1986, S. 259, 266–275.

autoritären Vorstellungen der offiziellen Wissenschaft und den Hackern vom Computer. Zwar bildete der Computer das Bindeglied zwischen beiden Gruppen, doch während die »Planer« (wie die Fakultätsmitglieder von den Hackern abschätzig genannt wurden) ein instrumentelles Verhältnis zum Computer hatten, war er den Hackern der eigentliche Zweck und galt ihnen der Umgang mit dem Computer als Mittel für ein besseres Leben: "Among them [den Planern, O. H.] were scientists who occasionally engaged in hacking – Jack Dennis, McCarthy, Minsky – but who were ultimately more absorbed by the goals of computing than addicted to the computing process. They saw computers as a means to a better life for the human race, but did not necessarily think that working on a computer would be the key element in making that life better."⁴⁵

Was die Hacker mit bestimmten Planern wie Minsky, McCarthy und Dennis jedoch gemein hatten, war die Vision einer spezifischen Mensch-Maschine-Symbiose: den *Computational Man*. "The man of the future. Hands on a keyboard, eyes on a CRT, in touch with the body of information and thought that the world had been storing since history began. It would all be accessible to Computational Man."⁴⁶

Bezüglich der Umsetzung dieser Vision gab es jedoch Differenzen: während die Hacker die Idee hatten, daß jedem Benutzer sein eigener, persönlicher Computer zur Verfügung stand, wollten die Planer über Großrechner mehreren Benutzern gleichzeitig Zugriff gewähren.

Das Konzept des Timesharing basiert auf »echtzeitfähigen« Computern (also solchen, die eine unmittelbare Mensch – Maschine-Interaktion ermöglichen), und das erste Projekt, daß ein Timesharingssystem implementierte, befand sich in unmittelbarer Nachbarschaft des AI-Lab am MIT.⁴⁷ Ausgehend von den Erfahrungen mit dem Semi-Automatic Ground Environment (SAGE)-System, begann ein Team unter Leitung von Fernando Corbató, dem 1990 für seine Arbeit an Timesharingssystemen mit dem Turing-Award die höchste Auszeichnung der Informatik verliehen wurde, die Entwicklung auf einer modifizierten IBM 704. Im November 1961 wurde es als *Compatible Time-sharing System* (CTSS) zum ersten Mal demonstriert. 1963 wurde CTSS offiziell fertiggestellt, es lief nunmehr auf einer modifizierten IBM 7094.

Das *Project MAC* wurde im November 1962 von J. C. R. Licklider angestoßen und lief am 1. Juli 1963 an. Das Akronym MAC hatte mehrfache Bedeutung: im Kontext der Entwicklung von Corbatós CTSS-Nachfolgesystem *Multics* (Multiplexed Information and Computing Service) bedeutete es »Multiple Access Computers«, und in Marvin Minskys AI-Lab stand es für »Man and Computer« bzw. »Machine Aided Cognition«. Das

45 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 66.

46 Ebd., S. 67.

47 Vgl. Katie Hafner und Matthew Lyon, *ARPAKadabra oder die Geschichte des Internet*. 2. Aufl. Heidelberg: dpunkt, 2000, S. 28–30. – Die erste Erwähnung in der Literatur finden Timesharingssysteme im Sputnik-Schock-Jahr 1957 in einem Artikel von Bob Bemer (der in diesem Jahr von Research And Development (RAND) zur IBM wechselte). Robert William Bemer, »How to consider a computer«. In: *Automatic Control Magazine* (März 1957), S. 66–69.

Project MAC wurde von der Advanced Research Projects Agency (ARPA) mit zwei Millionen Dollar pro Jahr über einen Zeitraum von acht Jahren unterstützt, wobei Minsky und Corbató je die Hälfte der Summe zur Verfügung stand. Für Minsky bedeutete das eine Aufstockung seines Budgets um den Faktor 10, und er konnte in der Folge das AI-Lab als »ideale Fakultät« ohne den störenden Einfluß einer Bürokratie aufbauen.⁴⁸

Zu den 1963 fertiggestellten Spezifikationen von Multics trug insbesondere der ehemalige TMRC-Hacker Jack Dennis einige wesentliche Ideen bei. Weil IBM keine Maschine liefern konnte, die diesen Spezifikationen genügte, verwies Joseph Weizenbaum auf seinen früheren Arbeitgeber General Electric (GE), der seinerzeit auch Computer herstellte. GE erklärte seine Bereitschaft zur Mitarbeit und entwickelte für das Projekt eine spezielle Maschine, den GE-645, eine erweiterte Version des kommerziellen GE-635. Die Bell Labs von A.T. & T. entschieden Anfang 1965, eine GE-645 anzuschaffen, und schlossen sich ebenfalls dem Multics-Projekt an.

Die Hacker lehnten zu dieser Zeit Timesharingsysteme mehrheitlich ab, obwohl diese ja versprachen, daß viele der von den Hackern gelebten Vorstellungen des Umgangs mit dem Computer für eine große Anzahl Benutzer Wirklichkeit werden könnten. Doch galt bereits Corbatós CTSS den Hackern als ein Sinnbild für Bürokratie. So zitiert Levy den Hacker Tom Knight: “One of the really fun things about computers is that you have control over them. When you have a bureaucracy around a computer you no longer have control over it. The CTSS was a ‘serious’ system. People had to go get accounts and had to pay attention to security. It was a benign bureaucracy, but nevertheless a bureaucracy, full of people who were here from nine to five.”⁴⁹

Paßwörter waren den Hackern ein Affront. Also studierten sie das CTSS so genau, daß sie durch Hintertüren vollständigen Zugriff auf das System bekamen und hinterließen dort Nachrichten, die von ihrer (unerlaubten) Anwesenheit zeugten: digitales Graffiti.

Noch mehr als CTSS wurde jedoch *Multics* von den Hackern abgelehnt. Multics zeichnete sich neben besonders hoher Sicherheitsstandards durch ein spezielles Abrechnungssystem aus, das den Benutzern die verbrauchte Rechenzeit in Rechnung stellte: “The system totally turned the Hacker Ethic around – instead of encouraging more time on the computer (the only good thing about time-sharing as far as most hackers were concerned), it urged you to spend less time – and to use less of the computer’s facilities once you were on!”⁵⁰

Multics wurde als ein direkter Angriff auf die Hackerkultur angesehen und entsprechend beantwortet. Die Hacker brachten das System permanent zum Absturz, so daß es nicht benutzbar wurde.

Obwohl die MIT-Hacker Timesharingsystemen prinzipiell kritisch gegenüberstanden, da diese dem einzelnen Benutzer nicht den Zugriff auf alle Ressourcen zugestehen, entwickelten sie schließlich auf Drängen

48 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 68.

49 Ebd., S. 119.

50 Ebd., S. 120.

Minskys ein eigenes Timesharingssystem: ITS, das »Incompatible Time-sharing System«. Während der Name das Compatible Time-sharing System verballhornt, versuchten die Hacker mit ITS ein hierarchiefreies Mehrbenutzersystem zu erschaffen. Jeder ITS-Benutzer hatte vollen Zugriff auf das System und sämtliche Daten – auch die der anderen Benutzer. Es gab sogar einen expliziten Befehl, mit dem der Rechner zum Absturz gebracht werden konnte. Mit der einfachen Möglichkeit sollte der Anreiz, es tatsächlich zu tun, möglichst minimiert werden.

Doch ITS bot auch einige technische Vorzüge gegenüber den anderen Systemen. Während bei jedem Multiusersystem ex definitione mehrere Benutzer gleichzeitig arbeiten können, erlaubte ITS zusätzlich dem einzelnen Benutzer, mehrere Programme gleichzeitig zu benutzen (Multi-tasking).

ITS stand offen und wurde von seinen Benutzern stetig weiterentwickelt. Der Hacker Don Eastlake beschreibt es als antiautoritäre Vision eines Betriebssystems: "In general, the ITS system can be said to have been designer implemented and user designed. The problem of unrealistic software design is greatly diminished when the designer is the implementor. The implementor's ease in programming and pride in the result is increased when he, in an essential sense, is the designer. Features are less likely to turn out to be of low utility if users are their designers and they are less likely to be difficult to use if their designers are their users."⁵¹

Allgemein durchsetzen konnte sich ITS jedoch nicht. Richard Greenblatt und Tom Knight präsentierten es auf einer Konferenz an der Universität Utah, die über das Standard-Betriebssystem für die PDP-10 beriet, den versammelten Entscheidern. Die vorgestellten ITS-Konzepte riefen nur Verwirrung hervor.⁵²

2.2 DER »SPUTNIK-SCHOCK«, ARPA UND DAS NETZ

"Unemployment would disappear from the face of the earth forever, for consider the magnitude of the task of adapting the network's software to all the new generations of computer, coming closer and closer upon the heels of their predecessors until the entire population of the world is caught up in an infinite crescendo of on-line interactive debugging."

— J. C. R. Licklider und Robert W. Taylor,
The Computer as a Communication Device (1968)

Die Hackerkultur ist wie ihre Kinder – das Internet, Freie Software und die PC-Industrie – ein Produkt des Kalten Krieges. Die *Advanced Research Projects Agency* (ARPA) wurde im Januar 1958 ausdrücklich als innerhalb des Verteidigungsministeriums angesiedeltes »zivilgesellschaftliches« Ge-

51 Donald E. Eastlake, *ITS Status Report*. Tech. rep. 238. MIT, A. I. Lab Memo, Apr. 1972, zitiert nach Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 127.

52 Vgl. Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 127 f.

gengewicht zu den konkurrierenden Waffengattungen des US-Militärs gegründet. Ihr erklärtes Ziel war die Wiedererlangung der (militär-) technologischen Vorherrschaft der USA, nachdem der erfolgreiche Start zweier sowjetischer Satelliten die westliche Welt 1957 in den »Sputnik-Schock« gestürzt hatte.

Die allgemeine Wertschätzung der Wissenschaft stieg mit dem Sputnik-Schock ungemein, während die US-Streitkräfte der Öffentlichkeit durch ihre stetigen Kompetenzstreitigkeiten gelähmt erschienen. Verteidigungsminister Neil McElroy wollte mit der ARPA eine Zentralstelle für die Organisation wissenschaftlicher Forschungsprojekte einrichten, um die Rivalität zwischen den Waffengattungen einzudämmen. Präsident Eisenhower beantragte am 7. Januar 1958 die Mittel zur Einrichtung der ARPA beim Kongreß, und in einer Rede zwei Tage später bemerkte er: »Ich will heute angesichts der schädlichen Rivalitäten zwischen den Waffengattungen kein Urteil fällen. Doch eines ist sicher: Worum auch immer sie sich drehen mögen, Amerika wünscht sie beendet zu sehen. (...) Ein weiteres Erfordernis in der Organisation des Militärs ist eine klare Unterordnung aller Waffengattungen unter eine zivile Autorität. Diese Kontrolle muß real stattfinden, sie darf nicht an der Oberfläche halt machen.«⁵³ Bei den Militärs traf die neue Behörde denn auch auf einhellige Ablehnung. So kommentierte etwa der Staatssekretär der Air Force, James Douglas, den Statuten- und Dienstanweisungsentwurf für die ARPA wie folgt: »Die Air Force begrüßt es, daß die Entwürfe Vorschläge sind.«⁵⁴

Die ARPA förderte zunächst vornehmlich Projekte, die sich mit Weltraumtechnologie befaßten. Doch nachdem im Spätsommer 1958 das Gesetz zur Gründung der *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) in Kraft trat, wurden der ARPA die Raumfahrt- und Raketenprogramme entzogen und an die NASA und die Streitkräfte übertragen. Der Etat der ARPA schrumpfte von jährlich zwei Milliarden US-Dollar auf 150 Millionen, und die Behörde drohte obsolet zu werden. Ihre Aufgabe mußte neu definiert werden, und der Stab des enttäuscht scheidenden Leiters Roy Johnson suchte in einer strategischen Neuausrichtung mit dem Schwerpunkt auf langfristige wissenschaftliche Grundlagenforschung in engem Kontakt mit den Universitäten die ARPA vom Pentagon zu lösen. Hafner und Lyon beschreiben den »ARPA-Stil« als »frei und ungebunden, risikofreudig, flexibel.«⁵⁵ Das Jahresbudget der reformierten Behörde stieg in der Folge bis 1961 wieder auf 250 Millionen US-Dollar an.⁵⁶

Die vorherige ausschließliche Förderung militärischer Institutionen und Projekte wurde durch eine breite Einbindung des wissenschaftlichen Potentials in eine staatlich gesteuerte militärische Forschungsstrategie ersetzt. Ziel war es, die durch den offenen Austausch der Forschungs-

53 Zitiert nach Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 21 f.

54 Zitiert nach ebd., S. 21.

55 Ebd., S. 25.

56 Die anhaltende Wirkung des Sputnik-Schocks läßt sich auch an der Steigerung der jährlichen extern motivierten Ausgaben für Forschung und Entwicklung in den USA ersehen: Sie stiegen zwischen 1959 und 1964 von fünf auf über 13 Milliarden US-Dollar. (Ebd., S. 22.)

ergebnisse entstehenden Synergieeffekte zu nutzen. Gefördert wurden nach dem Gießkannenprinzip interessant erscheinende wissenschaftliche Projekte, die irgendwie mit technologischer Vorherrschaft zusammenzuhängen schienen. Freilich blieben die meisten Projekte militärisch ausgerichtet – oberste Priorität hatten Raketenabwehr und die Entwicklung von Nachweismethoden für Atomversuche –, doch betrieben alle Projekte nunmehr Grundlagenforschung.⁵⁷ Ab 1961/1962 begann die ARPA sich verstärkt in anderen Bereichen zu engagieren. Ein Bereich, der nunmehr eine zentrale Rolle zu spielen begann, war die Computerforschung. Nutznießer dieser auf offenem Austausch und offenen Standards beruhenden Forschungsstrategie waren auch die AI-Labs; ein weiteres Produkt dieser Neuausrichtung ist das Internet.

Die Fokussierung auf den Bereich Computerforschung ist eng verknüpft mit Joseph Carl Robnett Licklider. Der Psychologe hatte 1951 die Leitung der Human-Engineering-Gruppe des *Lincoln Laboratory* am MIT übernommen. Auch das Lincoln Lab ist ein Produkt des Kalten Krieges, es sollte technische Möglichkeiten zur Abwehr von Luftangriffen durch sowjetische Langstreckenbomber erkunden.

Die Vereinigten Staaten und Kanada hatten die gemeinsame Errichtung und Nutzung einer Reihe von Radarstationen an der amerikanischen Nordgrenze vereinbart, um einen sowjetischen Angriff über den Nordpol frühzeitig aufspüren zu können. Hierbei wurden drei Reihen von Radarstationen errichtet. In diesem Zusammenhang stand die Entwicklung des Computersystems SAGE (*Semi-Automatic Ground Environment*) am Lincoln Lab. Die Kommunikations-, Steuerungs- und Analysevorgänge in einem derart ausgedehnten komplexen System konnten nur mit Hilfe eines Computers bewältigt werden. Zusätzliche Anforderungen erschwerten die Arbeit: So mußte das System die Entdeckungen der Radarstationen in Echtzeit wiedergeben; es sollte von einfachen Soldaten bedient werden können, nicht bloß von ausgebildeten Programmierern, und es wurde erstmals eine komplexe Mensch – Computer-Schnittstelle entwickelt. SAGE war eines der ersten voll betriebsfähigen, interaktiven Echtzeit-Computersysteme. Zu den im Rahmen des SAGE-Projekts entstandenen Innovationen zählen Bildschirmsysteme für die Darstellung von Text und Grafik sowie ein Lichtgriffel als Eingabegerät.⁵⁸

Licklider war einer der ersten Psychologen, die untersuchten, ob der Computer sich strukturell als Modell für die kognitiven Fähigkeiten des Menschen eignet.⁵⁹ SAGE inspirierte ihn zu seiner bekanntgewordenen Vision einer Symbiose von Mensch und Maschine, die er in seinem 1960 veröffentlichten Aufsatz »Man – Computer-Symbiosis« entwickelte. Darin erwartet er eine Entwicklung der kooperativen Interaktion zwischen Mensch und Computer hin zu einer Symbiose. "The hope is that, in not too many years, human brains and computing machines will be coupled together very tightly, and that the resulting partnership will think as no

57 Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 26.

58 Ebd., S. 34 f.

59 Vgl. ebd., S. 37.

human brain has ever thought and process data in a way not approached by the information-handling machines we know today.”⁶⁰ Beide würden zukünftig sehr eng verschmelzen, da Computer »formuliertes Denken« lernten und damit den bereits erreichten Stand »formulierter Problemlösungen« überschritten. Mensch und Computer könnten dann in bisher unbekannter Weise in Entscheidungsprozessen miteinander kooperieren, ohne auf unflexible, notwendig bis in die kleinste Einzelheit ausformulierte Algorithmen angewiesen zu sein. In der angestrebten Mensch-Maschine-Symbiose werde der Mensch die Ziele vorgeben, Hypothesen formulieren, Kriterien festlegen und die Schlußfolgerungen ziehen. Die Rechenmaschine hingegen werde die routinierbaren Aufgaben übernehmen, die die kreativen menschlichen Tätigkeiten notwendig begleiten. Die symbiotische Partnerschaft werde intellektuelle Operationen sehr viel effizienter ausführen als einer der Partner allein es vermöge. Als Voraussetzung für diese anzustrebende Entwicklung seien noch Fortschritte in Timesharingssystemen, Speicherentwicklung, Programmiersprachen sowie bei Ein/Ausgabesystemen zu erzielen, womit im Artikel zugleich ein Forschungsprogramm für die junge Disziplin der »Computer Science« formuliert ist.

Die erhoffte bessere Ausnutzung von Hardware-Ressourcen führte Licklider zu der Idee eines Netzwerks von »thinking centers«, die u. a. die Aufgaben von Bibliotheken wahrnehmen sollten. “It seems reasonable to envision, for a time 10 or 15 years hence, a ‘thinking center’ that will incorporate the functions of present-day libraries together with anticipated advances in information storage and retrieval and the symbiotic functions suggested earlier in this paper. The picture readily enlarges itself into a network of such centers, connected to one another by wide-band communication lines and to individual users by leased-wire services. In such a system, the speed of the computers would be balanced, and the cost of the gigantic memories and the sophisticated programs would be divided by the number of users.”⁶¹

Nachdem Licklider im Oktober 1962 zur ARPA wechselte, richtete er die von ihm geleitete »Command and Control Research«-Abteilung neu aus. Hauptschwerpunkte der Abteilung waren jetzt die Erforschung von Timesharingssystemen, Computergrafik und Programmiersprachen, was sich auch in der Änderung ihres Namens niederschlug: Sie hieß nunmehr »Information Processing Techniques Office« (Büro für Grundlagen der Datenverarbeitung, IPTO). Das IPTO förderte Timesharing-Projekte ebenso wie Forschungen in den Bereichen Computergrafik und -sprachen sowie frühe Projekte der Artifizialen Intelligenz, etwa von Marvin Minsky und John McCarthy.

Licklider ging 1964 zurück zum MIT, wo er am Project MAC mitarbeitete. Sein Nachfolger wurde der Computergrafikexperte Ivan Sutherland, der 1965 Robert Taylor als Assistent einstellte. Taylor, der seine Doktorar-

60 J. C. R. Licklider, “Man-Computer Symbiosis” (1960). In: *In Memoriam: J. C. R. Licklider 1915–1990*. SRC Research Reports 61. Palo Alto, Calif.: Digital Equipment Corporation Systems Research Center, Aug. 7, 1990, pp. 1–19, S. 2.

61 Ebd., S. 8.

beit in Psychoakustik geschrieben und danach bei der NASA gearbeitet hatte, wurde 1966 seinerseits Direktor des IPTO und knüpfte an Lickliders Vision eines Computernetzwerks an. Der steigende Bedarf der Wissenschaft an Computerressourcen erfordere die Vernetzung, um die knappen Ressourcen zu verteilen und Doppelarbeiten zu vermeiden. Die vernetzten Wissenschaftler sollten auf die Daten ihrer Kollegen zugreifen können.⁶² Zum Leiter des Projekts bestimmte Taylor Larry Roberts, der vom Lincoln Lab, wo er sich das Programmieren an einem TX-0 selbst beigebracht und am Betriebssystem für den TX-2 mitgeschrieben hatte, zur ARPA wechselte.⁶³

Alan Kay, damals Mitarbeiter von ARPA-Chef Ivan Sutherland, beschreibt die Anfangszeit des IPTO als ein Forschen ins Blaue hinein: »Die Grundidee von ARPA ist, daß man gute Leute findet, ihnen eine Menge Geld gibt und sich dann zurückzieht.«⁶⁴ Und Taylor erläutert in einem Interview mit dem Filmemacher Lutz Dammbeck die Finanzierungspolitik von ARPA: »Also, die Politik meiner Abteilung bei ARPA und auch die anderer Abteilungen bei ARPA war: Findet Leute mit wirklich großen und gewagten Ideen, die ihr trotzdem für realistisch haltet. Und wenn sie dann funktionieren, wird sich das auszahlen. Anstatt nur kleine Ideen zu fördern, die auch nur ein kleines bißchen Gewinn bringen.«⁶⁵

Die Hacker ihrerseits wurden protegiert von den durch ARPA geförderten Forschern im Umkreis der Künstlichen Intelligenz (Artificial Intelligence, AI) wie Marvin Minsky, der zu dieser Zeit das AI-Lab am MIT aufbaute und in den jungen Hackern jene »programming geniuses« (Levy) erblickte, die er für den Aufbau der jungen Disziplin benötigte, und die Hacker entsprechend unterstützte, und John McCarthy, der 1962 das MIT verließ, um in Stanford das Institut für Künstliche Intelligenz (Stanford AI Lab – SAIL) zu gründen.

Viele MIT-Hacker folgten McCarthy, andere gingen in die Industrie. Was einerseits Auflösungserscheinung war, diente zugleich der Verbreitung der Hackerkultur – freilich in modifizierter Form. In Stanford lehrten Leute wie Donald Knuth⁶⁶, und es herrschte eine sehr eigene Atmosphäre.

62 Vgl. Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 48 f.

63 Ebd., S. 52.

64 Zitiert nach Mühlbauer (s. Anm. 3). – Alan Kay arbeitete in den 1970er Jahren bei Xerox im Palo Alto Research Center (Xerox PARC). Er gilt als einer der Väter der objektorientierten Programmierung und entwickelte die Programmiersprache *Smalltalk*. Er ersann das Konzept eines mobilen Computers, des *Dynabooks*, das die Grundlage der heutigen Laptops darstellt. Zudem gilt er als Architekt der modernen grafischen, fensterbasierten Benutzeroberflächen.

65 Lutz Dammbeck, *Das Netz. Die Konstruktion des Unabombers*. Im Anhang: Die industrielle Gesellschaft und ihre Zukunft (Unabomber-Manifest). Hamburg: Edition Nautilus, 2005, S. 31.

66 Der Mathematiker Donald Ervin Knuth erhielt 1968 die Professur für *The Art of Computer Programming* an der Stanford University. *The Art of Computer Programming* ist auch der Titel seines 1962 begonnenen und ursprünglich auf sieben Bände angelegten Lebenswerks. Während die ersten drei Teile: *Fundamental Algorithms*, *Seminumerical Algorithms* sowie *Sorting and Searching* zwischen 1968 und 1973 erschienen, sind von Band 4: *Combinatorial Algorithms* erst Teile, sog. *Faszikel*, zur Überprüfung veröffentlicht. Die Darstellung der Beispielprogramme erfolgt dabei in einer eigens von Knuth

Dort verließen die Hacker täglich den Rechner, um Volleyball zu spielen, und schafften eine Sauna an. Es entwickelte sich eine eigene Kultur, die aber dennoch eine Hacker-Kultur blieb.

Die so entstehenden Hackerzentren wurden mittels des entstehenden Arpanet miteinander verbunden. Nachdem er seinen Posten bei der ARPA angetreten hatte, schickte Licklider den seiner Meinung nach besten Informatikern von Stanford, dem MIT, der University of California, Los Angeles (UCLA), Berkeley sowie einiger Firmen – insgesamt etwa ein Dutzend Personen, die Licklider als sein »Intergalaktisches Computernetzwerk« bezeichnete – ein ausführliches Memorandum, in dem er sich über den inkompatiblen Wildwuchs bei Programmiersprachen, Betriebssystemen und Dokumentationssystemen beklagte und eine Standardisierung forderte. In diesem Zusammenhang diskutierte er auch das (zu dieser Zeit noch hypothetische) Problem einer Vernetzung der inkompatiblen Computersysteme.⁶⁷

Gerne kolportiert wird die Legende, das Internet sei als Kommunikationsmittel des US-Militärs im Falle eines Atomkriegs entworfen worden. Anfang der 1960er Jahre habe sich eine der Denkfabriken des Kalten Krieges, die RAND Corporation⁶⁸, Gedanken gemacht über ein strategisches Problem: Wie sollten die US-Machthaber, -Behörden und -Militärs nach einem Nuklearkrieg untereinander die Kommunikation aufrecht erhalten? Als Ergebnis dieser Überlegungen sei das Arpanet mit seiner dezentralen Paketvermittlungstechnik entstanden.

Robert Taylor bestreitet die angebliche Atombombensicherheit des

entwickelten Assemblersprache für einen idealen Computer namens MIX (eine überarbeitete Version dieses Computers, die zukünftigen Ausgaben zugrundeliegen soll, heißt *Millennium MIX* – MMIX). Knuth begründet den radikalen Schritt der Benutzung einer eigenen Assemblersprache konsequent sowohl mit technischen als auch pädagogischen Argumenten sowie der Absicht, ein langfristiges Werk zu schaffen, das nicht von der jeweiligen Modeprogrammiersprache beeinflusst sein soll. Unzufrieden mit der Qualität des damaligen Computersatzes, schuf Knuth für den Druck der Reihe zwischen 1977 und 1986 das Textsatzprogramm T_EX. T_EX sollte die Qualität des besten Handsatzes erreichen und zudem die Möglichkeiten moderner Computertechnik ausschöpfen: “Ever since those beginnings in 1977, the T_EX research project that I embarked on was driven by two major goals. The first goal was quality: we wanted to produce documents that were not just nice, but actually the best. (...) The second major goal was archival: to create systems that would be independent of changes in printing technology as much as possible. When the next generation of printing devices came along, I wanted to be able to retain the same quality already achieved, instead of having to solve all the problems anew. I wanted to design something that would be still usable in 100 years.” (Donald E. Knuth, *Digital typography*. Stanford, Calif.: CSLI Publications, 1999, S. 559.) Auch entwickelte Knuth die Methode des *literate programming*, dem Schreiben von Computerprogrammen in einer für menschliche Leser geeigneten Form, so daß die Programme einen literarischen Text bilden. Die gedruckte Dokumentation von T_EX umfaßt fünf Bände, von denen zwei »klassische« Benutzerhandbücher sind und den Funktionsumfang von T_EX und *Metafont*, mit dem sich Schrifttypen programmieren und Grafiken erstellen lassen, beschreiben. Die anderen drei Bände beschreiben den Quelltext von T_EX resp. *Metafont* sowie von der von Knuth entworfenen Schriftfamilie *Computer Modern*.

67 Vgl. Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 44.

68 RAND wurde 1946 gegründet, um das amerikanische Know How im Bereich Operation Research auf dem im Zweiten Weltkrieg erreichten Niveau zu halten. Die meisten Aufträge bekam RAND von der Air Force.

Netzes freilich vehement: »Manche Historiker haben sich das angesehen und sagten: ›Naja, ARPA hat das Arpanet für den Fall einer nuklearen Katastrophe gebaut.« Nein! Wir haben das Arpanet gebaut, um Leuten, die gemeinsame Interessen haben, aber an verschiedenen Orten sind, zu ermöglichen, diese Interessen miteinander zu teilen.«⁶⁹

In der Tat ist das »atombombensichere Internet« ein Mythos. Er geht zurück auf die falsche Bewertung des Einflusses der Ideen von Paul Baran. Der 1926 in Polen geborene und als Kleinkind in die Vereinigten Staaten emigrierte Baran trat 1959 in die computerwissenschaftliche Abteilung der RAND-Corporation ein, wo er ab 1960 das Prinzip eines paketvermittelten Netzwerks ersann. Baran hatte tatsächlich die Vision eines redundant ausgelegten Netzwerks, in dem die Kommando- und Kontrollstrukturen auch nach einem atomaren Angriff und dem Ausfall einzelner Teile des Netzwerks noch funktionsfähig blieben.⁷⁰ Ein atomar verwüstetes Amerika würde ein Kommando- und Steuerungsnetzwerk benötigen, das alle Städte und Staaten sowie alle militärischen Stützpunkte miteinander verbindet. Gleich wie schwer die Verwüstungen (auch des Netzes selber) gewesen wären, die funktionsfähigen Teile sollten nach wie vor in der Lage sein, untereinander zu kommunizieren. Wie aber sollte dieses Netzwerk gesteuert werden? Jede zentrale Behörde oder jede zentrale technische Einheit würde naturgemäß das Risiko des Ausfalls in sich tragen, egal wie gut sie geschützt wäre. Sie wäre selbst wahrscheinlich ein bevorzugtes Ziel gegnerischer Angriffe geworden. Das Grundschema der von Baran erarbeiteten Lösungsvorschläge war simpel: Das Netz selbst wurde bereits in Annahme vorhandener Beschädigungen entworfen. Ein solches Netzwerk mußte zum einen redundant ausgelegt und jeder Knoten des Netzes mit mehreren anderen Knoten verbunden sein, und zum anderen ohne zentrale Steuerung auskommen. In seinem Entwurf zerteilte Baran dazu jede Nachricht so, daß sie in definierte Pakete paßte, die sich selbständig den Weg durchs Netzwerk suchen sollten. Barans Bemühen, Kommunikationsstrukturen zu entwickeln, deren Teilbereiche auch nach Zerstörung anderer Teile mit den übriggebliebenen Einheiten kommunizieren konnten, ließ ihn sein Netzwerk nach dem Vorbild der neuronalen Strukturen des Gehirns einrichten.⁷¹

69 Zitiert nach Dammebeck (s. Anm. 65), S. 33.

70 Vgl. Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 62. – Eine Beschreibung des militärischen Motivs Barans findet sich auf S. 63 f.

71 Er führte diesbezüglich lange Gespräche mit Warren McCulloch, einem Psychiater und Kybernetiker am Research Laboratory des MIT. Der Neurophysiologe Warren McCulloch verband gemeinsam mit dem Logiker Walter Pitts, einem Schüler Rudolf Carnaps, die Neurophysiologie mit der Computertechnik. Sie griffen dabei auf Shannons Arbeiten über die Benutzung der Booleschen Logik in der Nachrichtentechnik zurück, der gezeigt hatte, wie mit Hilfe der zweiwertigen Logik mit zusammenschalteten binären Relais gerechnet werden kann. Sie suchten die Vernetzung der Nervenfasern, die nur zwei Zustände kennen: feuern oder nicht feuern, mittels der mathematischen Logik als Schaltprobleme zu identifizieren. Dabei bezogen sie sich auf Turings klassischen Aufsatz »On Computable Numbers« und betrachteten den Menschen als Turingsche Universalmaschine, den Reduktionismus der »Papiermaschine« gar nicht mehr bemerkend. In der binären Logik glaubten sie die grundsätzliche Funktionsweise der neuronalen Netzwerke des Gehirns gefunden zu haben. Die Nerventätigkeit erschien damit selbst als eine Form

Die Realisierung der Technik scheiterte jedoch am Widerstand des Telefonmonopolisten A.T. & T., so daß Baran Mitte 1965 entnervt aufgab. Ungefähr zu diesem Zeitpunkt begann Donald Watts Davies, Physiker am *National Physical Laboratory* (NPL) in London, in Unkenntnis der Arbeiten Barans ein ähnliches Netzwerk zu entwickeln.⁷² Kurz zuvor hatte er auf einer Reise in die Vereinigten Staaten am MIT das im Project MAC entwickelte Timesharingssystem Multics kennengelernt. Das Konzept, Rechnerzeit und damit die »Jobs« in kleine Einheiten aufzuteilen, die quasi (aus Benutzersicht) parallel verarbeitet werden, brachte ihn auf die Idee, in seinem Netzwerk Nachrichten in einheitliche Pakete aufzuteilen und am Empfängerstandort wieder zusammenzufügen.⁷³ Auch Davies' Netzwerk benutzte die Paketvermittlungstechnik (der Ausdruck »packet-switching« stammt von Davies, Baran hatte das Prinzip etwas sperrig »distributed adaptive message block switching« genannt⁷⁴), und es war ebenfalls redundant ausgelegt – jedoch nur auf einem Redundanzniveau von 2, statt wie bei Baran auf einem von 3 bis 4. Im Gegensatz zu den Baranschen Überlegungen hatte die Redundanz bei Davies jedoch keinerlei militärstrategischen Hintergrund. Davies wollte ein öffentliches Kommunikationsmittel aufbauen, das auf die digitalen Computer und Vermittlungstechniken aufsetzte und »state of the art« war. Die Paketvermittlungstechnik ergab sich bei ihm aus rein technologischen Überlegungen.

Erst Anfang 1967 wurde Roberts mit Barans und Davies' Ideen von einem paketvermittelten Netzwerk bekannt. Hafner und Lyon betonten: »Bei der Konstruktion des experimentellen Netzwerks ging es Roberts nicht vorrangig – nicht einmal in zweiter Linie – um dessen Überlebensfähigkeit. Atomkriegsszenarien und Probleme der Kommando- und Befehlsstruktur rangierten auf Roberts' Prioritätenliste nicht allzu weit oben.«⁷⁵ Doch war Roberts durchaus an Barans Erkenntnissen interessiert, und ab Anfang 1968 wurde Baran zu einer Art inoffiziellen Berater der Netzwerkkonstruktionsgruppe um Roberts. Die das Arpanet aufbauenden Ingenieure und Techniker griffen auf die Arbeiten von Baran und Davies zurück, doch hatte das Netz zu keiner Zeit den Charakter eines verteilten Netzwerks im Sinne Barans, sondern glich eher einem dezentralisiertem Netz, das mehrere Hauptzentren, um die sich jeweils lokale Netze gruppieren, redundant miteinander verband.⁷⁶ Das

des logischen Rechnens, und das Gehirn wurde nunmehr als universale Rechenmaschine im Sinne Turings gedeutet: »Wenn eine Zahl durch einen Organismus berechnet werden kann, so ist sie nach diesen Definitionen [nach Turings Definition der Berechenbarkeit, das heißt von einer Turingmaschine, O. H.] berechenbar, und umgekehrt.« (Warren S. McCulloch und Walter H. Pitts, »Ein Logikkalkül für die der Nerventätigkeit immanenten Gedanken« (1943). In: Warren S. McCulloch, *Verkörperungen des Geistes*. Wien und New York: Springer, 2000, S. 24–40, S. 37.)

72 Davies arbeitete ab 1947 unter Alan Turing an der Entwicklung des ACE. 1954 erhielt er ein Forschungsstipendium in den USA, das er zum Teil am MIT verbrachte. (Vgl. Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 65 f.)

73 Vgl. ebd., S. 77.

74 Vgl. ebd., S. 78.

75 Ebd., S. 90.

76 Eine kurze, prägnante Beschreibung des dezentralen Charakters des Netzes gibt James

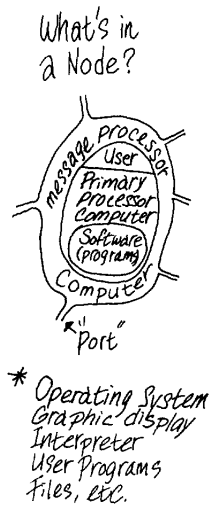
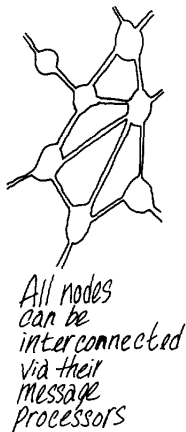


Abbildung 5:
Netzwerknoten
und ihre Verbin-
dung.
Zeichnungen (4)
entnommen aus
Licklider/Taylor,
The Computer as
a Communication
Device, a. a. O.



Arpanet entstand als eine Art Kreuzung aus den Ideen von Baran und Davies, doch sollte es nie das von Baran in seinem Plan angestrebte Redundanzniveau erreichen, sondern wurde auf einem sehr viel niedrigeren Level konzipiert, der näher an Davies' Konzept lag. Die einzelnen Knoten waren im Arpanet zumeist mit je zwei benachbarten Knoten verbunden (manchmal mit nur einem, manchmal auch mit dreien). Bereits zwei ausgefallene Verbindungen konnten dazu führen, daß sich das Netzwerk spaltete und in isolierte Segmente zerfiel.⁷⁷

2.2.1 Die Vision eines öffentlichen Kommunikationsnetzes

In dem 1968 erschienenen Aufsatz *The Computer as a Communication Device* beschreiben Taylor und Licklider gemeinsam in visionärer Weise das entstehende Netzwerk. Der programmierbare Digitalrechner, so die Autoren, sei in der Lage, die Kommunikationsweise nachhaltiger zu verändern, als es Druckerpresse und Fernseher zu ihrer Zeit vermochten, da ein Computer nicht nur Zugang zu Information gewähren, sondern zugleich auch die Information gebrauchsgerecht aufbereiten könne.⁷⁸

Besonders interessant ist die Beschreibung der Gemeinschaften, die die Grundlage der Vernetzung bilden sowie die Schilderung des erwarteten Entwicklungsprozesses des Netzwerks. Licklider und Taylor gehen von den Hackern und ihrer Ethik aus, die die menschliche und produktive Basis derjenigen Computerzentren bilden, die sie vernetzen wollen. Mit Nachdruck betonen sie die Offenheit des Entwicklungsprozesses und den Selbstaufbau des Netzwerks durch seine Benutzer.

Bisher gebe es etwa ein halbes Dutzend Gemeinschaften, die sich um Multiaccesscomputer herum gebildet hätten, und die sich durch eine besondere Form der Kommunikation und der Kooperation auszeichneten:

“In the half-dozen communities, the computer systems research and development and the development of substantive applications mutually support each other. They are producing large and growing resources of programs, data, and know-how. But we have seen only the beginning. There is much more programming and data collection – and much more

Gleich im *New York Time Magazine*. Das Internet, schreibt er, »ist kein Ding, es ist keine Einheit; es ist eine Organisation. Niemand besitzt es; niemand betreibt es. Es ist einfach der Computer eines jeden, nur vernetzt.« (Zitiert nach Jeremy Rifkin, *Access. Das Verschwinden des Eigentums*. 2. Aufl. Frankfurt am Main und New York: Campus, 2000, S. 28.)

⁷⁷ Das niedrige Redundanzniveau lag auch in der Entscheidung der Ingenieure begründet, statt niedrigpreisiger Komponenten höherwertige zu verwenden, die von sich aus relativ ausfallsicher waren. Im Normalbetrieb war so bei geringem Wartungsaufwand ein stabiles Netzwerk zu gewährleisten; ganz sicher aber nicht im Falle eines Atomkriegs. (Vgl. Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 131.)

⁷⁸ J. C. R. Licklider and Robert W. Taylor, “The Computer as a Communication Device” (1968). In: *In Memoriam: J. C. R. Licklider 1915–1990*. SRC Research Reports 61. Palo Alto, Calif.: Digital Equipment Corporation Systems Research Center, Aug. 7, 1990, pp. 21–41, S. 22.

learning how to cooperate – to be done before the full potential of the concept can be realized.

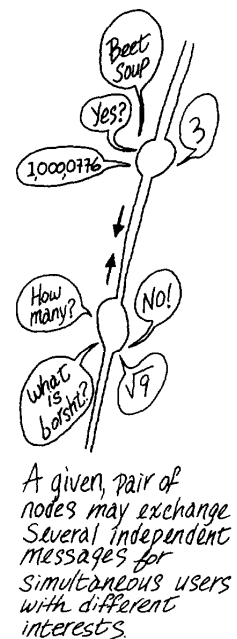
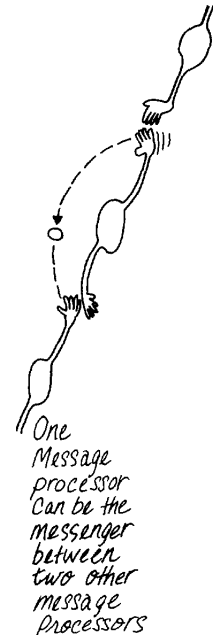
Obviously, multiaccess systems must be developed interactively. The systems being built must remain flexible and open-ended throughout the process of development, which is evolutionary. (...)

These new computer systems we are describing differ from other computer systems advertised with the same labels: interactive, time-sharing, multiaccess. They differ by having a greater degree of open-endedness, by rendering more services, and above all by providing facilities that foster a working sense of community among their users.”⁷⁹

Die noch isolierten Hackergemeinden sind es, die Licklider und Taylor vernetzen und damit eine »supercommunity« schaffen wollen, die ebenso auf den Prinzipien der Hackerethik beruhen soll wie die einzelnen, noch isolierten Gemeinschaften. “Today the on-line communities are separated from one another functionally as well as geographically. Each member can look only to the processing, storage and software capability of the facility upon which his community is centered. But now the move is on to interconnect the separate communities and thereby transform them into, let us call it, a supercommunity. The hope is that interconnection will make available to all the members of all the communities the programs and data resources of the entire supercommunity.”⁸⁰

Technisch sollte ein vor jeden Host geschalteter kleiner Computer, genannt *Interface Message Processor* (IMP), die Netzwerkfunktionalität ermöglichen. Die Netzwerkfunktionen sollten transparent auf ein Subnetz übertragen werden, das Inkompatibilitäten zwischen den einzelnen Hostrechnern irrelevant machte. Jeder Host mußte so nur für das Senden und Empfangen vom IMP programmiert werden.

An der Beschreibung der Netzwerktechnik fällt auf, daß ein Netzwerknoten (node) primär als soziale Konfiguration gefaßt wird und nicht als Maschine. Der Bereich des rein Technischen tritt selbst bei der Beschreibung der technischen Funktionsweise hinter die visionäre Idee einer Veränderung der *menschlichen* Kommunikationsformen zurück. Das entstehende Netzwerk verknüpft Menschen, und Computer dienen hierbei als Mittel. Ihnen kommt die Rolle eines Werkzeugs zu, das die menschlichen Fähigkeiten stark erweitert, aber immer unter Kontrolle des Menschen bleibt, der sich als Entwickler des Werkzeugs weiß – ein konviviales Werkzeug im Sinne Ivan Illichs also.⁸¹ “The collection of people, hardware, and software – the multiaccess computer together with its local community of users – will become a node in a geographically distributed computer network. (...) For each node there is a small, general-purpose



79 Ebd., S. 31.

80 Ebd., S. 31 f.

81 Vgl. Ivan Illich, *Selbstbegrenzung. Eine politische Kritik der Technik*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1980. Zu Illichs Begriff der Konvivialität vgl. unten, Abschnitt 2.4 auf Seite 118, sowie das Schlußkapitel, S. 425 ff.

computer which we shall call a ‘message processor.’ The message processors of all the nodes are interconnected to form a fast store-and-forward network. The large multiaccess computer at each node is connected directly to the message processor there. Through the network of message processors, therefore, all the large computers can communicate with one another. And through them, all the members of the supercommunity can communicate – with other people, with programs, with data, or with selected combinations of those resources. The message processors, being all alike, introduce an element of uniformity into an otherwise grossly nonuniform situation, for they facilitate both hardware and software compatibility among diverse and poorly compatible computers.”⁸²

Der Aufsatz enthält auch eine explizit politische Dimension. Das Netz darf nach Ansicht der Autoren nicht auf eine kleine Gemeinschaft von Wissenschaftlern beschränkt bleiben. Ausdrücklich wird vor der Bildung einer Informationselite gewarnt, die als Gefahr für die Demokratie begriffen wird. Licklider und Taylor hegen die Hoffnung, daß das Netz einen Massenmarkt für preisgünstige Konsolen schaffen werde und sich so breiten Bevölkerungsgruppen öffnete.⁸³ Sie antizipieren die heutige Diskussion um die Gefahren eines »digital divide« und postulieren das Recht, online zu sein:

“For the society, the impact will be good or bad, depending mainly on the question: Will ‘to be on line’ be a privilege or a right? If only a favored segment of the population gets a chance to enjoy the advantage of ‘intelligence amplification,’ the network may exaggerate the discontinuity in the spectrum of intellectual opportunity.

On the other hand, if the network idea should prove to do for education what a few have envisioned in hope, if not in concrete detailed plan, and if all minds should prove to be responsive, surely the boon to humankind would be beyond measure.”⁸⁴

Der quantitativ nicht mehr faßbare Segen für die Menschheit, der mit der Entwicklung des Netzwerks entstehe, wird mit der aufgrund der sich entfaltenden kooperativ-egalitären Arbeitsweise enorm gesteigerten Produktivität begründet, die auf der Freiheit des Einzelnen basiert und diesem zugleich zum individuellen Glück gereichen soll. “First, life will be happier for the on-line individual because the people with whom one interacts most strongly will be selected more by commonality of interests and goals than by accidents of proximity. Second, communication will be more effective and productive, and therefore more enjoyable. Third, much

82 Licklider und Taylor (s. Anm. 78), S. 32. – In gewissem Widerspruch zur ursprünglichen Hackerethik steht allerdings die Forderung, jeder Benutzer solle spezifizieren können, welche seiner Dateien privat und welche öffentlich oder halböffentlich seien, und in welchem Umfang sie zugänglich sein sollen. (Ebd., S. 33 f.) Ihre Position ähnelt aber der vom CCC überarbeiteten Hackerethik.

83 Licklider und Taylor (s. Anm. 78), S. 37.

84 Ebd., S. 40.

communication and interaction will be with programs and programmed models, which will be (a) highly responsive, (b) supplementary to one's own capabilities, rather than competitive, and (c) capable of representing progressively more complex ideas without necessarily displaying all the levels of their structure at the same time – and which will therefore be both challenging and rewarding. And, fourth, there will be plenty of opportunity for everyone (who can afford a console) to find his calling, for the whole world of information, with all its fields and disciplines, will be open to him – with programs ready to guide him or to help him explore.”⁸⁵

2.2.2 Der Aufbau des Netzes

Die Consultingfirma *Bolt Beranek and Newman* (BBN), die die IMPs entwickelte, wurde 1948 im Umfeld des Bostoner MIT gegründet. BBN blieb stark wissenschaftlich geprägt, und Lyon und Hafner schreiben ihr sogar den Ruf einer »dritten Universität« – neben MIT und der Harvard University – in Cambridge zu, bei der die beschäftigten Wissenschaftler dank der Abwesenheit von Lehrverpflichtungen den »reinen Geist der Wissenschaft – Forschung pur« atmeten.⁸⁶

Ursprünglich verfügte die Firma vor allem über Know How auf dem Gebiet der Raumakustik. 1957 kam Licklider zu BBN; dort war man an seinem Wissen über den Mensch–Maschine-Dialog interessiert.⁸⁷ Computer stellten fortan ein zweites Standbein für BBN dar; sie kauften auch die allererste PDP-1. Auch John McCarthy und Marvin Minsky gingen bei BBN ein und aus.⁸⁸

Folgt man den Schilderungen von Hafner und Lyon⁸⁹, war entsprechend der wissenschaftlichen Ausrichtung von BBN die Entwicklung der IMPs von ingenieurstechnischen Überlegungen geprägt und nicht durch Marketing- oder bürokratische Erfordernisse überformt. Die Techniker und Ingenieure werden als eine Gruppe von kreativen Hackern dargestellt, die die IMPs in einem offenen Prozeß entwickelten. Verantwortlich bei BBN sei eine kleine Gruppe von Ingenieuren und Technikern gewesen, deren Informationsfluß egalitär strukturiert war. »Alle wußten alles«, zitieren Hafner und Lyon William Crowther.⁹⁰ Die kreativ-egalitäre Arbeitsatmosphäre habe sich auch darin niedergeschlagen, daß die

85 Ebd.

86 Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 99.

87 Vgl. ebd., S. 96.

88 Vgl. ebd., S. 98. – Ebenfalls tätig bei BBN war ein weiterer Pionier der Artificiellen Intelligenz, Seymour Papert. Papert schuf Ende der 1960er Jahre bei BBN die Grundzüge von *Logo*, einer Programmiersprache für Kinder, die auf Konzepte der Artificiellen Intelligenz, mathematischer Logik und der Entwicklungspsychologie zurückgreift und von Wally Feuerzeig weiterentwickelt wurde. Zu Paperts pädagogischer Vision vgl. Seymour Papert, *Mindstorms. Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, 1980; Crevier (s. Anm. 13), S. 120–124.

89 Vgl. vor allem S. 119–157.

90 Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 136.

kursierenden informellen Notizen zwar keiner einheitlichen Form unterworfen worden, aber stets leger mit »The IMP-Guys' Notes« begonnen.⁹¹

Der eben zitierte Crowther entwickelte ein Konzept des »dynamischen Routings« – laufend aktualisierte Tabellen, die den IMPs mitteilten, in welche Richtung Pakete geschickt werden sollten.⁹² Hafner und Lyon bezeichnen Crowthers Algorithmus für das dynamische Routing als »ein Stück programmierte Poesie«.⁹³

Die Arbeit an den IMPs begann Anfang 1969; der erste IMP sollte im September desselben Jahres an der Universität von Kalifornien in Los Angeles (UCLA) installiert werden, dann bis Dezember jeden Monat ein weiterer, bis das Stanford Research Institute (SRI), die Universität von Utah sowie die Universität von Kalifornien in Santa Barbara (UCSB) vernetzt waren. Das Netzwerk sollte mit vier Rechnern also innerhalb eines Jahres online sein.⁹⁴

Der fünfte Knoten wurde im März 1970 bei BBN installiert, er verband BBN mit der UCLA. Dies war die erste transkontinentale Verbindung von Ost nach West. Nunmehr konnte BBN das entstehende Netzwerk von ihrer Zentrale aus warten und beobachten.⁹⁵ Bis Juni 1970 wurden das MIT, RAND, System Development Corp. und Harvard angeschlossen, und eine zweite Transkontinentalleitung verband nunmehr das MIT mit der Universität Utah. Bis Jahresende wurden mit dem Lincoln Lab und den Universitäten Stanford, Carnegie-Mellon und Case Western Reserve insgesamt 13 Hosts vernetzt.⁹⁶ Der Vertrag der ARPA mit BBN wurde um die Einrichtung weiterer IMPs und den Betrieb des Kontrollzentrums

91 Vgl. Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 136.

92 Vgl. ebd., S. 148 f.

93 Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 149. – Der »IMP-Guy« Crowther war auch der ursprüngliche Autor von *Adventure*, einem Spiel, das den Spieler in ein Tolkiensches Universum versetzt und namensgebend für ein ganzes Genre von Computerspielen wurde. Levy schreibt *Adventure* den Status einer Metapher fürs Computerprogrammieren zu und vergleicht die in der Welt von *Adventure* zu entdeckenden, tiefen Winkel mit den undurchdringlichsten und dunkelsten Ebenen der Maschine, auf die man beim Hacken in Assemblersprache treffe. (Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 141.) Crowther schrieb *Adventure* Anfang 1976 binnen weniger Wochen, stellte jedoch die Weiterentwicklung ein. Das Spiel zirkulierte im Netz, und Donald Woods besorgte sich von Crowther den Quellcode und entwickelte es weiter. »Crowther und Woods ermunterten gleichermaßen zu »Raubkopien« und fügten ihre E-Mail-Adressen bei, falls jemand Anleitung beim Installieren, Spielen oder Kopieren brauchte. (...) *Adventure* bewies, wie attraktiv eine offene Netzkultur war. Und diese Offenheit prägte sich im Laufe der Zeit noch deutlicher aus. Im Netz fanden sich nur wenige verschlossene Türen, und die Nutzer behandelten die Frage, wer durch sie eintreten durfte und zu welchem Zweck, sehr liberal. Jeder Versuch, die Population der Nachwuchsforscher an der uneingeschränkten Nutzung des Netzwerks zu hindern, hätte eine grobe Fehleinschätzung des Wertesystems der Computergemeinschaft offenbart.« (Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 246.) – Zu *Adventure* vgl. auch Janice Winsor, *The Unix Book of Games*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1996; zum informellen, anarchischen Charakter des Netzes Paulina Borsook, "How Anarchy Works. On location with the masters of the metaverse, the Internet Engineering Task Force." In: *Wired* 3.10 (Oct. 1995), pp. 110–118. URL: <http://www.wired.com/wired/archive/3.10/ietf.html> (besucht am 04. 01. 2006).

94 Vgl. Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 119.

95 Ebd., S. 193 ff.

96 Vgl. ebd., S. 198 f.

ausgedehnt. Doch veränderte das zugleich den Charakter des Unternehmens, das sich immer mehr von einem Forschungsprojekt unterschied: »BBN mußte das Netzwerk so verwalten, als ob es die Leistung eines Energieversorgungsunternehmens sei. (...) Der Zeitpunkt war gekommen, das Netzwerk vom Experimentalstadium in den Normalbetrieb zu überführen.«⁹⁷ Die Unternehmenskultur veränderte sich entscheidend, und BBN verlor auch seinen Charakter als »dritte Universität«.⁹⁸

2.2.3 *Entwicklung an der Basis – und erste Versuche einer kommerziellen Einhegung des Netzes*

Die Dynamik der Entwicklung ging von den Ingenieuren bei BBN auf die Benutzer an den Universitäten über. Da die Host-Computer auf den unterschiedlichsten Hard- und Softwarearchitekturen aufsetzten und zueinander inkompatibel waren, mußten sie mit Hilfe von zu vereinbarenden »Protokollen«, also Konventionen, die festlegen, wie die Computer Daten austauschen, erst in die Lage versetzt werden, miteinander kommunizieren zu können. Die Spezifikation der Protokolle lag in der Verantwortung der einzelnen Host-Standorte; die Nutzer selbst als die eigentlichen Experten sollten die beste Art und Weise des Austauschs bestimmen können.

Die Spezifizierung der Protokolle des entstehenden Netzes wurde von einer informellen, egalitär und offen organisierten Gruppe graduerter Studenten vorgenommen. Bereits im Sommer 1968 traf sich eine kleine Gruppe von den vier ersten geplanten Host-Standorten in Santa Barbara. Im Anschluß an dieses Treffen formierte sich die Network Working Group (NWG). Die Gruppe befürchtete zunächst, mit ihren Besprechungen und Entwicklungen den »offiziellen Protokollentwicklern« auf die Füße zu treten. Das Gründungsmitglied Steve Crocker berichtet: »Ich weiß noch, daß wir große Angst hatten, den offiziellen Protokollentwicklern, wer sie auch sein mochten, zu nahe zu treten.«⁹⁹ Die Gruppe arbeitete gewissermaßen im luftleeren Raum, unklar über die Verteilung der Kompetenzen. Tatsächlich lag es in der Aufgabe der Universitäten, die Spezifikationen für die Host-zu-Host-Kommunikation zu entwerfen und so dem Netz seinen Charakter zu geben. Aber dort hatte niemand »offizielle Protokollentwickler« bestimmt, denn für das Netz galt ja, daß »[it] must remain flexible and open-ended throughout the process of de-

97 Ebd., S. 200.

98 Dies schlug sich auch im Einzug in ein neues Firmengebäude nieder, dessen Architektur Angst vor der Öffentlichkeit widerspiegelte: »Von der Architektur her erinnerte das imposante, neue Haus ein wenig an eine aufgepeppte Festung. Im Stil des Gebäudes, das während des Höhepunkts der Antikriegsbewegung erbaut wurde, spiegelt sich eine Facette des Unternehmens von BBN wider: Es machten sich Befürchtungen breit, als eine der Firmen, die ihre Aufträge vom Verteidigungsministerium erhielten, Bedrohungen durch die Protestbewegung ausgesetzt zu sein. Das Erdgeschoß des Gebäudes (...) hatte keine Fenster. Die Tiefgarage im Keller war so gebaut, daß das Gebäude zurücktrat und praktisch von einem wasserlosen Graben umgeben war; man konnte es nur über eine kurze Fußgängerbrücke zur Eingangstür betreten.« (Ebd., S. 201.)

99 Crocker, zitiert nach ebd., S. 166.

velopment, which is evolutionary«¹⁰⁰ und eben nicht von außen festgelegt werden durfte. Die Studenten, die die von ihnen ersonnenen Spezifikationen bescheiden als »Request for Comments« (RFC) veröffentlichten,¹⁰¹ füllten diese »Lücke«. Die ersten Benutzer entwarfen das Netz und bauten es auf, und die Dokumente, in denen die im Internet gültigen Standards – E-Mail, Telnet, FTP, später auch das World Wide Web und andere Dienste – kodifiziert sind, tragen bis heute diesen Namen.¹⁰² Das Internet erhielt seinen egalitären und offenen Charakter.

Hafner und Lyon schildern die mit der Festlegung der technischen Spezifikationen das Arpanet im umfassenden Sinne konstituierende Gruppe als eine Gemeinschaft von übernachtigten Hackern, die in den Code des Netzes einen offenen Entwicklungsprozeß hineinschrieb: »Konsens war die *conditio sine qua non* in dieser Gemeinschaft von Gleichen. Sie alle konnten Code schreiben oder den Code eines anderen überarbeiten. Die NWG bildete eine ad hoc entstandene Aristokratie aus hochkreativen, übernachtigten Computergenies, die sich durch ihre Talente und Eigenheiten und durch ihre guten Absichten auszeichneten. Und immer waren sie halbwegs darauf gefaßt, daß sie eines Tages einen warmen Händedruck für ihre Arbeit erhielten und umgehend durch andere ersetzt wurden – nämlich diejenigen, die sie für die wahren Profis des Faches hielten.«¹⁰³

Bei der Entwicklung der Host-zu-Host-Kommunikation wollte die NWG zuerst den Fern-Login und den Dateitransfer in Angriff nehmen – Telnet und FTP. Telnet wurde Ende 1969 veröffentlicht. Ein übergeordnetes Protokoll, das den elementaren Host-zu-Host-Dialog regulieren sollte, wurde erst Ende 1970 als *Network Control Program* (NCP) fertiggestellt.¹⁰⁴ Das Protokoll für den Dateitransfer, FTP, wurde von einer Gruppe unter Leitung des MIT-Absolventen und Multics-Spezialisten

100 Licklider und Taylor (s. Anm. 78), S. 31.

101 Der Ton der ersten RFCs war freundlich und lud zur Mitarbeit ein. Das Netz erschien in ihnen als ein offenes Medium, das es zu gestalten galt. RFC 1 vom 7. April 1969 (»Host Software«) wurde von Steve Crocker verfaßt und beschreibt das »Handshake« zweier Rechner. Brian Reich, später graduierter Student an der Carnegie-Mellon-Universität, beschreibt die damalige Atmosphäre: »Wenn man RFC 1 gelesen hatte, legte man das Dokument mit dem Gefühl weg ›Oh, das ist ein Club, in dem ich auch mitmischen kann‹. Er hat diese Regeln, nimmt aber gerne neue Mitglieder auf, solange sich diese daran halten. (...) Ich fühlte mich nicht ausgeschlossen von einem exklusiven harten Kern von Protokollkönigen, sondern einbezogen in eine offene, nette Gruppe von Leuten, die erkannt hatten, daß der Sinn der Vernetzung darin bestand, alle einzubeziehen.« (Zitiert nach Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 166 f.)

102 Allerdings hat sich ihr Charakter etwas geändert. Zwar kann bis heute jeder ein RFC verfassen, doch werden sie erst nach einem ausführlichen Diskussionsprozeß veröffentlicht. Die Funktion der ersten RFCs haben die *Internet Drafts* übernommen. Scott Bradner, seit den Anfängen des Arpanet in der Netzentwicklung engagiert und exponiertes Mitglied der Nachfolgeorganisation der NWG, der Internet Engineering Task Force (IETF), schreibt: "RFC once stood for 'Request for Comments,' but since documents published as RFCs have generally gone through an extensive review process before publication, RFC is now best understood to mean 'RFC.'" (Scott Bradner, "The Internet Engineering Task Force." In: *Open Sources. Voices from the Open Source Revolution*. Ed. by Chris DiBona, Sam Ockman, and Mark Stone. Sebastopol, Ca.: O'Reilly, 1999, pp. 47–52, S. 50.)

103 Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 167 f.

104 Vgl. ebd., S. 178 ff.

Abhay Bhushan entwickelt und von Jon Postel, der bis zu seinem Tod 1998 als RFC-Herausgeber fungierte, am 8. Juli 1972 als RFC 354 veröffentlicht.¹⁰⁵ Und als die nächste Generation IMPs den direkten Anschluß von »dummen« Terminals erlauben sollte, um sich direkt auf einen weit entfernten Host einloggen zu können, ohne zuvor den Umweg über einen lokalen Host gehen zu müssen, kam auch BBN um eine Zusammenarbeit mit den Studenten nicht mehr umhin. Ab Mitte 1971 war deshalb Alex McKenzie für BBN in den Ausschüssen der NWG vertreten, die sich mit dem Host-zu-Host-, dem Dateitransfer- und dem Telnet-Protokoll beschäftigten.¹⁰⁶

Mit BBN kam es auch zu einer ersten Auseinandersetzung in der jungen Netzgemeinde um ein Thema, das bald zu einem der wichtigsten Kampffelder werden würde: dem »geistigen Eigentum«. BBN hatte sich stets geweigert, den Quelltext der IMP-Software zu veröffentlichen. Sie hofften, auf diese Weise das Netzwerk unter Kontrolle zu behalten – die einzelnen Standorte sollten nicht eigenständig in die IMP-Software eingreifen können. Insbesondere das von Len Kleinrock geleitete Network Measurement Center an der UCLA, das die Aufgabe hatte, Probleme im Netzwerk aufzufinden, wurde durch die Haltung BBNs stark in seiner Arbeit behindert. Entdeckte Fehler mußten BBN gemeldet werden, das oft genug entschied, daß keine Relevanz bestünde und sich weigerte, den Fehler zu beseitigen. Daß aufgrund des fehlenden Quelltextes das Network Measurement Center das Netz nicht selbständig reparieren konnte, wurde als schwerwiegendes Manko empfunden. Die Kontroverse um das geistige Eigentum spitzte sich zu, als drei junge ehemalige BBN-Ingenieure, die die Firma Packet Communications Inc. gegründet hatten, ihren früheren Arbeitgeber auf Herausgabe des Quellcodes verklagten. Das IMP-System sei auf Staatskosten entwickelt worden und dürfe daher nicht im ausschließlichen Besitz einer Privatfirma bleiben. Nach Intervention der DARPA mit der Drohung, Aufträge im Kontext des Arpanet zukünftig an andere Unternehmen zu vergeben, erklärte sich BBN 1975 schließlich bereit, jedem Interessenten gegen eine geringe Bearbeitungsgebühr den Code zur Verfügung zu stellen.¹⁰⁷

Die anfängliche Unsicherheit über die Form des Entwicklungsprozesses, die die Gründung der NWG begleitet hatte, hatte sich bis 1977 in ein selbstbewußtes Insistieren auf Offenheit gewandelt. Die Netzgemeinde begriff das Einmischen vermeintlich offizieller Stellen nunmehr als Anmaßung. Dies wird deutlich beim sogenannten »Header-Krieg«. Heftig diskutiert wurden hier Form und Umfang des »Headers« einer E-Mail – des Teils, der allgemeine Informationen wie Name und Adresse von Sender und Empfänger, Betreff, Datum, benutzter Mail-Client usw. enthält. Eine Liste von Standard-Headern wurde Ende April 1975 im RFC 680 (»Message Transmission Protocol«) definiert. Ken Pogran, John Vittal, Dave Crocker und Austin Henderson suchten diese Spezifikationen zu überarbeiten

105 Vgl. ebd., S. 208 f.

106 Vgl. ebd., S. 207.

107 Vgl. ebd., S. 277 f.

und schlugen am 12. Mai 1977 RFC 724 vor. Sie vergriffen sich jedoch in anmaßender Weise im Ton. Bereits der Titel war eine Provokation: »Proposed Official Standard for the Format of ARPA Network Messages«. Einen *offiziellen* Standard vorgeschlagen zu bekommen, wurde von der Netzgemeinschaft schlicht und ergreifend als Angriff auf die eigene Autonomie begriffen. Die Autoren des RFC waren bemüht, sich selbst den Anschein einer legitimierten Autorität zu geben¹⁰⁸, was Jon Postel zu einer heftigen Attacke herausforderte: »Meines Wissens wurde nicht ein Arpanet-Protokoll, gleich auf welcher Ebene, jemals von der ARPA als offiziell abgesegnet. Wer sind denn eigentlich die ›Offiziellen‹? Warum sollte diese Ansammlung von Computerforschungsorganisationen Befehle von irgendjemanden annehmen? (...) Ich sehe die Situation lieber als eine Art stufenweiser Evolution, bei der Dokumente wie RFC 561, 680 und 724 die einzelnen Stufen festhalten. Auf dem offiziellen Charakter einer Stufe herumzureiten, kann es sehr erschweren, die nächste Stufe zu nehmen.«¹⁰⁹ Die Autoren des umstrittenen RFC nahmen sich diese Kritik zu Herzen, und eine Überarbeitung wurde als im November 1977 RFC 733 (»Standard for the format of ARPA network text messages«) veröffentlicht.

2.2.4 *E-Mail – die erste »Killer-Applikation« des Netzes*

Im Herbst 1971 war das Netz gerade einmal zu zwei Prozent ausgelastet. Es wurde von nur wenigen Computerwissenschaftlern genutzt, und die bestehende Bandbreite lag nutzlos brach. Kurzum, es fehlte eine »Killer-Applikation«, die Benutzer davon überzeugte, daß das Netz gut für sie war. Dem jungen Netzwerk fehlten Anwender und Anwendungen.

Rechnerübergreifende elektronische Post war die ersehnte Anwendung, die das Netz sprunghaft wachsen ließ. Entwickelt wurde sie aus dem Untergrund und den Benutzerinteressen heraus. E-Mail im Netzwerk war ein Hack, und die entstehende Netzwerk-Kultur war eine Hacker-Kultur.¹¹⁰

E-Mail war mit den Timesharingsystemen der 1960er Jahre entstanden. Man konnte anderen Benutzern eines Systems exklusiv Nachrich-

108 So heißt es in dem RFC: "ARPA's Committee on Computer-Aided Human Communication (CAHCOM) wishes to promulgate an official standard for the format of ARPA Network mail headers which will adequately meet the needs of the various message service subsystems on the Network today. The authors of this RFC constitute the CAHCOM subcommittee charged with the task of developing this new standard; this document presents our current thoughts on the matter and a specific proposal. (...) We would like to make clear the status of this proposed standard: The CAHCOM Steering Committee has replaced the Message Service Committee as the ARPANET standards-setting organization in the area of message services. It is expected that the proposal of this CAHCOM subcommittee, when in its final form, will be adopted as an ARPANET standard by CAHCOM. In the interests of making this standard the best possible one, we are distributing this proposal as an RFC. (...) It is planned that the standard will be officially adopted by 1 September 1977, with hosts expected to accept its syntax by 1 January 1978."

109 Zitiert nach Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 241.

110 Vgl. ebd., S. 224 f.

ten hinterlassen, die in deren »Mailbox« hinterlegt wurden – »Mailbox« war auch der Name des ersten dieser Programme, entwickelt auf dem CTSS des MIT.¹¹¹ Doch war Mail mit diesen frühen Systemen nicht netzwerkfähig; Benutzer anderer Systeme waren nicht erreichbar. Die erste Mailzustellung über Rechnergrenzen hinaus fand erst 1971 statt. Der BBN-Ingenieur Ray Tomlinson hackte das von ihm zuvor für ein experimentelles Betriebssystem namens TENEX zu Versuchszwecken geschriebene Dateiübertragungsprotokoll CPYNET zum Übertragen von Mail.¹¹² Auf Tomlinson geht auch die bis heute gültige Form der Mailadressen zurück: user@host; er führte den »Klammeraffen« als Trennsymbol ein. In der Adresse muß der Benutzername von dem der Maschine getrennt werden. Das zu diesem Zweck verwendete Symbol sollte unter keinen Umständen im Namen des Nutzers oder der Maschine vorkommen, sonst aber frei gewählt werden können. "I am frequently asked why I chose the at sign, but the at sign just makes sense. The purpose of the at sign (in English) was to indicate a unit price (for example, 10 items @ \$ 1.95). I used the at sign to indicate that the user was 'at' some other host rather than being local."¹¹³ – Und wie Tomlinson E-Mail beim TENEX-System einfach an sein experimentelles Dateiübertragungsprotokoll CPYNET hängte, so wurde es beim Arpanet an das Dateiübertragungsprotokoll FTP angehängt.¹¹⁴

Im August 1973 war der Datenverkehr auf durchschnittlich 3,2 Millionen Pakete pro Tag gewachsen¹¹⁵ – im Herbst 1971 waren es gerade einmal 675 000 tägliche Pakete gewesen.¹¹⁶ Zwischen 1973 und 1975 wuchs das Arpanet um etwa einen Knoten pro Monat, und durch die Einführung der Terminal-IMPs, an die jeweils bis zu 63 Terminals angeschlossen werden konnten, wuchs auch die Zahl der Nutzer stetig, statt nur die Anzahl der Datenquellen.

Der Abschlußbericht des IPTO an die ARPA-Leitung über die Beendigung des Arpanet-Forschungsprojekts kam gegen Ende der 1970er Jahre zu der Schlußfolgerung: »Die größte Überraschung des Arpanet-Programms war die unglaubliche Popularität und der Erfolg der Netzwerk-Post. Es bestehen kaum Zweifel, daß die Techniken der Netzwerk-Post, die im Zusammenhang mit dem Arpanet-Programm entwickelt wurden, das Land im Sturm erobern und die Kommunikationsverfahren im öffentlichen und privaten Sektor tiefgreifend verändern werden.«¹¹⁷

Das Arpanet hatte zu keiner Zeit den Charakter eines militärischen Netzes; der Hauptverkehr bestand nicht aus Botschaften von Computern

111 Ebd., S. 225.

112 Ebd., S. 226 f.; vgl. auch Raymond Tomlinson, *The First Network Email*. URL: <http://openmap.bbn.com/~tomlinso/ray/firstemailframe.html> (besucht am 04. 01. 2006).

113 Ebd.

114 Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 227. – Bereits 1973 versuchte eine NWG-Arbeitsgruppe unter Leitung von Bhushan ein von FTP unabhängiges E-Mail-Protokoll zu entwickeln. (A. K. Bhushan, RFC 475: "FTP and network mail system", 6. März 1973.) Doch das bis heute aktuelle »simple mail transfer protocol« (SMTP) wurde erst 1982 fertiggestellt. (Jonathan B. Postel, RFC 821: "SIMPLE MAIL TRANSFER PROTOCOL", August 1982.)

115 Ebd., S. 230.

116 Ebd., S. 209.

117 Zitiert nach ebd., S. 254 f.

an Computer, sondern von Computerbenutzern an Computerbenutzer. Die Wissenschaftler nutzten das Netz zum Austausch von Forschungsergebnissen, Neuigkeiten und persönlichen Mitteilungen. »SF-Lovers«, ein System zum Austausch von Fan-Informationen über Science Fiction, war eine der ersten großen Mailinglisten im Arpanet.¹¹⁸

Eine weitere frühe elektronische Diskussionsgruppe war die »Message Services Group« (MsgGroup), die Mitte 1975 von Steve Walker, Programmmanager der ARPA, im IPTO eingerichtet wurde, um das Medium elektronischer Nachrichten zu gestalten.¹¹⁹ Ähnlich wie »SF-Lovers« bildete sich in der MsgGroup eine virtuelle Gemeinschaft heraus, die die ursprüngliche technische Ausrichtung bald überschritt.¹²⁰ Das Arpanet war in seinem Aufbau den Idealen der Hackergemeinschaft verwandt, und verband die verschiedenen Hackerzentren.¹²¹

2.2.5 Vom Arpanet zum Internet

Über die sich bereits im Orbit befindenden Nachrichtensatelliten wurde Anfang der 1970er Jahre ein Satellitennetzwerk aufgebaut – SATNET –, das Forscher in den USA mit Wissenschaftlern in Großbritannien, Norwegen, Italien und Deutschland verband. Aufgrund der großen zurückzulegenden Entfernungen sind Satellitenübertragungen jedoch recht langsam und es treten Verzögerungen in der Kommunikation auf. Mit dem Ersetzen der transatlantischen Kupferkabel durch Glasfaser ab 1988 wurde SATNET daher obsolet. Für die Entwicklung des Arpanet zum Internet spielte es dennoch eine zentrale Rolle, ebenso wie ein weiteres heute nicht mehr existierendes Netzwerk. Das *Packet Radio Network* (PRNET) war ein digitales Funknetzwerk, das mobile Computer vernetzen sollte – ein damals insbesondere für Militärs interessantes Projekt, bei dem im Gegensatz zum Arpanet die von Paul Baran angestellten Analysen zur Überlebensfähigkeit eines Netzwerks im Falle eines Atomkriegs ei-

118 Vgl. Raymond, »A Brief History of Hackerdom« (s. Anm. 1), S. 22.

119 Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 237 f.

120 Hafner und Lyon schreiben euphorisch: »In der MsgGroup war immer der Dialog wichtiger gewesen als die Ergebnisse. Das Ziel, eine gut funktionierende E-Mail zu entwickeln, spielte natürlich eine Rolle, doch die MsgGroup schuf daneben noch etwas ganz anderes – eine Gemeinschaft aus Gleichen, von denen sich viele nie persönlich begegneten, die jedoch so taten, als kennten sie sich schon ihr ganzes Leben lang. Die MsgGroup war der erste Ort, an dem sie etwas gefunden hatten, nach dem sie seit dem Entstehen des Arpanet gesucht hatten. Die MsgGroup war vielleicht die erste virtuelle Gemeinschaft. Der Zauber des Netzes wurzelte nicht in seiner Entstehungsgeschichte oder seiner Funktionsweise, sondern darin, wie es benutzt wurde. Um 1980 herum war das Netz weit mehr als eine Ansammlung von Computern und Standleitungen. Es war ein Ort der gemeinsamen Arbeit, ein Ort, wo Freundschaften geschlossen und eine offenere Art und Weise der Kommunikation praktiziert wurden.« (Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 258 f.)

121 "‘ARPAnet’ was very much influenced by the Hacker Ethic, in that among its values was the belief that systems should be decentralized, encourage exploration, and urge a free flow of information. (...) The contact helped to normalize hackerism, so you could find hackers in Utah speaking in the peculiar jargon developed in the Tool Room next to the Tech Model Railroad Club." (Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 143.)

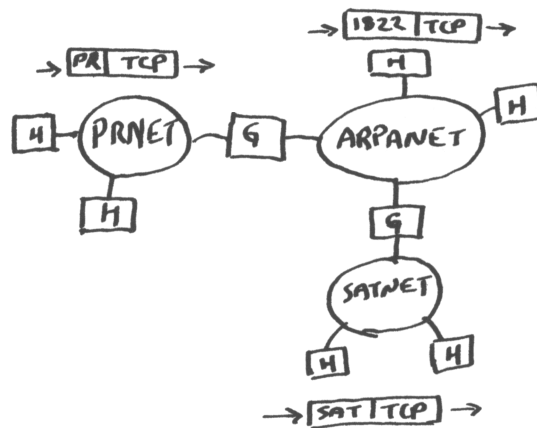


Abbildung 6: Eine frühe Skizze der Struktur eines Internet (nach Hafner und Lyon, *ARPA Kadabra*, S. 265).

ne wichtige Rolle spielten. Bob Kahn, der 1972 von BBN zur DARPA¹²² wechselte, hatte die Idee, die drei Netze zu verbinden. Im Herbst 1972 hatten die Leiter mehrerer Vernetzungsprojekte aus verschiedenen Staaten die *International Network Group* (INWG) gegründet. Leiter der INWG wurde Vinton Cerf. Die INWG wollte ein Verbundnetzwerk aufbauen – englisch »Concatenated Network«, kurz CATENET.¹²³ 1973 startete das sogenannte »Interneting-Projekt« als DARPA-Projekt.

Kahn und Cerf, die sich von einer gemeinsamen Arbeit an der UCLA während der Arpanet-Testphase her kannten, kooperierten.¹²⁴ Die einzelnen Netze sollten unverändert bleiben. Stattdessen sollten Gateways zwischen sie geschaltet werden, die für den nahtlosen Übergang von einem in das andere Netz verantwortlich waren. Die Gateways entsprachen dabei in etwa für die einzelnen Netze dem, was die IMPs für die Hosts im Arpanet darstellten: eine Zwischenschicht, die die Kompatibilität sicherstellte. Aus Sicht des Benutzers sollte der Übergang von einem Netzwerk ins andere völlig transparent vonstatten gehen (der Benutzer sollte den Übergangsprozeß nicht bemerken und dieser mithin unsichtbar bzw. »transparent« sein).¹²⁵ Doch mußten die in den einzelnen Projekten verwendeten Protokolle (im Arpanet das Network Control Protocol) einem vereinheitlichten weichen – dem Transmission Control Protocol (TCP).¹²⁶

Vint Cerf verantwortete ab 1976 als Programmmanager bei der DARPA

122 Die ARPA wurde 1972 in Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) umbenannt, 1993 kurzzeitig zurück in ARPA, seit 1996 heißt sie wieder DARPA. Das Netz behielt jedoch seinen ursprünglichen Namen Arpanet.

123 Vgl. Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 263 f.

124 Während einer Konferenz in San Francisco im Frühjahr 1973 zeichnete Cerf in einem Hotelfoyer auf der Rückseite eines Briefumschlags eine Skizze des frühen Internets (Abb. 6).

125 Ebd., S. 265.

126 Vgl. ebd., S. 266. – Vinton G. Cerf and Robert E. Kahn, "A Protocol for Packet Network Interconnection." In: *IEEE Transactions on Communications* 22.5 (May 1974), pp. 637–648, spezifiziert eine erste Version von TCP. Die Nachrichten sollten vom sendenden Host in »Datagramme« eingekapselt werden und am Zielrechner wieder ausgepackt werden. Zudem wird das Konzept der Gateways vorgestellt.

SATNET und das Internetting-Projekt. Zudem arbeitete er weiter an der TCP-Spezifikation.¹²⁷ Diese war im Dezember 1974 von Yogen Dalal, einem graduierten Studenten in Stanford, zu einer Reihe konkreter Spezifikationen weiterentwickelt worden¹²⁸ und wurde an drei Einrichtungen gleichzeitig implementiert: bei BBN, in Cerfs Computerlabor in Stanford und am Imperial College in London. Im Oktober 1977 führten Bob Kahn und Vint Cerf das erste funktionierende Drei-Netzwerke-System (PRNET, SATNET und Arpanet) vor.¹²⁹ 1978 spalteten Cerf, Postel und Danny Cohen TCP in zwei Schwesterprotokolle auf: TCP wurde um das *Internet Protocol* (IP) ergänzt, das die für das Routing durch die Gateways relevanten Informationen enthielt.¹³⁰ Durch die Trennung der Protokolle war die Möglichkeit der Produktion relativ günstiger und zugleich schneller Gateways geschaffen worden, was den Verbund der verschiedenen Netzwerke nachhaltig stimulierte.¹³¹

Das wachsende Netzwerk zog allmählich die Aufmerksamkeit von Wissenschaftlern unterschiedlicher Disziplinen auf sich. Doch beschränkte sich der Zugang zum Netz immer noch auf Standorte unter DARPA-Vertrag. Die enge Verzahnung mit militärischen Strukturen erwies sich mehr und mehr als ernstes Problem.¹³² Das lag nur zum Teil daran,

127 Vgl. Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 280.

128 Vinton Cerf, Yogen Dalal und Carl Sunshine, RFC 675: »Specification of Internet Transmission Control Program«. Dezember 1974.

129 Vgl. Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 279 f.

130 Vgl. ebd., S. 280 f.

131 Dem anarchisch-gewachsenen, von keiner zentralen Instanz absegneten TCP/IP-Protokoll wurde Anfang der 1980er Jahre mit der Internationale Organisation für Normung (ISO)-Norm *Open System Interconnection* (OSI) von bürokratischer Seite eine ernsthafte Alternative entgegengesetzt. Während Regierungen und große Firmen hinter OSI standen, beharrte die Internet-Gemeinschaft jedoch auf dem selbstentwickelten TCP/IP. Hafner und Lyon zitieren Vint Cerf: »Alle Beschreibungen von OSI waren in sehr abstraktem, sehr akademischem Stil verfaßt. Die Sprache war unglaublich geschwollen. Ein OSI-Dokument konnte man nicht einfach lesen, selbst wenn das eigene Leben davon abhängig gewesen wäre.« In TCP/IP dagegen hätten sich Erfahrungswerte niedergeschlagen, das Protokoll sei auf einem real existierendem Netzwerk entwickelt worden. »Wir konnten alles ausprobieren. Wir fühlten uns sogar verpflichtet, alles auszuprobieren, denn es hatte schließlich keinen Sinn, etwas zu spezifizieren, wenn man es dann nicht baute. Wir hatten also ständig praktische Rückmeldung, ob die Sachen funktionierten oder nicht.« Nur in der Welt der kooperativen Forschung habe TCP/IP entwickelt werden können; OSI hingegen trage deutlich die Zeichen eines bürokratischen Erzeugnisses. (Zitiert nach Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 293.) Ein weiterer wichtiger Umstand war zudem, daß das Pentagon sich bereits vor der OSI-Entwicklung auf TCP/IP als Protokoll für Militärcomputer festgelegt hatte. (Ebd., S. 293; vgl. auch Peter H. Salus, »Protocol Wars: Is OSI Finally Dead?« In: *ConneXions* 9.8 (1995), pp. 16–19.) Und auch die Verbreitung preisgünstiger Unix-Workstations auf Basis des Berkeley Unix trug zur Durchsetzung von TCP/IP und damit dem Internet bei. Zur Entwicklung von Unix siehe unten, Kapitel 2.3 auf Seite 106 ff.

132 Bereits 1971, als sich das Netz zu konsolidieren begann und vom Forschungsprojekt in den regulären Betrieb übergang, wurde die Abgabe der Verantwortung der ARPA für das Arpanet diskutiert. Larry Roberts wollte das Netz einem Privatunternehmen übergeben (Sondierungsgespräche mit A.T. & T. verliefen erfolglos, da A.T. & T. die Auffassung vertrat, daß die Paketvermittlungstechnik nicht kompatibel mit dem Telefonnetz sei (Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 275), doch meldete das Verteidigungsministerium militärischen Bedarf an, so daß die Verwaltung des Netzes 1975 in die Zuständigkeit der *Defense Communications Agency* (DCA) übergang.

daß die militärische Finanzierung auch das Netz als Militärprojekt verdächtig machte. Vielmehr drohte das Netz die Computerwissenschaften an der Zugangsfrage zu spalten. 1979 hatten von den 120 Informatikfakultäten lediglich 15 einen Zugang zum Arpanet. Ein Zugang zum Arpanet wurde aber für zunehmend mehr Wissenschaftler zur Bedingung bei der Entscheidung über die Übernahme eines Lehrstuhls. Doch konnten die Informatikfakultäten nicht einfach an das Arpanet angeschlossen werden, da staatlich finanzierte Forschungen, in der Regel mit militärischer Relevanz, Grundbedingung für einen Anschluß waren.¹³³ Zudem mußte jeder Knoten über Standleitungen zu mindestens zwei anderen Einrichtungen verfügen, so daß die Kosten für einen Arpanet-Anschluß bei über 100 000 Dollar jährlich lagen, was für kleinere Einrichtungen schlicht nicht bezahlbar war. Daher wurden bald verschiedene Alternativen zum Arpanet entwickelt. Ab 1979 entstand das *Computer Science Network* (CSNET), das einen dreistufigen Übergang zum Arpanet anbot – entweder ein voller, ein Telenet-basierter¹³⁴ oder ein reiner E-Mail-Zugang. Auf der niedrigsten Stufe war CSNET selbst für kleinere Labore erschwinglich. Bis Juni 1983 waren so mehr als 70 Standorte online und 1986 fast alle US-amerikanischen Informatikfakultäten sowie zahlreiche private Forschungslabore. Weitere entstehende Netzwerke waren das *Because It's Time Network* (BITNET), das auf Unix-Systeme aufsetzende *Usenet* und das NASA-eigene *Space Physics Analysis Network* (SPAN). Die meisten dieser Netze basierten auf TCP/IP, und nach dem ersten Wort von *Internet Protocol* erhielt das entstehende Verbundnetzwerk seinen Namen: *The Internet*. Auch entstanden ab Mitte der 1980er Jahre Netze von Privatunternehmen, die TCP/IP benutzten.¹³⁵ Das Arpanet nahm immer mehr den Charakter eines Netzes unter vielen an.

Das CSNET bot lediglich Informatikfakultäten einen Netzzugang. Als US-amerikanische Wissenschaftler sich über die Unzugänglichkeit der Supercomputer des Landes beklagten – so mußten Astrophysiker nach Deutschland reisen, um einen in den USA hergestellten Supercomputer verwenden zu können – wurde in der amerikanischen Öffentlichkeit die »Supercomputer-Krise« diskutiert. 1985 entstanden fünf Supercomputerzentren, die zum »Rückgrat« (engl. *backbone*) eines neuen Forschungsnetzes verbunden wurden. Dieses von der *National Science Foundation* finanzierte NSFNET stellte nun das zentrale Netz dar. Es verband bis zu seiner Schließung 1995 etwa ein Dutzend neuentstandener regionaler Netzwerke mit den bestehenden Netzen.¹³⁶ Zudem hatte 1983 die DCA, die mittlerweile das Arpanet betrieb, das MILNET vom Arpanet abgespalten. 45 Knoten verblieben im Arpanet und 68 bildeten das neue Netzwerk von Rechnern, die nicht-geheime militärische Informationen enthielten.¹³⁷ Das Arpanet war Ende der 1980er Jahre endgültig zu einem

133 Ebd., S. 285 f.

134 Telenet war eine Tochterfirma von BBN, bei der Larry Roberts arbeitete und die ebenfalls Netzdienste anbot.

135 Ebd., S. 288 f.

136 Vgl. ebd., S. 290 f.

137 Vgl. ebd., S. 295.

Netz unter vielen geworden und stellte nicht mehr wie noch in der Mitte des Jahrzehnts das Zentrum des Internets dar, um das sich die anderen Netze gruppierten. Die verschiedenen Netze versuchten, Anschluß an das schnelle NSFNET zu bekommen, und das Arpanet wurde mehr und mehr obsolet. 1986 begann die Abschaltung der IMPs, und Ende 1989 gab es kein Arpanet mehr.¹³⁸

2.2.6 Das World Wide Web (WWW)

Die bekannteste Internetanwendung (die heutzutage oftmals sogar mit dem Internet gleichgesetzt wird) ist das *World Wide Web*. Entstanden ist das Web erst recht spät. Ausgehend von Ideen von Vannevar Bush, Ted Nelson, Douglas Engelbart und anderen,¹³⁹ versuchte Tim Berners-Lee Ende der 1980er Jahre das Konzept des Hypertext mit dem Internet zu verbinden. Dokumente sollten in einen universellen Informationsraum gestellt werden und aufeinander verweisen können. Der Anfang der Web-technologie liegt am europäischen Kernforschungszentrum CERN, wo Berners-Lee das Web als ein Dokumentationssystem unter vielen konkurrierenden entwickelte. Doch blieb der große Durchbruch zunächst versagt, seine Vision wurde wesentlich ignoriert, bis er das Projekt Anfang August 1991 in zwei Postings im Usenet vorstellte und den Quellcode frei verfügbar machte. »Das Web-Projekt in der Newsgroup `alt.hypertext` öffentlich zu machen, stellte einen Wendepunkt dar. Ich präsentierte es dadurch einer sehr kritischen akademischen Gemeinde. Bald kamen die ersten E-Mails von Leuten, die versucht hatten, die Software zu installieren. Sie schickten mir Fehlerberichte und Anregungen nach dem Motto »wäre es nicht nett, wenn ...«. (...) Von da an lieferten Interessierte im Internet Rückmeldungen, Anregungen, Ideen, Beiträge zum Quellcode und moralische Unterstützung, die ich lokal kaum gefunden hätte. Die Leute im Internet bauten das Web in echter Basisarbeit auf.«¹⁴⁰

¹³⁸ Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 302 f.

¹³⁹ *Vannevar Bush* entwickelte ab Ende der 1930er Jahre das Konzept einer universalen Wissensmaschine, genannt »Memex« (Memory Extender), in dem Mikrofilmgeräte mit elektromechanischen Kontrollen kombiniert werden sollten, so daß einzelne Dokumente mit anderen verknüpft werden könnten. Der amerikanische Soziologe *Theodor H. Nelson* entwickelte mit dem »Projekt Xanadu« ab 1960 ein dezentrales System von miteinander verknüpften Dokumenten. Nelson prägte auch den Begriff »Hypertext«. *Douglas Engelbart* entwickelte in den 1960er Jahren das »N-Line System« (NLS), ein Multiusersystem, das nicht nur zum ersten Mal Hyperlinks praktisch umsetzte, sondern in dem auch die Computermaus und eine grafische Benutzeroberfläche erfunden werden. Sein Konzept der »Augmentation of Human Intellect«, also der Erweiterung der menschlichen Erkenntnisfähigkeit durch Computer, ist paradigmatisch der Artifizientelligenz entgegengesetzt. Vgl. Theodor H. Nelson, *Computer Lib/Dream Machines. You can and must understand computers NOW* (1974). With a forew. by Stewart Brand. Third, revised and updated edition. Redmond, Washington: Tempus Books of Microsoft Press, 1987, DM 16–18, 29–48, 141–151. (Der Band enthält die beiden separat paginierten Bücher *Computer Lib* und *Dream Machines*. Dieses wird im folgenden als *DM* referenziert, jenes als *CL*.)

¹⁴⁰ Tim Berners-Lee, *Der Web-Report. Der Schöpfer des World Wide Web über das grenzenlose Potential des Internets*. Unter Mitarb. von Mark Fischetti. München: Econ, 1999, S. 79. – Die beiden Postings sind »Re: Qualifiers on Hypertext links ...« URI: `news:6484@`

In den Anfangstagen des Webs konkurrierte mit diesem ein an der Universität von Minnesota entwickelter Dienst namens »Gopher«, der einen vergleichbaren Funktionsumfang aufwies. Doch als Anfang 1993 die Universität beschloß, von kommerziellen Nutzern Lizenzgebühren für die Nutzung von Gopher zu erheben, wurde das in der Internetgemeinde als Verrat betrachtet, und für die Industrie war es riskant geworden, die Technologie zu benutzen. »Die Industrie ließ Gopher wie eine heiße Kartoffel fallen«, kommentiert Berners-Lee diese Episode.¹⁴¹ Ursprünglich hatte er geplant, den Webcode unter GPL freizugeben,¹⁴² doch beantragte er nach dem Vorfall schnellstmöglichst die Freigabe als Public Domain, der das CERN im April 1993 zustimmte. Das Web wuchs nunmehr rasant. Der Anteil der Webverbindungen am Datenverkehr im Internet hatte im März 1993 bei 0,1 Prozent gelegen; im September war er auf 1 Prozent gestiegen, im Dezember lag er bei 2,5 Prozent.¹⁴³ Nach einer Studie des Marktforschungsunternehmens Primetrica machten 2004 Webverbindungen 45 Prozent des gesamten Internetverkehrs aus, Peer-to-Peer-Tauschbörsenprogramme folgten mit 24 Prozent. E-Mail verursachte immerhin noch 12 Prozent des Datenverkehrs, Streaming-Audio- und Video-Anwendungen Protokolle sieben Prozent, ebenso Voice-over-IP-Dienste (Internettelefonie).¹⁴⁴

So ist das Web organisch aus dem Internet erwachsen, von der Internetgemeinde aufgebaut. Doch entwickelten sich auch bald deutliche Differenzen zwischen der entstehenden Webgemeinschaft und der Internetgemeinde. Bei einem IETF-Treffen 1992 in Boston schlug Berners-Lee einen *Universal Document Identifier* (UDI) als Standard zur eindeutigen Benennung und Lokalisierung von Dokumenten im Netz vor, stieß dabei jedoch auf erbitterten Widerstand. Die Bezeichnung »universell« wurde als anmaßend zurückgewiesen und stattdessen der Name *Uniform Resource Locator* (URL) gewählt.¹⁴⁵

Zuständig für die Web-Standards wurde das *World Wide Web Consortium* (W3C), das im Dezember 1994 sein erstes Treffen abhielt. Das W3C unterscheidet sich in einigen Punkten stark von der IETF, vor allem reflektiert es in seiner Struktur die durch das Web forcierte Kommerzialisierung des Internets. Während die IETF eine Organisation ohne formelle Mitgliedschaft ist – als Mitglied gilt, wer an Treffen teilnimmt und sich in Arbeitsgruppen engagiert –, an der insofern nur Individuen und nicht Organisationen partizipieren können¹⁴⁶, ist der Mitgliedsstatus beim W3C auf Organisationen beschränkt. Das W3C, an dessen Spitze Berners-Lee als Direktor steht, versucht ähnlich wie die IETF in offenen Prozessen

cernvax.cern.ch und »WorldWideWeb: Summary« URI: news:6487@cernvax.cern.ch vom 6. August 1991.

141 Ebd., S. 115.

142 Vgl. ebd.

143 Vgl. ebd., S. 124.

144 Zahlen nach Holger Bleich, »Bosse der Fasern. Die Infrastruktur des Internet«. In: *c't* 7 (2005), S. 88–90.

145 Berners-Lee (s. Anm. 140), S. 97–99.

146 Scott Bradner nennt die IETF gar eine Organisation, die gar nicht existiert. (Vgl. Bradner (s. Anm. 102), S. 47.)

zu Konsensentscheidungen zu gelangen, die dann als »Empfehlungen« verabschiedet werden. Der Tradition der Internetgemeinschaft folgend, entstehen diese Empfehlungen gemäß des Prinzips des »rough consensus and running code«, das heißt die Spezifikationen müssen bereits während ihrer Entwicklung ihre Praxisnähe beweisen. In der Regel werden Referenzimplementierungen unter einer freien Lizenz veröffentlicht. »Seit meiner ersten Freigabe im Jahre 1991 war der gesamte Webcode Software mit offenem Quellcode (*Open Source Software*)«. ¹⁴⁷

In Berners-Lees ursprünglicher Vision vom Web sollte der Browser nicht nur zum Betrachten von Dokumenten verwendet werden können, sondern gleichermaßen deren Bearbeitung unterstützen. Daß diese Editorfunktionalität nicht implementiert wurde, bedauert Berners-Lee zutiefst. Er habe mit dem Web einen *interkreativen* Raum erschaffen wollen, und nicht bloß einen interaktiven: »Ich habe mir den Informationsraum immer als etwas vorgestellt, auf das jeder sofortigen und intuitiven Zugriff hat, und das nicht nur durchsucht, sondern in dem etwas erstellt werden kann. Das ursprüngliche Programm *WorldWideWeb* startete mit einer fast leeren Seite, bereit für die Notizen des Benutzers.« ¹⁴⁸ Er habe ein System im Sinn gehabt, in dem es ebenso leicht wäre, das eigene Wissen und die eigenen Ideen mitzuteilen wie von den Informationen und Gedanken anderer zu erfahren. ¹⁴⁹

Die Vorstellung Berners-Lees vom universellen Kommunikationsraum weist auf die enge Verknüpfung auch seiner Ideen zur Artifizientelligenz und der Geist – Gehirn-Metapher hin. Berners-Lee hat die Vision eines »semantischen Webs«, eines Netzes, in dem die Bedeutung der Inhalte von Maschinen verstanden wird und einer automatischen Interpretation zugänglich gemacht werden können. ¹⁵⁰ Bei der Beschreibung des zukünftigen *semantischen Webs* spart er nicht an großen Worten: »Wenn der gesamte Traum einmal verwirklicht ist, wird das Web ein Ort sein, an dem die emotionalen Fähigkeiten eines Menschen und das logische Denken eines Computers in einer idealen, leistungsfähigen Mischung nebeneinander existieren.« ¹⁵¹ Mehr noch: »Und die Funktionsweise der Gesellschaft nähert sich der Funktionsweise unseres Gehirns an.« ¹⁵²

Durch den Einsatz einer Sprache namens *Ressource Description Framework* (RDF) sollen Webseiten und Benutzer in die Lage versetzt werden, in maschinenlesbarer Form Beziehungen zwischen verschiedenen Daten zu definieren. Eine »Logikmaschine« könnte nun, so Berners-Lee, den Verknüpfungen folgen und nützliche Antworten auf Fragen finden, die derzeit noch aufgrund der prinzipiellen Beschränktheit der Algorithmen herkömmlicher Suchmaschinen im Wust unnützer Ergebnisse untergingen. Maschinen begännen, die Inhalte des Webs zu »verstehen«. Ein Computer könnte den Verknüpfungen im semantischen Web folgen,

¹⁴⁷ Berners-Lee (s. Anm. 140), S. 249 f.

¹⁴⁸ Ebd., S. 229.

¹⁴⁹ Ebd., S. 59, vgl. auch S. 91 f., 293.

¹⁵⁰ Vgl. ebd., S. 257–306.

¹⁵¹ Ebd., S. 230.

¹⁵² Ebd., S. 12.

um jeden für ihn unverständlichen Begriff in einen umzuwandeln, den er versteht. »Stellen Sie sich vor, was Computer verstehen können, wenn es ein immenses Gewirr von miteinander verknüpften Begriffen und Daten gibt, die automatisch verfolgt werden können. Das sich hier bietende Potential wird erfurchtgebietend sein. Computer werden etwas in dem Sinn ›verstehen‹, daß sie durch die Verknüpfung viele(r) Bedeutungen einen dramatischen Zuwachs an Funktionen erhalten werden.«¹⁵³

In der Vision Berners-Lees ist jeder dazu angehalten, die besuchten Websites mit solchen semantischen Beziehungen zu versehen und untereinander zu verknüpfen. »Das menschliche Gehirn übertrifft Computer durch seine enorme Fähigkeit zur Parallelverarbeitung. Die Gesellschaft löst Probleme in ähnlicher Weise parallel. Damit die Gesellschaft im Web effizient funktionieren kann, ist massiver Parallelismus erforderlich. Jeder muß in der Lage sein, etwas zu veröffentlichen und zu kontrollieren, wer Zugang zu dieser veröffentlichten Arbeit hat. (...) Wenn jemand eine Beziehung entdeckt, aber keine Verknüpfung herstellt, ist zwar diese Person schlauer, nicht aber die Gruppe.«¹⁵⁴ Durch die Bildung eines »Web of Trust«¹⁵⁵ würden zahlreiche parallele Sichtweisen auf das Web in dieses integriert werden, das Web also quasi ein Bewußtsein seiner selbst enthalten. Das Web entwickelte sich zu einer Struktur sich selbst verstärkender Verbindungen, dem neuronalen Aufbau unseres Gehirns nicht unähnlich.

Und tatsächlich ist eine spezifische Version der Gehirn – Geist-Metapher in Berners-Lees Buch allgegenwärtig. Seine »Logikmaschine« erinnert an die Ideen von Ramon Llull¹⁵⁶, und wie bei diesem gehen auch bei Berners-Lee Logik und Mystik eine Verbindung ein. Die Schilderung der zukünftigen Web-Gesellschaft, also einer Gesellschaft, in der die sozialen Interaktionen der Individuen in einem hohem Maße durch das Web vermittelt werden, erinnert an Teilhard de Chardins »Noosphäre«.¹⁵⁷ Das

153 Ebd., S. 269.

154 Ebd., S. 296, 293.

155 Das Konzept eines *Web of Trust* entstammt der Kryptologie. Ein Web of Trust sucht die Echtheit von digitalen Schlüsseln durch ein Netz von gegenseitigen Bestätigungen (Signaturen) zu sichern. Im Gegensatz zum hierarchischen, in dem einige zentrale Stellen zertifizieren, ist dies in einem Web of Trust jedem Teilnehmer möglich. Die anderen Teilnehmer entscheiden individuell über die Vertrauenswürdigkeit eines Ausstellers. In der Vorstellung Berners-Lees würden etwa Arbeitsgruppen auf ein oder mehrere gemeinsame semantische Modelle des Webs zurückgreifen.

156 Zu Llull vgl. unten, Abschnitt 8.2.1 auf Seite 282.

157 Bei Teilhard bezeichnet *Noosphäre* eine Phase der geistigen Entwicklung der Menschheit. Der jesuitische Priester und Professor für Geologie Pierre Teilhard de Chardin suchte nach einer Synthese von christlichem Schöpfungsgedanken und naturwissenschaftlicher Evolutionslehre, die er in der mystischen Einheit von Geist und Materie in der »Noosphäre« zu finden glaubte. Ausgehend vom »Punkt Alpha«, befänden sich Leben und Kosmos in einer von Gott bewirkten kreativen Bewegung, die noch nicht an ihr Ziel gelangt sei – die Einheit der Welt in Jesu Christi oder der »Punkt Omega« –, doch von einer ständigen Zunahme von Organisiertheit und organischer Einheit gekennzeichnet sei. Nach der Etablierung des Organischen in der »Biosphäre« schreitet die Evolution fort durch die Entwicklung des Geistigen in der »Noosphäre«, dem globalen menschlichen Bewußtsein. Die Menschheit wachse zu einem Geist zusammen. Aufgegriffen wurde die Entwicklung der Biosphäre zur Noosphäre vom russischen Geologen Wladimir Wernadski in seinem

Web wird zu einer eigenständigen Entität, einer Art globalem Gehirn, das eine eigene Form von Bewußtsein erlangen könnte.¹⁵⁸ Zwar erwartet Berners-Lee nicht explizit die Entstehung einer neuen Intelligenz, sondern nur, »daß mit dem neuen semantischen Web Eigenschaften entstehen werden (...) auf einer tieferen Ebene als der Intelligenz«¹⁵⁹, aber doch zumindest einer autonomen Entität. Deutlich wird dies etwa, wenn er dem Web die Fähigkeit zu Träumen zuschreibt: »Vielleicht ist das Surfen zu später Stunde doch keine so große Zeitverschwendung: Das Web ist einfach nur dabei, zu träumen.«¹⁶⁰ Diese mystisch-mythische Vorstellung von Berners-Lee, die offensichtlich der Idee der Mensch-Maschine-Symbiose unreflektiert verhaftet bleibt, überschreitet zugleich das darin implizierte Herrschaftsverhältnis, indem der Maschine die zutiefst menschliche Fähigkeit des Träumens zugeschrieben wird.

2.3 UNIX¹⁶¹

Eng mit der Geschichte des Internets ist Unix verknüpft. Unix ist ein multiuserfähiges Timesharingssystem, das nach dem Scheitern des Multics-Projekts an den Bell Labs als Forschungsprojekt entstand, an den Universitäten weiterentwickelt wurde und bis heute die auf Mainframes und Workstations dominierende Betriebssystemfamilie darstellt.

2.3.1 Entstehung

Die Bell Labs zogen sich 1969 aus dem Multics-Projekt zurück, da das System nicht die gestellten Erwartungen zu erfüllen schien. Multics war in den Augen der Bell Labs ein ineffizientes, ressourcenfressendes System, das zudem in der Entwicklung zu langsam voranschritt. Einer der Entwickler, Dennis Ritchie, führt am Beispiel der Ein-/Ausgabeumleitung

Buch *Die Biosphäre*. Die fortschreitenden Eingriffe des Menschen in Naturprozesse verwandelten die Biosphäre in eine Sphäre der menschlichen Vernunft: die Noosphäre. – Antizipiert wurde die Vorstellung einer mit der fortschreitenden Technikentwicklung entstehenden künstlichen Intelligenz bereits mehr als hundert Jahre zuvor, 1851, durch Nathaniel Hawthorne: »Ist es nicht eine Tatsache ..., daß die materielle Welt durch elektrische Kräfte zu einem einzigen großen Nerv geworden ist, der in der Zeit eines Atemzuges 1000 Meilen durchzittert? Wahrlich, die runde Erdkugel ist ein ungeheurer Kopf, ein mit Intelligenz gefüllter Geist! Oder – wir wollen lieber sagen – sie ist selbst ein Gedanke, nichts anderes als ein Gedanke und nicht mehr die Materie, wie wir sie vermuteten!« (Hawthorne, *Das Haus der sieben Giebel*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1988, S. 326 f.; zitiert nach Rifkin (s. Anm. 76), S. 26.) Nach Marshall McLuhan ist die Noosphäre »ein technisches Gehirn für die Welt«, das sich als »kosmische Membran« mittels der elektronischen Erweiterung unserer natürlichen Sinne um den Globus gelegt habe. Auch wenn der Begriff seine ursprüngliche theologische Bedeutung verloren hat, bleibt er doch unweigerlich mystisch-mythisch, wenn er die Entstehung einer autonomen Entität postuliert.

158 Vgl. Berners-Lee (s. Anm. 140), S. 298 f.

159 Ebd., S. 299.

160 Ebd., S. 294.

161 Zur Geschichte von Unix vgl. auch Peter H. Salus, *A quarter century of UNIX*. Reading, Mass et al.: Addison-Wesley, 1994.

auf Ebene der Benutzerschnittstelle (der sogenannten *Shell*) aus, wie die Multics-Entwicklung aufgrund der strikten Kompetenzzuteilungen an die verschiedenen beteiligten Gruppen behindert wurde und fortschrittliche Konzepte aufgrund der inhärent bürokratischen Struktur nicht einmal gedacht werden konnten: Die Implementierung der Ein-/Ausgabeumleitung sei in den Bereich der Gruppe der Shellentwickler gefallen, die aber von selbst gar nicht auf die Nützlichkeit der Ein-/Ausgabeumleitung kommen konnte, da die Funktionalität des Input/Output-Systems (IO) an einem anderen Institut entwickelt wurde. “The idea did not occur to us or anyone else at the time. I speculate that the reason it did not was the sheer size of the Multics project: the implementors of the IO system were at Bell Labs in Murray Hill, while the shell was done at MIT. We didn’t consider making changes to the shell (it was *their* program); correspondingly, the keepers of the shell may not even have known of the usefulness, albeit clumsiness, of `io call`. (The 1969 Multics manual lists `io call` as an ‘author-maintained,’ that is non-standard, command.)”¹⁶² Unter Unix, wo die beiden Komponenten organisatorisch in einer Hand lagen, habe es später gerade einmal eine Stunde gedauert, die fehlende Funktionalität zu implementieren.

Auch wenn Multics in den Augen des Bell Labs letztlich gescheitert war, blieb doch die Erfahrung einer neuen Art des Umgangs mit Computern für alle Beteiligten prägend. Hinter die Vision eines interaktiven Multiusersystems zurückzugehen schien unmöglich. Ritchie schildert die Erfahrung einer neuen, interaktiven und kooperativen Form der Arbeit mit Computern: “The convenient interactive computing service that Multics had promised to the entire community was in fact available to our limited group, at first under the CTSS system used to develop Multics, and later under Multics itself. Even though Multics could not then support many users, it could support us, albeit at exorbitant cost. We didn’t want to lose the pleasant niche we occupied, because no similar ones were available; even the time-sharing service that would later be offered under GE’s operating system did not exist. What we wanted to preserve was not just a good environment in which to do programming, but a system around which a fellowship could form. We knew from experience that the essence of communal computing, as supplied by remote-access, time-shared machines, is not just to type programs into a terminal instead of a keypunch, but to encourage close communication.”¹⁶³ Die Hackerkultur hatte ihre Spuren im Multics-Projekt hinterlassen.

Bereits vor dem offiziellen Rückzug der Bell Labs aus dem Projekt hatte eine informelle Gruppe um Ken Thompson, zu der u. a. Dennis Ritchie, Dennis McIlroy, Joseph Ossanna und Brian Kernighan gehörten, mit der Erforschung von Alternativen begonnen.¹⁶⁴ Doch bemühte sich Thompson vergeblich bei den A.T. & T.-Oberen um die Anschaffung einer neuen Maschine. Das Experiment Timesharingssysteme galt offiziell als geschei-

¹⁶² Dennis M. Ritchie, “The Evolution of the UNIX Time-sharing System.” In: *AT&T Bell Laboratories Technical Journal* 63.8 (Oct. 1984), pp. 1577–1593, S. 1587.

¹⁶³ Ebd., S. 1578.

¹⁶⁴ Vgl. ebd.

tert, und die Gruppe wurde nicht unterstützt. Daß entgegen der offiziellen A.T. & T.-Linie dennoch ein neuartiges System entwickelt wurde, ist vor allem dem Enthusiasmus der Entwickler zu verdanken. Den Anstoß für die Entwicklung gab die Portierung, das heißt Übertragung, eines von Thompson unter Multics entwickelten Spiels namens *Space Travel*. Das Spielen einer Runde *Space Travel* war recht teuer – Multics stellte ja die Rechenzeit in Rechnung, so daß die Kosten transparent waren: \$ 75. Da zudem die Grafikausgabe der Multics-Maschine recht langsam war, schien eine ausgemusterte PDP-7, die zwar in vielerlei Hinsicht technisch antiquitiert war, aber über eine hervorragende Grafikausgabe verfügte, eine gute Plattform für das Spiel darzustellen. Thompson und Ritchie portierten das Spiel, mußten dafür aber verschiedene grundlegende Funktionen schreiben, die üblicherweise von einem Betriebssystem bereitgestellt werden. “Space Travel, though it made a very attractive game, served mainly as an introduction to the clumsy technology of preparing programs for the PDP-7.”¹⁶⁵ Für die PDP-7 lag kein eigenes Entwicklungssystem vor, weshalb die Entwicklung auf einer GE-635 stattfinden mußte. “At the start, he [Thompson] did not even program on the PDP itself, but instead used a set of macros for the GEMAP assembler on a GE-635 machine. A postprocessor generated a paper tape readable by the PDP-7. These tapes were carried from the GE machine to the PDP-7 for testing until a primitive Unix kernel, an editor, an assembler, a simple shell (command interpreter), and a few utilities (like the Unix *rm*, *cat*, *cp* commands) were completed. At this point, the operating system was self-supporting: programs could be written and tested without resort to paper tape, and development continued on the PDP-7 itself.”¹⁶⁶

Das neue Betriebssystem wurde von Brian Kernighan *Unics* genannt, um es von der Komplexität, die Multics so schwerfällig gemacht hatte, zu unterscheiden.¹⁶⁷ Bei der Entwicklung folgten die Forscher einigen Leitsätzen, u. a.:

KLEIN IST SCHÖN. Kleine Programme sind leicht zu verstehen, leicht zu warten, verschlingen weniger Systemressourcen und lassen sich leichter mit anderen Werkzeugen kombinieren.

JEDES PROGRAMM SOLL GENAU EINE SACHE GUT MACHEN.

Erstelle ein neues Programm, um neue Aufgaben anzugehen, statt die alten Programme durch das Hinzufügen neuer Funktionen zu verkomplizieren.

GESTALTE JEDES PROGRAMM ALS FILTER. Die Ausgabe eines jeden Programms soll jedem anderen, vielleicht noch unbekanntem Pro-

165 Ritchie, »The Evolution of the UNIX Time-sharing System« (s. Anm. 162), S. 1579 f.

166 Idem, “The Development of the C Language.” In: *The second ACM SIGPLAN conference on History of programming languages*. New York: ACM Press, 1993, pp. 201–208, S. 201.

167 In der Bezeichnung *Unics* ist freilich ein leicht spöttischer Unterton vorhanden. Da das ursprüngliche System (nicht zuletzt aufgrund Limitationen der eingesetzten Hardware) lediglich zwei Benutzer unterstützte, sprach Kernighan von einem »entmannten Multics«: »Emasculated Multics is Unics.« (Zitiert nach Wikipedia-Eintrag »Geschichte von Unix«, Version vom 14. Januar 2006, 17:42. URL: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Geschichte_von_Unix&oldid=12607503.)

gramm als Eingabe dienen können. Strukturiere die Ausgabeinformationen klar und verzichte auf belanglose Informationen. Vermeide zwingend kolumnare oder binäre Eingabeformate und besteh nicht auf interaktive Eingabe.

ERSTELLE SO SCHNELL WIE MÖGLICH EINEN PROTOTYPEN. Die Erstellung eines Prototypen ist ein lehrreicher Vorgang, und die frühe Anfertigung verringert Risiken.

NUTZE DEN HEBELEFFEKT VON SOFTWARE ZU DEINEM VORTEIL. Scheue dich nicht, spezielle Werkzeuge zur Durchführung deines Projekts einzusetzen, selbst wenn du diese Tools erst noch schreiben mußt und sie eventuell nicht weiterverwendbar sind.

1970 konnten die Entwickler eine der ersten PDP-11 erwerben, und Thompson portierte den zu dieser Zeit noch in Assemblersprache geschriebenen Kernel auf die neue Maschine.¹⁶⁸ Als Anfang 1973 jedoch die Entwicklung von C, einer von Dennis Ritchie und Brian Kernighan entwickelten Hochsprache, die von der zugrundeliegenden Hardware abstrahiert, aber dennoch maschinennahe Konstruktionen erlaubt¹⁶⁹, wesentlich abgeschlossen war, wurde der Unix-Kernel in C neugeschrieben. Von den 11 000 Codezeilen des Kerns waren schließlich 10 000 in C geschrieben und nur noch 1000 in Assemblersprache, was die Portierbarkeit auf andere Maschinen stark erleichterte.¹⁷⁰

Der Kern des UNIX V4 genannten Systems war bewußt schlank gestaltet, möglichst viel Funktionalität sollte im User-Space, der Ebene der Benutzerprogramme, bereitgestellt werden. Und auch die Benutzerprogramme sollten sich auf eine simple Aufgabe konzentrieren, für diese aber möglichst perfekt geeignet sein. Die Entwickler nannten diese Art von Programmen *tools* – Werkzeuge. Komplexität sollte durch den Benutzer hergestellt werden, der die kleinen Werkzeuge zu mächtigen Operationen verband. Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist das von Unix eingeführte Konzept der »Pipes«: Die Ausgaben eines Programms können

168 Folgt man Ritchie, wurde die erste PDP-11 offiziell angeschafft, um ein Textverarbeitungssystem für die Patentabteilung zu entwickeln. Unix wurde quasi »unter der Hand« portiert, doch recht bald von der Patentabteilung benutzt, später auch von anderen Abteilungen bei A.T. & T. Ritchie, »The Evolution of the UNIX Time-sharing System« (s. Anm. 162), S. 1588 f.

169 Zur Entwicklung der Programmiersprache C vgl. Ritchie, »The Development of the C Language« (s. Anm. 166); in der von Kernighan und Ritchie entwickelten Form ist die Sprache beschrieben in Brian W. Kernighan und Dennis M. Ritchie, *Programmieren in C mit dem C reference manual in deutscher Sprache*. München und Wien: Hanser, 1983.

170 "It seems certain that much of the success of Unix follows from the readability, modifiability, and portability of its software that in turn follows from its expression in high-level languages." (Ritchie, »The Evolution of the UNIX Time-sharing System« (s. Anm. 162), S. 1592.) – Nachdem ein C-Compiler für eine neue Maschine vorhanden war, brauchten zumindest theoretisch nur noch die 1000 Zeilen Assemblercode portiert werden. Der in C geschriebene Teil größte Teil des Kerns sollte idealerweise anstandslos kompilieren. Praktisch erfordert eine Portierung auf eine neue Architektur in aller Regel auch eine Anpassung der C-Routinen. Eine solche Anpassung wird aber eher dem Bereich der Codepflege zugerechnet statt den Portierungskosten, da der resultierende Code hardwareunabhängiger ist und damit in den Augen der Entwickler eine höhere Qualität aufweist. Die größere Hardwareunabhängigkeit erleichtert wiederum spätere Portierungen.

(wie durch eine Röhre) an ein anderes Programm umgeleitet werden, das sie als Eingabe verwendet. Auf diese Art können zahlreiche Befehle miteinander verknüpft werden, die dann quasi eine Pipeline bilden, durch die Informationen geschickt werden.¹⁷¹

Bis zu einem Vortrag auf dem *Fourth Symposium on Operating Systems Principles* in New York im Oktober 1973, auf dem Thompson und Ritchie das neue, schlanke und portable System vorstellten,¹⁷² wurde Unix nur innerhalb der Bell Labs eingesetzt. Interessierten Einrichtungen wurde nach dem Vortrag Unix gegen eine geringe Gebühr (faktisch die Kopierkosten) zur Verfügung gestellt – selbstverständlich im Quelltext. Aufgrund der Anti-Kartellgesetzgebung der USA durfte A.T. & T. in den frühen 1970er Jahren kein Geld mit Software verdienen. Der *Consent Decree* von 1956 verbot dem Telekommunikationsmonopolisten das Betreten von Märkten abseits des Telekommunikationssektors. Unter anderem aus diesem Grund gab A.T. & T. das Betriebssystem Unix für wenig Geld weiter. Diese lockere Lizenzvergabe, die es den Universitäten auch erlaubte, den Quelltext von Unix zu verändern und weiterzuentwickeln, trug zusammen mit dem geringen Preis maßgeblich zum Erfolg von Unix bei – Unix ist zu einem wesentlichen Teil an den Universitäten entwickelt worden.

Daß Unix ausgesprochen günstig, in einer Hochsprache geschrieben, leicht an eigene Bedürfnisse anzupassen und so schlank war, daß es von Interessierten studiert und verstanden werden konnte, machte es für den akademischen Bereich äußerst attraktiv. Der entscheidende Grund für seinen Erfolg war aber letztlich, daß Unix von den Bell Labs in einem offenen Forschungsprozeß entwickelt wurde, in den die Benutzer und Wissenschaftler an den Universitäten einbezogen wurden.¹⁷³ Unix war daher sowohl Mittel wie auch Gegenstand der Forschung: “Not only was

171 Ein Beispiel: Die Befehlsfolge `cat datei1 datei2 | grep "MUSTER" | sort | uniq` durchsucht die zwei Dateien `datei1` und `datei2` auf Zeilen, in denen der Ausdruck `MUSTER` vorkommt, sortiert die entsprechenden Zeilen alphanumerisch, entfernt gleiche Zeilen und gibt das Ergebnis auf der Standardausgabe (i. d. R. der Bildschirm) aus. Unix-Benutzer betonen diese literarische Form der Interaktion mit dem Computer: “in a world increasingly dominated by image culture (TV, movies, .jpg files), UNIX remains rooted in the culture of the word.” (Thomas Scoville, *The Elements Of Style. UNIX As Literature*. Sept. 1998. URL: <http://www.thomasscoville.com/PCarticle.html> (besucht am 05. 02. 2006).) Der Schriftsteller Neal Stephenson betont, daß Unix im Gegensatz zu den von Unternehmen entwickelten Betriebssystemen Windows und Mac OS organisch entstanden ist: »Unix dagegen ist weniger ein Produkt als die mühsam zusammengetragene mündliche Überlieferung der Hacker-Subkultur. Es ist unser *Gilgamesch*-Epos.« (Neal Stephenson, *Die Diktatur des schönen Scheins. Wie grafische Benutzeroberflächen die Computernutzer entmündigen*. München: Goldmann, 2002, S. 114.)

172 Der Vortrag von erschien 1974 unter dem Titel *The Unix Time-sharing System*: Dennis M. Ritchie and Kenneth Thompson, “The UNIX Time-sharing System.” In: *Communications of the ACM* 17.7 (July 1974), pp. 365–375.

173 Grundlegend für den Erfolg von Unix von Anfang an war, daß es von seinen Nutzern selbst geschrieben wurde. Das Team um Thompson und Ritchie startete Unix, um eine für sich selbst angenehme Entwicklungsplattform zu haben. Diesen Punkt heben die Autoren in ihrem 1973er Vortrag auch besonders hervor: “Nearly from the start, the system was able to, and did, maintain itself. This fact is more important than it might seem. If designers of a system are forced to use that system, they quickly become aware of its functional and superficial deficiencies and are strongly motivated to correct them before it is too late. Since all source programs were always available and easily modified

Unix proof that real software could be built the way many said it could, but it lent credibility to a science that was struggling to establish itself as a science. Faculty could use Unix and teach about it at the same time. In most respects, the system exemplified good computer science. It provided a clean and powerful user interface and tools that promoted and encouraged the development of software. The fact that it was written in C allowed actual code to be presented and discussed, and made it possible to lift textbook examples into the real world. Obviously, Unix was destined to grow in the academic community.”¹⁷⁴ Und die universitären Entwicklungen flossen zurück in das von den Bell Labs entwickelte System.

Besonders engagiert in der Unix-Entwicklung war die Universität von Kalifornien in Berkeley. Robert Fabry von der Berkeley Universität hatte Thompsons Vortrag im Oktober 1973 gehört, und im Januar 1974 wurde eine Kopie von Unix Version 4 in der Berkeley Universität auf einer gerade gekauften PDP-11/45 installiert. Da beim Betrieb Probleme auftraten, half Thompson, den Fehler zu finden; die Bell Labs zeigten sich außerordentlich kooperativ und hilfsbereit: “Thompson’s remote debugging was the first example of the cooperation that sprang up between Berkeley and Bell Labs. The willingness of the researchers at the Labs to share their work with Berkeley was instrumental in the rapid improvement of the software available at Berkeley.”¹⁷⁵

Thompson trat im Herbst 1975 eine einjährige Gastprofessur in Berkeley an. Zeitgleich immatrikulierten sich Bill Joy und Chuck Haley für ein Promotionsstudium. Beide erweiterten ein von Thompson begonnenes Pascal-System für die PDP-11/45 und schrieben den Texteditor *ex*. Nach dem Ende von Thompsons Gastprofessur im Sommer 1976 wandten sich Joy und Haley verstärkt den Interna des Unix-Kernels zu,¹⁷⁶ und Anfang 1977 veröffentlichte Joy die »Berkeley Software Distribution« (BSD), bestehend aus dem Pascal-System und dem Editor *ex*. Im selben Jahr schrieb er auch *vi*. Die Kurzform *vi* steht für »visual interface«, da dieser Editor nicht bloß wie sein Vorgänger *ex* das zeilenweise Editieren erlaubte, sondern den Dateinhalt auf dem ganzen Bildschirm ausgab und so das visuelle Navigieren im Text ermöglichte. 1979 beschrieb Bill Joy die zuvor unbekanntenen, neuartigen Fähigkeiten des Editors: “When using *vi* the screen of your terminal acts as a window into the file which you are editing.”¹⁷⁷ *vi* ist bis heute der Standard-Texteditor auf Unix-Systemen. Dazu kam eine Datenbank, die die grafischen Fähigkeiten der verschiedenen

on-line, we were willing to revise and rewrite the system and its software when new ideas were invented, discovered, or suggested by others.” (Ebd., S. 374.)

174 John Stoneback, “The Collegiate Community”, zitiert nach Ronda Hauben, “Unix and Computer Science.” In: *Linux Journal* 1994.4 (Aug. 1994). URL: <http://www.linuxjournal.com/node/2792/print> (besucht am 12. 01. 2006).

175 Marshall Kirk McKusick, “Twenty Years of Berkeley Unix. From AT & T-Owned to Freely Redistributable.” In: *Open Sources. Voices from the Open Source Revolution*. Ed. by Chris DiBona, Sam Ockman, and Mark Stone. Sebastopol, Ca.: O’Reilly, 1999, pp. 31–46, S. 31.

176 Vgl. ebd., S. 32 f.

177 William N. Joy and Mark Horton, *An Introduction to Display Editing with Vi*. Tech. rep. Department of Electrical Engineering and Computer Science. University of California, Berkeley, 1979.

Terminaltypen vermerkte, die *termcap* (*terminal capabilities*). *vi/ex* und *termcap* wurden zusammen mit einem aktualisierten Pascal-System Mitte 1978 von Joy als »Second Berkeley Software Distribution«, kurz 2BSD, veröffentlicht; das letzte Update zu diesem Release, 2.11BSD, wurde auf hunderten PDP-11-Systemen weltweit installiert.¹⁷⁸

Das sich in einem kooperativen Forschungsprozeß entwickelnde Unix gab für die Wissenschaftler an den Universitäten eine ideale Basis ab. Die hohe Portabilität und die geringen Kosten und Hardwareanforderungen sorgten für seine breite Verfügbarkeit, die es den Forschern wiederum erlaubte, Unix als Basis für reproduzier- und verifizierbare Experimente zu nutzen. Außerdem konnten die Wissenschaftler durch seinen Charakter als offenes Forschungsbetriebssystem direkt auf den Vorarbeiten anderer aufsetzen und auf mühevoller Neuentwicklungen verzichten.¹⁷⁹ Der Doppelcharakter von Unix als gleichzeitiges Forschungs- und Produktivsystem erlaubte zudem den unmittelbaren Transfer von Laborentwicklungen in die Anwendung. Die Unix-Entwicklung war ein massiv beschleunigter Prozeß, in dem die Grenzen zwischen industrieller und akademischer Forschung verschwanden, und deren Ergebnis direkt in den kommerziellen Markt transferiert wurde. Verschiedene Hardwarehersteller lieferten ihre Computer mit einem auf Unix basierendem Betriebssystem aus. Getragen wurde dieser Prozeß von einer Gemeinschaft, die den Geist der kooperativen Forschung lebte. Die Benutzer und Entwickler schufen neben zahlreichen elektronischen Kommunikationsgruppen wie Mailinglisten und Foren mit den lokalen, untereinander vernetzten *Unix User Groups* eine soziale Gemeinschaft, die weit über das bloße fachliche Interesse hinausreichte. John Lions, ein australischer Computerwissenschaftler und aktiv in der sich an den Universitäten herausbildenden Unix-Gemeinschaft, schildert als »netteste Sache von Unix«, daß nicht nur das System freundlich gewesen sei, sondern vor allem seine Benutzer.¹⁸⁰

2.3.2 Proprietarisierung

Das letzte von den Bell Laboratories herausgegebene (und damit das letzte liberal verteilte) Unix war UNIX Version 7 vom Januar 1979. Im Mai erschien noch eine für den Einsatz auf DEC's 32 Bit-Computer VAX portierte Version (32/V), auf deren Basis Joy die 2BSD-Software an die VAX anpaßte. Das Ergebnis wurde im März 1980 als 3BSD veröffentlicht. Nach der Zerschlagung des Telefonmonopols in die sogenannten »Baby Bells« – sieben lokale Telefongesellschaften statt einer großen – am 1. Januar 1984 durfte A.T. & T. mit Software wieder Geld verdienen. Das an den Universitäten gewachsene Unix wurde proprietarisiert und teuer verkauft. Nach 32/V wurden alle A.T. & T.-Unix-Versionen von einer

¹⁷⁸ Vgl. McKusick (s. Anm. 175), S. 33.

¹⁷⁹ Yochai Benkler, "Coase's Penguin, or, Linux and The Nature of the Firm." In: *Yale Law Journal* 112 (2002), pp. 369–446. URL: <http://www.yalelawjournal.org/images/pdfs/354.pdf>, sollte für diese Art von Entwicklung später den Ausdruck »Commons-based Peer Production« prägen.

¹⁸⁰ Zitiert nach Hauben (s. Anm. 174).

Gruppe herausgebracht, die ihr Hauptaugenmerk auf stabile Versionen für den kommerziellen Markt legte.¹⁸¹ Das erste kommerzielle Unix wurde 1982 als »System III« vermarktet, 1983 folgte »System V«.¹⁸² Der A.T. & T.-Quellcode durfte nicht mehr öffentlich zugänglich gemacht werden, auch die Verwendung in Lehrveranstaltungen war ausgeschlossen. Da Berkeleys Distribution auf dem A.T. & T.-Code basierte, wurden auch für BSD hohe Lizenzgebühren fällig – Voraussetzung für den Einsatz war der Besitz einer A.T. & T. Source Lizenz. A.T. & T. lizenzierte den Quellcode an Universitäten und große Firmen, zumeist Hardwarehersteller, die ihre Computer mit einem Unix-Betriebssystem ausliefern wollten. Auf diese Weise entstanden eine Vielzahl von Unix-Derivaten, die bekanntesten sind: AIX (IBM), HP-UX (Hewlett Packard), IRIX (SGI), Sinix (Siemens), Sun OS und Solaris (beide Sun Microsystems), Tru64 (Compaq), Ultrix (DEC), XENIX (Microsoft). Software wurde zur Ware.

Software war so lange frei verfügbar, wie sie nicht verwertbar schien. Mit gesteigerter Leistungsfähigkeit bei gleichzeitig gesunkener Werthaltigkeit der Hardware wurde Software nun auch für die Verwertung interessant. Die Software, und mit ihr die Informatik, schien ihrer enthusiastisch-egalitären Jugend entwachsen und nunmehr im Kapitalismus angekommen.

Nach McKusick bedeutete der Rückzug A.T. & T.s aus der Forschung, daß nunmehr den Enthusiasten an der Berkeley Universität die Rolle als Maintainer für die experimentelle Unixentwicklung zufiel. “With the commercialization of Unix, the researchers at Bell Laboratories were no longer able to act as a clearing-house for the ongoing Unix research. As the research community continued to modify the Unix system, it found that it needed an organization that could produce research releases. Because of its early involvement in Unix and its history of releasing Unix-based tools, Berkeley quickly stepped into the role previously provided by the Labs.”¹⁸³

2.3.3 Eine freie Alternative

Die DARPA suchte Ende der 1970er Jahre Mittel und Wege, um der Inkompatibilität der Computersysteme an den verschiedenen Standorten ein Ende zu setzen. Wichtige Software mußte auf zahlreiche Systeme portiert werden, bis sie an allen Standorten einsetzbar war. Da es aussichtslos erschien, alle Standorte auf einen Hardwarehersteller zu verpflichten, soll-

181 Die Bell Labs entwickeln seit 1987 einen experimentellen Unix-Nachfolger namens »Plan 9 from Bell Labs«. Plan 9 erhebt den Anspruch, »Unix done right« zu sein. Während die ersten beiden Versionen noch proprietären Lizenzen unterlagen – die 1993 erschienene Version 1 wurde ausschließlich an Universitäten verteilt, die 1995 erschienene zweite Version für 350 Dollar verkauft –, steht Plan 9 seit der 2000 veröffentlichten Version 3 unter einer freien Lizenz (aktuell ist Version 4 aus dem Jahre 2002). Vgl. zur Geschichte von Plan 9 auch Rob Pike u. a., »Plan 9 from Bell Labs«. In: *Computing Systems* 8.3 (Summer 1995), S. 221–254, in leicht veränderter Form auch unter URL: <http://plan9.bell-labs.com/sys/doc/9.pdf> (besucht am 22. 11. 2010).

182 *System IV* war eine A.T. & T.-interne Version. Die letzte Veröffentlichung eines A.T. & T.-Unix erfolgte 1992 als *System V Release 4.2*.

183 McKusick (s. Anm. 175), S. 34 f.

te die Kompatibilität auf Ebene des Betriebssystems hergestellt werden. Nach langen Diskussionen wurde Unix als Betriebssystem ausgewählt, nicht zuletzt wegen seiner bereits unter Beweis gestellten guten Portierbarkeit.¹⁸⁴

Durch die gute Reputation durch das 3BSD-Release befördert, erhielt die Berkeley Universität im April 1980 den Auftrag, Unix an die Erfordernisse der DARPA anzupassen. Zu diesem Zweck wurde die *Computer Systems Research Group* (CSRG) gegründet, die die Entwicklung koordinierte. Das erste Resultat war die Veröffentlichung von 4BSD im Oktober, gefolgt von 4.1BSD im Juni 1981.¹⁸⁵

4.1aBSD, das im April 1982 veröffentlicht wurde, verfügte über Netzwerkkunterstützung. Bill Joy hatte den bei BBN implementierten experimentellen TCP/IP-Stack integriert. Das erste stabile Release mit Netzwerkkunterstützung wurde im August 1983 veröffentlicht, es enthielt auch das neuentwickelte Berkeley Fast Filesystem. Das kommerzielle System V konnte mit nichts Vergleichbarem aufwarten, weshalb viele Unix-Anbieter auf BSD umstiegen, bis diese Funktionalitäten auch in System V integriert wurden.¹⁸⁶ 1982 baute Joy mit einigen Stanford-Absolventen auf Basis des BSD-Unix' die SUN-Workstation (SUN = Stanford University Network) und gründete zu deren Vermarktung Sun-Microsystems. Das Sun OS lieferte den TCP/IP-Stack gleich mit, und die Vernetzung nahm explosionsartig zu. Mittels Ethernet konnten die Unix-Workstations zu einem lokalen Netz zusammengeschlossen werden, das wiederum mit dem entstehenden Internet verbunden war.¹⁸⁷

Eine nächste, ebenfalls noch mit DARPA-Unterstützung erstellte Version des BSD-Systems wurde im Juni 1986 als 4.3BSD veröffentlicht. Sie enthielt hauptsächlich Bugfixes und ein aktualisiertes Netzwerksystem. Viele Verbesserungen von 4.3BSD wurden von A.T. & T. in System V übernommen, insbesondere das Netzwerksystem.¹⁸⁸ 4.3BSD-Tahoe, das im Juni 1988 veröffentlicht wurde, stellte hauptsächlich das Ergebnis eines »Aufräumens« unter der Haube dar, da nunmehr sauber zwischen maschinenabhängigem und maschinenunabhängigem Quellcode unterschieden wurde.¹⁸⁹

Um auch Institutionen ohne A.T. & T.-Source Lizenz den Zugriff auf Berkeleys Eigenentwicklungen zu ermöglichen, gab die CSRG im Juni 1989 den Netzwerkcode gesondert als *Networking, Release 1* heraus und stellte ihn allen Interessenten gegen eine Gebühr von \$ 1000 zur Verfügung. Zudem war es nach der liberalen BSD-Lizenz jedem freigestellt, die Software nach eigenem Ermessen und Konditionen weiterzugeben. Kurz nach dem Release war es im Netz frei per Anonymous FTP verfüg-

184 Vgl. McKusick (s. Anm. 175), S. 35.

185 Vgl. McKusick (s. Anm. 175), S. 35 f. – Ursprünglich sollte 4.1BSD 5BSD genannt werden, doch fürchtete A.T. & T. eine Verwechslung mit ihrem System V. Berkeley änderte daraufhin das Namensschema derart, daß alle künftigen Veröffentlichungen mit einer 4 als Major-Number begannen.

186 Vgl. ebd., S. 38 f.

187 Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 295–297.

188 McKusick (s. Anm. 175), S. 38 f.

189 Vgl. ebd., S. 39 f.

bar. Trotzdem haben einige hundert Organisationen Kopien gekauft und damit die Arbeit der CSRG an der Weiterentwicklung des BSD-Systems unterstützt.¹⁹⁰

Die Veröffentlichung einer sowohl freien wie auch praktisch kompletten Unix-Variante geht auf die Initiative von Keith Bostic zurück, der im Oktober 1986 zur CSRG gekommen war und aufgrund des Erfolgs des Networking, Release 1 im Netz und auf Konferenzen dazu aufrief, die nicht-freie Unix-Userland-Software und die C-Bibliothek neu zu schreiben, ausgehend nur von der Beschreibung ihrer Funktionalität. Ein gewaltiges Unterfangen, handelte es sich doch um einige hundert zum Teil umfangreiche Projekte. Doch binnen 18 Monaten waren praktisch alle wichtigen Programme und Bibliotheken neu geschrieben. Mike Karels, Marshall McKusick und Bostic gingen daraufhin die Kernelquellen durch und entfernten allen A.T. & T.-Code. Es gelang ihnen, diesen fast komplett zu entfernen – lediglich sechs der über 18 000 Dateien enthielten nach der Säuberung noch unfreien Code, der nicht trivial zu ersetzen schien. Im Juni 1991 erschien das *Networking, Release 2*, unter den gleichen Bedingungen und zum selben Preis wie das *Networking, Release 1*. Damit war erstmalig ein vollständiges (abgesehen von den sechs fehlenden Dateien mit A.T. & T.-Code) freies Unix-System erhältlich.¹⁹¹

Sechs Monate später veröffentlichte Bill Jolitz 386/BSD, eine Umsetzung auf die PC-Architektur, das neugeschriebenen Ersatz für die sechs Dateien enthielt. Jolitz konnte nicht die Zeit aufbringen, um die Weiterentwicklung von 386/BSD aktiv zu betreuen. In der Folge entstand auf dieser Basis das NetBSD-System, begründet von Chris Demetriou, Theo de Raadt, Adam Glass und Charles Hannum. Das bis heute existierende NetBSD-Projekt sucht so viele Plattformen wie möglich zu unterstützen (gegenwärtig ist die beachtliche Zahl von 57 erreicht) und führt die Arbeit der CSRG weiter, indem es die Entwicklung von NetBSD als experimentelles Forschungsprojekt fortsetzt. Zielgruppe von NetBSD sind entsprechend technisch versierte Nutzer.¹⁹²

Die FreeBSD-Gruppe hingegen, die ebenfalls von 386/BSD abstammt und sich zunächst allein auf die PC-Plattform konzentrierte¹⁹³, sucht durch einfach bedienbare Installationsroutinen ähnlich wie viele Linux-Distributionen auch technisch nicht so versierte Anwender anzusprechen. Das FreeBSD-Projekt wurde im Juni 1993 durch Jordan K. Hubbard, Nate Williams, Rodney Grimes und David Greenman gegründet.¹⁹⁴

190 Vgl. ebd., S. 40 f.

191 Vgl. ebd., S. 42.

192 Vgl. die Website des Projekts, URL: <http://www.NetBSD.org>.

193 Mittlerweile werden 8 Architekturen unterstützt, neben der x86-Architektur seit der 2000 erschienenen Version 4 zunächst Alpha- und die in Japan verbreiteten PC-98-Prozessoren, seit Version 5 (2003) Intel IA-64, AMD64 sowie Sun SPARC64, seit Version 6 (2005) PowerPC-Prozessoren, seit Version 7 (2008) ARM und MIPS; ab Version 7 (2008) werden Alpha-Prozessoren nicht mehr unterstützt.

194 Vgl. die Website des Projekts, URL: <http://www.FreeBSD.org>. – Im Juni 2003 spaltete sich *DragonFly BSD* von FreeBSD ab, da dem Entwickler Matt Dillon die Designentscheidungen für die Architektur des Kernels der FreeBSD-5.x-Serie zu radikal waren. Dragonfly basiert auf dem Quellcode von FreeBSD-4.x. Apples Betriebssystem MacOS X basiert auf

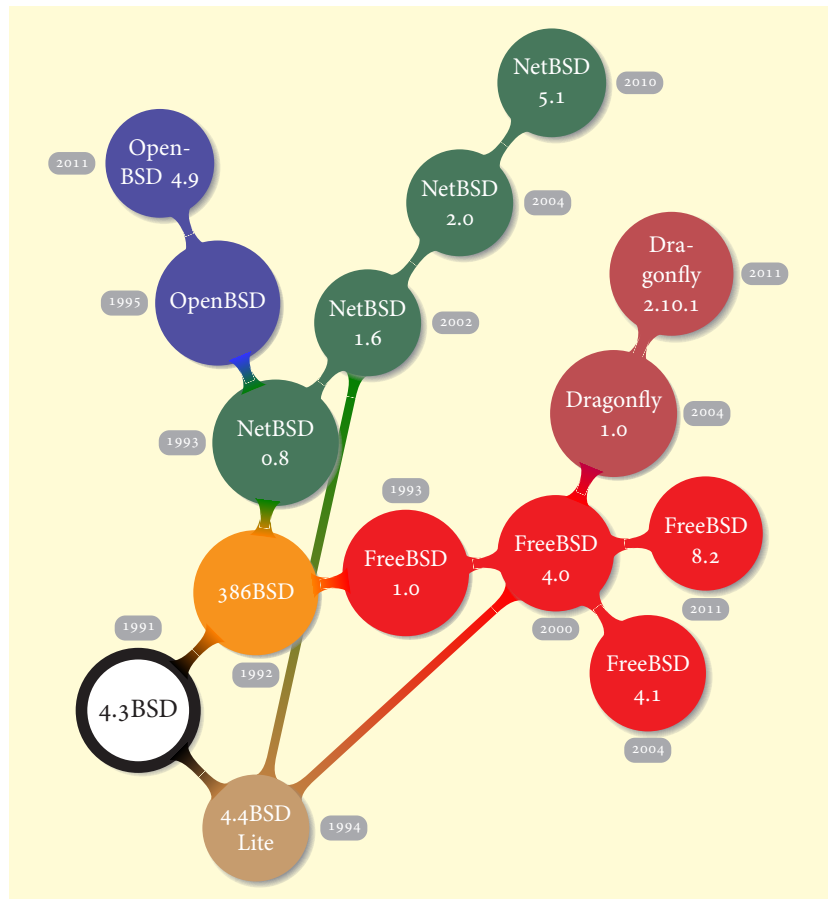


Abbildung 7: Stammbaum der (wichtigsten) freien BSD-Varianten

Im Oktober 1995 spaltete sich das OpenBSD-Projekt von NetBSD ab. Gegründet von Theo de Raadt, liegt der Entwicklungsschwerpunkt auf Sicherheit und kryptographischen Funktionen. OpenBSD gilt als sicherstes Betriebssystem der Welt.¹⁹⁵

Neben den eben genannten freien Derivaten setzten auch einige kommerzielle Anbieter auf das Networking, Release 2 auf. Eine dieser Firmen, Berkeley Software Design, Incorporated (BSDI), vertrieb den NR2-Code für \$ 995 und bewarb diesen Preis als 99 % günstiger als den für System V source plus binary systems. Die von A.T. & T. 1989 zur Unix-Vermarktung gegründete Firma Unix System Laboratories (USL) verklagte BSDI, da ihr Produkt proprietären USL-Code enthalte und Firmengeheimnisse verletze. Die Universität Berkeley schaltete sich in das Gerichtsverfahren ein, und nach einem zweijährigem Prozeß, in dessen Verlauf USL von Novell aufgekauft wurde, mußten schließlich drei der 18 000 Datei-

einem Mach-Mikrokern mit einem FreeBSD-Userland, worauf die bekannte Oberfläche aufsetzt. Die *Darwin* genannte Unix-Basis ihres Betriebssystems veröffentlicht Apple unter einer freien Lizenz. Vgl. <http://developer.apple.com/opensource/>.

¹⁹⁵ Vgl. die Website des Projekts, URL: <http://www.OpenBSD.org>. Zur Spaltung siehe auch den auf de Raads Website dokumentierten Mailwechsel mit dem NetBSD-Coreteam, der dem »Fork« voranging: URL: <http://www.theos.com/deraadt/coremail>.

en des Networking, Release 2 entfernt und an einigen anderen kleinere Änderungen vorgenommen werden.¹⁹⁶

Die derart »gesegnete« Version wurde im Juni 1994 als 4.4BSD-Lite veröffentlicht, eine komplette Version, die eine USL-Lizenz benötigte, parallel als 4.4BSD-Encumbered. 4.4BSD-Lite stellte die nunmehr rechtlich abgesicherte Basis für NetBSD und FreeBSD dar. Mit dem Bugfix 4.4BSD-Lite, Release 2 im Juni 1995 stellte die CSRG ihre Arbeit ein. Die Weiterentwicklung von BSD oblag nunmehr den freien Projekten.¹⁹⁷

2.4 HARDWARE-HACKER

Neben der vom MIT ausgehenden akademischen Hackerbewegung entstand in den 1970er Jahren mit der zunehmenden Verbreitung der Elektronik und im Kontext der Protestbewegungen unabhängig von der ersten eine zweite Hackerkultur: die der Hardware-Hacker.

In seinem Buch *Zur Strategie der Arbeiterbewegung im Neokapitalismus* konstatiert André Gorz Mitte der 1960er Jahre eine neue Form der Entfremdung von der Arbeit. Während der industrielle Kapitalismus gekennzeichnet gewesen sei durch eine physische Verelendung des Arbeiters, stünde der postindustrielle Wissensarbeiter einer verselbständigten Technik gegenüber. Exemplarisch führt Gorz anhand der Techniker der Atomindustrie aus, was seiner Einschätzung nach das Dilemma des Arbeiters in der postindustriellen Gesellschaft darstellt: Die Techniker sind, obwohl umfassend ausgebildet, den ganzen Arbeitstag über praktisch zum Nichtstun und bloßem Überwachen der Technik verdammt. Die Technik hat sich ihnen gegenüber verselbständigt und steht ihnen feindlich gegenüber wie im 19. Jahrhundert die Maschine den Industriearbeitern. Gorz schreibt: »Die Langeweile kann hier zur Neurose führen. Sie sind ohnmächtige Zeugen eines von Menschen fabrizierten Universums, das die Menschen überflüssig macht; sie müssen sich in ihrem Privatleben beweisen, daß sie noch existieren, daß sie noch fähig sind, *etwas zu machen*. Zu Hause beschäftigen sie sich damit, die kompliziertesten Geräte, an denen sich ihre Intelligenz noch erproben kann, zu zerlegen und wieder zusammenzubauen: Radioapparate, Fernsehgeräte. Nach einigen Monaten,

196 Vgl. McKusick (s. Anm. 175), S. 44 f. – Novell trat 1995 Teile der Rechte an den Unix-Anbieter *Santa Cruz Operation* (SCO) ab. Nachdem der Linux-Distributor Caldera 2001 von SCO das Unix-Portfolio und die Namensrechte übernommen hatte, verklagte das mittlerweile als »The SCO Group« firmierende Unternehmen im März 2003 IBM (und später Novell, AutoZone und DaimlerChrysler) auf eine Milliarde US-Dollar Schadensersatz, da IBM im Rahmen seiner Linux-Initiative (vgl. unten, Kapitel 6.2 auf Seite 244) widerrechtlich Unix-Quellcode in den Linux-Kernel kopiert habe. Die angeblichen Beweise wurden allerdings nie offengelegt; es konnten keine Plagiate im Linux-Quellcode gefunden werden. Zudem stellten die Gerichte fest, daß SCO das Copyright an Unix nie erworben hatte. SCO, das praktisch sein gesamtes Geschäftsmodell auf die Klage ausgerichtete, ging in Insolvenz und wird gegenwärtig von einem Konkursverwalter verwaltet. Die Prozesse werden von der Website *GrokLaw* (URL: <http://www.groklaw.net>) ausführlich dokumentiert; eine deutschsprachige Dokumentation findet sich auf *heise online*: <http://www.heise.de/-302076>.

197 Vgl. McKusick (s. Anm. 175), S. 45 f.

spätestens einigen Jahren, verlassen sie ihre ›Arbeit‹, um dem geistigen Verfall oder gar dem Wahnsinn zu entgehen.«¹⁹⁸

Das anspruchvollste elektronische Gerät jener Zeit stellt der Computer dar. Zu Beginn der 1970er Jahre gab es in der Bay Area um San Francisco eine Vielzahl Ingenieure, die auch nach Feierabend noch an Hardware bastelten und die das Ziel verband, selbst einen Computer zu bauen. Bereits seit Ende der 1950er Jahre war diese Region, die sich von San Francisco bis nach San José erstreckte, zum Zentrum der entstehenden Halbleiterindustrie geworden. 1955 gründete der Miterfinder des Transistors, William Shockley, die Firma Shockley Semiconductor in seiner Heimatstadt Palo Alto. Die Mitarbeiter gründeten zahlreiche eigene Unternehmen in der Gegend, die bald unter dem Namen Silicon Valley bekannt wurde. Nachdem einer dieser so entstandenen Halbleiterhersteller, Intel, zwischen 1969 und 1971 den ersten Mikroprozessor, den Intel 4004, entwickelt hatte, schien die Konstruktion von günstigen »Mikrocomputern« technisch möglich zu sein.¹⁹⁹

Einer der ersten, die Programme für den (recht leistungsschwachen) Intel 4004 und dessen Nachfolger Intel 8008 schrieben, war der an der Naval Postgraduate School tätige Hochschullehrer Gary Kildall. Noch auf einem Minicomputer entwickelte Kildall die Programmiersprache PL/M, mit der es möglich war, Programme sowohl auf dem 4004 wie auf dem 8008 laufen zu lassen. Zudem begann er in Zusammenarbeit mit Intel die Entwicklung eines Betriebssystems, das die nächsten Jahre den Markt für Mikrocomputer dominieren sollte: CP/M.²⁰⁰

Anhand eines von hunderten von in den Unternehmen der Halbleiterindustrie des Silicon Valley beschäftigten Ingenieuren beschreibt Levy die Entwicklung der Hardware-Hacker der 1970er Jahre. Lee Felsenstein wuchs in einer jüdischen, kommunistisch geprägten Familie auf. Er selbst entwickelte ein starkes Interesse an Elektronik und Science Fiction, vor allem an den Romanen von Robert Heinlein²⁰¹.

Felsenstein wurde auch von Ivan Illichs Buch *Tools for Conviviality*²⁰² stark beeinflusst, in dem Illich die Auffassung vertritt, daß in der entwickelten Industriegesellschaft der Mensch der technischen Rationalität unterworfen und zum bloßen Anhängsel der Maschine degradiert sei. Eine neue Form von Werkzeugen, die er »konviviale« nennt und die

198 André Gorz, *Zur Strategie der Arbeiterbewegung im Neokapitalismus*. Frankfurt am Main: Europäische Verlagsanstalt, 1967, S. 133.

199 Ein »Mikroprozessor« ist eine als integrierter Schaltkreis auf nur einem Chip untergebrachte zentrale Recheneinheit. Patentierte wurde der Mikroprozessor allerdings nicht von Intel, sondern 1971 von Texas Instruments, die ihren TMS 1000 jedoch erst 1974 auf den Markt brachten.

200 Vgl. Paul Freiberger and Michael Swaine, *Fire in the Valley. The Making of the Personal Computer*. 2nd ed. New York et al.: McGraw-Hill, 2000, S. 21 f.

201 Insbesondere das 1954 erschienene Buch »Revolt in 2100« (deutsch: Robert A. Heinlein, *Revolte im Jahre 2100*. München: Goldmann, 1964) hat Felsenstein nach eigenen Angaben beeinflusst. Im Roman kämpft eine individualistischen und demokratischen Idealen verpflichtete »Bruderschaft« gegen eine religiöse Diktatur in den Vereinigten Staaten.

202 Deutsch: Ivan Illich, *Selbstbegrenzung. Eine politische Kritik der Technik*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1980.

nicht nur leicht zu benutzen sein, sondern auf lange Sicht eine Symbiose mit dem Menschen eingehen sollen, soll als eine Art Keimform eine Alternative zum vorherrschenden Industriesystem bilden.

Anfang der 1970er Jahre war Felsenstein Mitglied einer Gruppe namens »Community Memory«, die von August 1973 bis Januar 1975 in einem Plattenladen in San Francisco ein öffentliches Terminal aufstellte, von dem aus auf einen entfernten Computer zugegriffen werden konnte. Das Terminal diente als Schwarzes Brett, an dem die Benutzer Nachrichten hinterlassen und austauschen konnten. »Das Community-Memory-System sollte, ganz im Einklang mit den Idealen der politischen und der Hacker-Counterculture, ein nicht-hierarchisches, anti-autoritäres, dezentralisiertes und öffentlich zugängliches Publikations- und Kommunikationssystem sein, das es den Menschen erlaubte, ›to make contact with each other on the basis of mutually expressed interests, without having to cede judgment to third parties.«²⁰³ Die Community-Memory-Gruppe war geprägt vom Free Speech Movement; jeder Nutzer sollte unzensuriert Mitteilungen eingeben können. Die Technik sollte jedem nach kurzer Anleitung zugänglich sein; auch sollten möglichst günstige und unkomplizierte, robuste Materialien in den Terminals Verwendung finden. Als Leitbild galt die Figur Tom Swifts der amerikanischen Populärliteratur: ein Bastler, der aus einfachen Teilen und aus Schrott nützliche Dinge schafft. Lee Felsensteins Plan war es, ein »Tom-Swift-Terminal« zu konstruieren.²⁰⁴

Die Bereitstellung des Terminals war politisch motiviert. Es gab eine breite Bewegung, die Computer allgemein verbreiten wollte. Neben Lee Felsenstein mit seiner Community-Memory-Gruppe war ein anderer wichtiger Protagonist Bob Albrecht, der – in Anlehnung an Janis Joplin's Band »Big Brother and the Holding Company« – eine Zeitschrift mit dem Namen »People's Computer Company« (PCC) gründete²⁰⁵, deren erste Ausgabe im Oktober 1972 erschien und als Motivation angab:

»Computers are mostly
Used against people instead of for people
Used to control people instead of to FREE them
Time to change all that –
We need a ...
PEOPLE'S COMPUTER COMPANY«²⁰⁶

Ted Nelsons 1974 im Selbstverlag erschienenen Buch »Computer Lib« das laut Levy zur »Bibel des Hacker-Traums« avancierte,²⁰⁷ rief lautstark zum Kampf um die Demokratisierung des Computers auf:

203 Rose MM. Wagner, *Community Networks in den USA. Von der Counterculture zum Mainstream?* Hamburg: Lit, 1998, S. 131. Wagner zitiert ein Community-Memory-Flugblatt vom August 1973.

204 Vgl. ebd., S. 138; allgemein zum Community-Memory-Projekt ebd., S. 122–177.

205 Eine weitere wichtige Institution war Stewart Brands »Whole Earth Catalog«.

206 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 172.

207 Ebd., S. 175.



Abbildung 8: Doppelseite aus *Computer Lib/Dream Machines*

»I have an axe to grind: I want to see computers useful to individuals, and the sooner the better, without necessary complication or human servility being required. Anyone who agrees with these principles is on my side, and anyone who does not, is not.

THIS BOOK IS FOR PERSONAL FREEDOM, AND AGAINST RESTRICTION AND COERCION

That's really all it's about. Many people, for many reasons of their own, enjoy and believe in restricting and coercing people; the reader may decide whether he is for or against this principle. A chant you can take to the streets:

COMPUTER POWER TO THE PEOPLE!
DOWN WITH CYBERCRUD!²⁰⁸

Die MIT-Hacker hatten nicht solches politisches Sendungsbewußtsein gehabt. Und die in der PCC abgedruckten Programme waren in der

208 Nelson (s. Anm. 139), CL 6.

UNIX HISTORY

UNIX started out as a small time-sharing system, designed especially for programmer convenience, and especially well suited to clean programming with small modules. Now it is also used on big machines as well. Programs built with UNIX need UNIX forever.

It was the first major portable operating system; it has been spread around by cheap academic licensing, and carried along by many devout UNIX hackers as they left the colleges. (It has also become fairly standard in Europe and the Soviet Union.)

Unfortunately, the AT&T lawyers slowed down UNIX's distribution, and it's too expensive for most people (still about a thousand for XENIX on your PC, for example). But cheaper and free-type versions are gradually becoming available.

The IBM PC cannot run full UNIX because it has no hardware instructions that can be used only by the operating system ("privileged instructions"). Microsoft XENIX is the best UNIX that can be produced under those circumstances.

MAIN UNIX CONCEPTS

PHILOSOPHY

Individual programs are specialized single-junction pieces. Each does one thing very well in a simple and understandable fashion. These programs are then chained together into bigger operations through Pipes (see below), which carry data between successive stages of operation. (This is called the "tools" approach.)

A full-bore UNIX program is lots of separate processes with data gurgling between them, connected and synchronized through pipes.

FORKING AND TIME-SHARING

Aside from all the usual features, UNIX allows programs the magic property of splitting.

This is how tasks are spawned. A process that calls the fork instruction is cloned into two processes. They either go on in parallel or one of them calls something else that is supposed to happen in parallel. Simultaneous copies of the

some processes can be off working on different things. Since multiple simultaneous tasks are intrinsic to UNIX, time-sharing is not much more than the addition of terminals.

This sorcerer's-apprentice structure comes from SIMULA (see p. 62).

PIPES

The pipe is an easily-arranged connection from the output of one process to the input of another. If the output of one process comes out sequentially, the next process can immediately begin work on it. Processes can pipe to each other in parallel almost without limit.

GENERALIZED INPUT AND OUTPUT

There are no special cases of input and output; data may be transferred freely from anything to anything else; metaphorically, something that can give or receive data is called a file, even if it's a printer.

SHELLS

You can create your own UNIX command names with a shell.

A UNIX shell is a generalized command interpreter: a program which recognizes command names and calls routines. A shell script is a set of commands to a UNIX shell, as if typed in.

Shells may call shells. (Several shells are popular, especially the "Bourne Shell" and the "C Shell.")

FILES

UNIX files are the usual hierarchical kind, but at least very cleanly usable with a lot of utilities.

DENOMINATIONS OF UNICES

Various people sell UNIX, but if it's called UNIX it's always under license from AT&T.

The two main suppliers of UNIX are now AT&T, parent of Bell Labs, and, for some reason, University of California at Berkeley.

There have been lots of Unices. The first ones (versions 1 to 7) were built at Bell Labs. Then UNIX itself forked: Version 7 has become AT&T UNIX, Berkeley UNIX, and XENIX. (See diagram, "Know Your Unices.")

THE SPIRIT OF UNIX CURRENT MORALISMS

Hackers are divided on Who is Faithful to the True Spirit of UNIX. The clean programming style is being muddled, some say, by the addition of dirty options that lead to bad programming.

Berkeley UNIX 4 and its successors (available from various companies) have extra cluttering options on various commands, getting away from what some call the "True UNIX" style of small and exact code modules.

UNIX CONFERENCE JOKE: "Berkeley UNIX is two to three years ahead of Bell UNIX. Bell is way behind on putting in unnecessary features."

Example: Suppose you want to list your files on the screen in columns. The traditional way to handle this was by piping the output of the LS command (for LIST) to a column formatter, and thence to the screen.

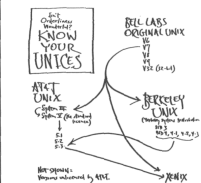
This was classic UNIX style. The column formatter could be used by any program, and would put any stream of text into columns. But Berkeley made column format an option on LS that can't be used with anything else.

There is a popular license plate worn by programmers on the front of their cars (in one-plate states).



That expresses strong feelings, hard to explain to non-programmers.

We look forward to GNU—the heroic FREE UNIX from high-credibility superhacker Richard Stallman. It will be ready "soon." Meanwhile, versions of UNIX are available for as little as \$200 for the PC.



von ihnen als »faschistisch« angesehenen Programmiersprache Basic²⁰⁹ geschrieben und längst nicht auf dem im AI-Lab üblichen Niveau. Waren die MIT-Hacker Verfechter der reinen Lehre des Programmierens, so entwickelten die Hardware-Hacker ein politisches Bewußtsein auch für die mit der Computertechnologie verbundenen Machtstrukturen. Damit wurde endgültig mit der Vormachtstellung einer abgeschotteten Kaste von Hohepriestern gebrochen.

2.4.1 Der Homebrew Computer Club

In dieser geistigen Atmosphäre gründete sich am 5. März 1975 der »Homebrew Computer Club« in einer Garage in Menlo Park im San Mateo County. Von Beginn an stark frequentiert, entwickelte er sich zu einem Zentrum des geistigen Austauschs. Seine Besucher (es gab keine formelle Mitgliedschaft) setzten sich zusammen aus von der neuen Technologie und ihrer Möglichkeiten faszinierten Amateuren, der Computerei erbe-

209 Basic ist in vieler Hinsicht limitiert und erlaubt nicht den vollen Zugriff auf die Ressourcen des Rechners, ist dafür aber einfach zu erlernen.

nen Fachleuten, die auch nach Feierabend ihrer Leidenschaft frönten, und technik-affinen Guerrilleros, die eine Tyrannei von Regierung, Industrie und IBM bekämpften, die Computer in den Händen einer neuen Priesterschaft esoterisierte. Lee Felsenstein beschrieb diese Gruppen gegenüber Levy später als “a bunch of escapees, at least temporary escapees from industry, and somehow the bosses weren’t watching. And we got together and started doing things that didn’t matter because that wasn’t what the big guys were doing. But we knew this was our chance to do something the way we thought it should be done.”²¹⁰

Homebrew entwickelte sich zum Zentrum der Avantgarde einer entstehenden Industrie, die – so die Hoffnung ihrer Protagonisten – nach den Prinzipien der Hackerethik funktionieren und sich gewissermaßen selbst an den Haaren aus dem Sumpf ziehen würde: “[Homebrew] was the vanguard of a breed of hardware hackers who were ‘bootstrapping’ themselves into a new industry – which, they were sure, would be different from any previous industry. The microcomputer industry would be ruled by the Hacker Ethic.”²¹¹

Fred Moore, mit Gordon French Gründer des Homebrew Computer Club, beschrieb diese Vision einer neuen, alternativen Industrie im Newsletter von Homebrew: “By sharing our experience and exchanging tips we advance the state of the art and make low-cost computing possible for more folks. (...) The evidence is overwhelming that people want computers, probably for self-entertainment and education usage. Why did the Big Companies miss this market? They were busy selling overpriced machines to each other (and the government and the military). They don’t want to sell directly to the public. I’m all in favor of the splash MITS is having with the Altair because it will do three things: (1) force the awakening of other companies to the demand for low-cost computers in the home ... (2) cause local computer clubs and hobby groups to form to fill the technical knowledge vacuum, (3) help demystify computers ...”²¹²

In Homebrew wurde das Wissen geteilt und neue Errungenschaften vorgestellt. Dabei bewegten sich die Teilnehmer zum Teil auch jenseits der Legalität und zeigten die neuentwickelten Chips diverser Firmen

²¹⁰ Zitiert nach Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 205 f.

²¹¹ Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 211 f. – Mit »bootstrapping« oder »booting« wird der Vorgang bezeichnet, mit dem ein Computer nach dem Einschalten das Betriebssystem lädt. Da zum Zeitpunkt des Einschaltens noch kein Programm und damit keine Instruktionen geladen worden sind, kann der Computer noch gar nicht wissen, was er tun soll und muß sich gewissermaßen an den eigenen Haaren aus dem Sumpf ziehen. In der amerikanischen Fassung der Geschichte vom Baron Münchhausen zieht sich dieser an den Schnürsenkeln der eigenen Stiefel (bootstraps) heraus. (Technisch wird das Problem so gelöst, daß zunächst ein initiales Betriebssystem geladen wird, das *Basic Input Output System* (BIOS), das an einer festgelegten Adresse im ROM des Rechners liegt, und das dann das eigentliche Betriebssystem lädt. Zugleich stellt das BIOS auch eine Ansteuerungssoftware für die spezifische Rechnerhardware bereit, auf die dann das Betriebssystem zugreifen kann. Moderne Betriebssysteme benutzen aus Flexibilitäts- und Geschwindigkeitsgründen in der Regel aber eigene Treiber und nutzen das BIOS nur in der Bootphase. Zum BIOS siehe auch unten, S. 131.)

²¹² Zitiert nach ebd., S. 213. – Zum Altair und seiner Herstellerfirma MITS siehe Kapitel 2.4.2 auf Seite 124.

regelmäßig auf den Treffen des Clubs. Die Handlungen der Hacker waren altruistisch motiviert. Selbstverständlich wußten sie um die Illegalität solcher Aktionen, doch sie scherten sich schlicht nicht darum. Da war eine Grenze, doch diese Grenze erschien falsch. Es ging ihnen darum, zu teilen, um die Partizipation der Allgemeinheit am technischen Fortschritt. Lee Felsenstein etwa entwickelte ein Modem, daß von einer Hackerfirma für 109 Dollar angeboten wurde – bisherige Modems kosteten zwischen 400 und 600 Dollar. Zugleich sandte Felsenstein eine Kopie der Schaltpläne an die von Les Solomon in New York herausgegebene Zeitschrift *Popular Electronics*, die sie veröffentlichte, um jedermann den Nachbau zu ermöglichen.

Die am MIT entstandene Hackerethik lebte im Homebrew Computer Club weiter. Dem freien Austausch wurden keinerlei Grenzen gesetzt, selbst nominellen Konkurrenten wurden alle Informationen gegeben: “The proper hacker response to competitors was to give them your business plan and technical information, so they might make better products and the world in general might improve.”²¹³

Die Schaltpläne etwa der neuen Speichererweiterung wurden genauso veröffentlicht wie der Quelltext der revolutionären Software. “They ignored the fact that they were competitors. There were a lot of things to learn in developing this new kind of product, and they weren’t about to let economic issues get in the way.”²¹⁴ Levy beschreibt die Atmosphäre von Homebrew wie folgt: “It was a sizzling atmosphere that worked so well because, in keeping with the Hacker Ethic, no artificial boundaries were maintained. In fact, every principle of that Ethic, as formed by the MIT hackers, was exercised to some degree within Homebrew. Exploration and hands-on activities were recognized as cardinal values; the information gathered in these explorations and ventures in design were freely distributed even to nominal competitors (the idea of competition came slowly to these new companies, since the struggle was to create a hacker version of an industry – a task which took all hands working together); authoritarian rules were disdained, and people believed that personal computers were the ultimate ambassadors of decentralization; the membership ranks were open to anyone wandering in, with respect earned by expertise or good ideas, and it was not unusual to see a seventeen-year-old conversing as an equal with a prosperous, middle-aged veteran engineer; there was a keen level of appreciation of technical elegance and digital artistry; and, above all, these hardware hackers were seeing in a vibrantly different and populist way how computers could change lives. These were cheap machines that they knew were only a few years away from becoming actually useful.”²¹⁵

Anzumerken bleibt freilich, daß die Mikrochips, die die im Wortsinne materielle Grundlage der Vision einer egalitären, auf dem Prinzip des Teilens beruhenden (und mithin kommunistischen) Graswurzel-Industrie

213 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 227.

214 Freiburger und Swaine (s. Anm. 200), S. 128.

215 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 219 f.

darstellten, in Dritte-Welt-Ländern unter ausbeuterischen Bedingungen hergestellt wurden, und daß das für die meisten Hacker jedoch ohne Relevanz war.

2.4.2 *Der erste Heimcomputer*

Im Januar 1975, also etwa zeitgleich mit der Gründung von Homebrew, wurde in Les Solomons Zeitschrift *Popular Electronics* mit dem *Altair* der erste amerikanische Heimcomputer vorgestellt.²¹⁶ Der *Altair* wurde als Bausatz ausgeliefert, war praktisch nicht in der Lage, mit der Außenwelt zu interagieren und auch aufgrund seines extrem geringen Hauptspeichers von nur 256 Bytes äußerst limitiert. Zudem gab es anfänglich keinerlei Ein- und Ausgabegeräte. Wer die Hürde des Zusammenbaus überwunden hatte, konnte ihn nur über Kippschalter programmieren, und das Ergebnis der Berechnungen mußte von blinkenden Lämpchen abgelesen werden. Doch war der *Altair* modular aufgebaut und sollte durch Karten erweitert werden können. Damit war es prinzipiell möglich, etwa externe Speichermedien und eine Tastatur an den Computer anzuschließen, den Arbeitsspeicher zu erweitern, Sound auszugeben usw. Dies erforderte aber, daß die Karten untereinander und mit der Hauptplatine kommunizieren können mußten. Der Konstrukteur des *Altair* und Chef von MITS, Ed Roberts, entwickelte eine offene Verbindungsstruktur für den *Altair* (die er *Altair-Bus* nannte), die diese Kommunikation ermöglichte.²¹⁷

Erweiterungen konnte die Herstellerfirma MITS jedoch zunächst nicht liefern, die später produzierten Speichererweiterungen waren fehlerhaft und verursachten vielfältige Probleme. Trotz dieser Beschränkungen verkaufte sich der *Altair* sehr gut. Ed Roberts erklärte sich den überraschenden Erfolg aus der unbeschränkten Macht, die ein Computer seinem Benutzer verspricht: “When you talk about wealth, what you’re really saying is, ‘How many people do you control?’ If I were to give you an army of ten thousand people, could you build a pyramid? A computer gives the average person, a high school freshman, the power to do things in a week that all the mathematicians who ever lived until thirty years ago couldn’t do.”²¹⁸

216 Der Name »Altair« soll von Les Solomons Tochter vorgeschlagen worden sein, die gerade eine Folge *Star Trek* schaute, in der das Raumschiff *Enterprise* auf dem Weg zum Planeten *Altair* war. (Freiberger und Swaine (s. Anm. 200), S. 46.) Allerdings ist diese Episode nicht unumstritten. “Ed [Roberts, O. H.] eventually called the computer the PE-8, but Les Solomon felt that was a rather dull name for such a powerful and momentous product. Les discussed the matter with associate editor Alexander Burawa and assistant technical editor John McVeigh. Al later remembered saying. ‘It’s a stellar event, so let’s name it after a star.’ Within a few minutes, John McVeigh said ‘Altair.’” (Forrest M. Mims, “The *Altair* story. Early days at MITS.” In: *Creative Computing* 10.11 (Nov. 1984), p. 17. URL: http://www.atarimagazines.com/creative/v10n11/17_The_Altair_story_early_d.php (besucht am 04. 10. 2010). PE-8 bezieht sich auf den Namen der Zeitschrift *Popular Electronics*.) – Als erster Heimcomputer überhaupt gilt der *Micral*, dessen erstes Exemplar am 15. Januar 1973 von der französischen Firma R2E (Réalisation et Etudes Electroniques) geliefert wurde, dem jedoch jeglicher kommerzieller Erfolg versagt blieb.

217 Vgl. Freiberger und Swaine (s. Anm. 200), S. 44.

218 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 192.

Erst nach und nach wurden Erweiterungen entwickelt, oftmals durch Privatleute und Fremdfirmen. Die 1975 im Umfeld von Homebrew entstandene Firma Processor Technology bot Speichererweiterungen für den Altair an. Möglich wurde dies durch Ed Roberts Entscheidung für ein offenes, erweiterbares System. Während die von MITS entwickelten Speichererweiterungen fehlerhaft waren, funktionierten die von Processor Technology. Roberts suchte den Absatz seiner mangelhaften Speicherkarten zu forcieren, indem er diese mit dem von den Collegestudenten Bill Gates und Paul Allen mit ihrer neugegründeten Firma *Micro-Soft* für den Altair entwickelte Basic. In der Folge gingen viele Homebrewer dazu über, das überteuerte Basic unter der Hand zu kopieren.²¹⁹

Gates' und Allens Basic unterschied sich deutlich von früherer Software: Es war proprietär und für den Verkauf gedacht. "The difference between the Gates-Allen software library [for the Altair, O. H.] and the software library in the drawer by the PDP-6 or the Homebrew Club Library was that the former was for sale only. Neither Bill Gates nor Ed Roberts believed that software was any kind of sanctified material, meant to be passed around as if it were too holy to pay for. It represented work, just as hardware did, and Altair BASIC was listed in the MITS catalog like anything else it sold."²²⁰

Gates und Allen, die von MITS Lizenzgebühren für jedes verkaufte Exemplar Basic erhielten, sahen sich durch die frei kursierenden Kopien geschädigt. Gates schrieb den Hackern einen berühmt gewordenen offenen Brief, betitelt »An Open Letter to Hobbyists«²²¹: "Why is this? As the majority of hobbyists must be aware, most of you steal your software. Hardware must be paid for, but software is something to share. Who cares if the people who worked on it get paid? (...) One thing you do do is prevent good software from being written. Who can afford to do professional work for nothing? What hobbyist can put 3-man years into programming, finding all bugs, documenting his product and distribute for free?"

Die Entstehung proprietärer Software läßt sich auf den sich entwickelnden Markt zurückführen, der mit dem Aufkommen der Personal Computer entsteht. Die Programme der ersten Generation von Hackern hatten keinen Markt – von der PDP-1 etwa wurden lediglich 50 Exemplare hergestellt.

Doch auch die Hardware-Hacker waren nicht bereit, sich mit proprietärer Software abzufinden. Dennis Allison, der Computer Science in Stanford lehrte, umriß in der PCC grob das Design eines »kleinen Basic« (Tiny Basic) für Mikrocomputer. Drei Wochen nach Erscheinen des Artikels hatten zwei Leser Tiny Basic implementiert. Diese Version wurde in der PCC abgedruckt und von anderen Lesern weiterentwickelt. Die stetig anwachsende Anzahl eingesandter Programme führte zur Grün-

²¹⁹ Vgl. Freiberger und Swaine (s. Anm. 200), S. 61 f.

²²⁰ Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 226 f.

²²¹ Der Brief findet sich an diversen Stellen im Netz, etwa hier: Bill Gates, *An Open Letter to Hobbyists*. 1976. URL: <http://www.adp-gmbh.ch/personal/histoire/lettergates.html> (besucht am 07.04.2005).

derung eines neuen Magazins mit dem – unter Anspielung auf den geringen Speicherbedarf von Tiny Basic gewählten – Titel »The Dr. Dobbs Journal of Computer Calisthenics and Orthodentia ... Running Light Without Overbyte«. Der Redakteur des neuen Magazins, Jim Warren, schrieb im Editorial der ersten Ausgabe, das Magazin sei über »free and very inexpensive software«. ²²² Die so veröffentlichte Software lag in der *Public Domain*, war also frei von jeglichen Kopierrechten und durfte frei verbreitet und modifiziert werden. An anderer Stelle führt Warren an: “There is a viable alternative to the problems raised by Bill Gates in his irate letter to computer hobbyists concerning ‘ripping off’ software. When Software is free, or so inexpensive that it’s easier to pay for it than duplicate it, then it won’t be stolen.” ²²³

2.4.3 Eine neue, andere Industrie?

Die Hacker arbeiteten am Aufbau einer alternativen, nicht auf Konkurrenz beruhenden Industrie, die konviviale Werkzeuge im Sinne Illichs herstellen sollte. Lee Felsenstein skizzierte die Unterschiede zwischen der von den Hackern erträumten und der bestehenden Wirtschaft 1975 in einem Vortrag vor dem Institute of Electrical and Electronic Engineers: “The industrial approach is grim and doesn’t work: the design motto is ‘Design by Geniuses for Use by Idiots,’ and the watchword for dealing with the untrained and unwashed public is *Keep Their Hands Off!* ... The convivial approach I suggest would rely on the user’s ability to learn about and gain some control over the tool. The user will have to spend some amount of time probing around inside the equipment, and we will have to make this possible and not fatal to either the equipment or the person.” ²²⁴

Die von den Hackern gegründeten Unternehmen hatten zum Teil sehr phantasievolle Namen, denen ihre subkulturelle Herkunft deutlich anzusehen ist. Lee Felsenstein gründete *Loving Grace Cybernetics* und später *Golemic Incorporated*; in Chicago entstand die *Itty Bitty Machine Company* (IBM), in New Jersey die *Chicken Delight Computer Consultants*, in Kalifornien *Kentucky Fried Computers*. Und Gary Kildall nannte seine zur Vermarktung von CP/M gegründete Firma *Intergalactic Digital Research* (benannte sie dann aber bald in *Digital Research* um).

Ein weiteres alternatives Unternehmen war *Processor Technology*, eine von Bob Marsh, einem Hacker aus dem Umfeld von Homebrew, gegründete Firma, für die Felsenstein 1976 einen Computer entwarf, der über einen Monitor als Ausgabe- und eine Schreibmaschinentastatur als Eingabegerät verfügte. ²²⁵ Als Hommage an den Herausgeber von *Popular Electronics*, Les Solomon, wurde die Maschine *Sol* genannt. ²²⁶ Processor Technology folgte zu dieser Zeit sozialistischen Prinzipien und zahlte

²²² Zitiert nach Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 232.

²²³ Zitiert nach ebd.

²²⁴ Zitiert nach ebd., S. 238.

²²⁵ Der Computer war eine Erweiterung seines ursprünglich entworfenen Tom-Swift-Terminals.

²²⁶ Vgl. Freiburger und Swaine (s. Anm. 200), S. 131.

allen Angestellten das gleiche Gehalt. Auch stellte die Firma die Schaltpläne und den Software Quelltext Interessierten zur Verfügung. Ein mit dem von Microsoft vergleichbares Basic verkaufte sie mitsamt dem Quellcode für fünf Dollar.²²⁷

Ebenfalls 1976 erschienen neben dem Sol weitere, mit dem Altair konkurrierende Personal Computer: der IMSAI 8080 und der Poly-88. Alle diese Rechner bauten auf dem Altair-Bus auf und konnten die gleichen Erweiterungskarten verwenden.²²⁸

Die Hersteller der neuen Computer suchten einen Ersatz für den Namen »Altair-Bus« und fanden ihn in »Standard 100« (S-100). Ende 1977 wurde der S-100-Bus zum IEEE-Standard. Ed Roberts weigerte sich, an den Treffen der Standardisierungsgruppe teilzunehmen. Die Entwicklung eines herstellerunabhängigen Industriestandards markiert einen entscheidenden Einschnitt für die beginnende PC-Industrie. “The committee was attempting a form of ‘guerilla’ design. In mainframes and minicomputers, the bus was always whatever the bus designer said it was. Independent companies were not about to get together to redesign something as complex as a bus. Timing parameters and other features were dictated by the designers. In fact, IBM and DEC worked this way. But the S100 committee members dug into the Roberts bus, figured out how it worked, and scrapped it in favor of a new, independent bus that was open to all. This was a populist revolt against the tyranny of big business, with MITS, although hardly in the same league as IBM and DEC, held up as a symbol of the Big Company. The revolution was here.”²²⁹

Während langsam proprietäre Software Normalität wurde, war sie den Unternehmen im Homebrew-Umfeld zunächst noch ein Dorn im Auge: “But software ownership was becoming an inflammatory issue in the Valley and elsewhere. Processor Tech was aggressively pro-sharing, and its hobbyist founders swapped program tapes at Homebrew meetings along with everyone else. Gordon French, who after helping to start Homebrew became Proc Tech’s General Factotum (his official title), argued for an open system – that is, free dissemination of software code and internal workings to anyone. He wanted outside programmers and peripheral manufacturers to be able to create compatible products and expand the market.”²³⁰ Ed Roberts hingegen wollte Software proprietarisieren. Roberts bekämpfte auch entschieden Firmen, die konkurrierende Hardwareerweiterungen für den Altair verkauften; ein Phänomen, das doch erst durch die von ihm geschaffene offene Systemarchitektur möglich geworden war. Doch auch bei Processor Tech fand die Idee von Offenheit schließlich ein Ende: das durch Unix inspirierte und CP/M technisch überlegene Betriebssystem PT-DOS blieb proprietär (und erfolglos).²³¹

Eine weitere im Umfeld von Homebrew entstandene Firma ist *Apple*. Steve Wozniak, bei Hewlett Packard beschäftigt und regelmäßiger

227 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 238 f.

228 Vgl. Freiburger und Swaine (s. Anm. 200), S. 65 f.

229 Ebd., S. 152.

230 Ebd., S. 147.

231 Vgl. ebd.

Besucher der Homebrew-Treffen, baute 1975 einen Computer, den er »Apple« nannte und in einer gleichnamigen, gemeinsam mit seinem Freund Steve Jobs gegründeten Firma vertrieb.²³² Bereits zuvor hatte der mit John Draper befreundete Phonephreak Wozniak Blue Boxes gebaut und gemeinsam mit Jobs verkauft.²³³ Die Entwicklung des ersten Apple-Computers war eng mit Homebrew verbunden: "Every two weeks Woz would go to Homebrew and see or hear what was new, never having any problem in following up on technical details because everyone was free with information. (...) he knew he wanted color graphics. He knew, of course, that he wanted a BASIC, and since the only BASIC that ran on the 6502 then was Tom Pittman's Tiny BASIC, and Woz wanted a 'big' BASIC, he wrote his own. He gave out the code to anyone who wanted it, and would even print some of his subroutines in *Dr. Dobbs Journal*. (...) It was not long before Wozniak addressed the entire Homebrew Computer Club, holding his board in the air and fielding questions from the members, most of them asking how he did this or if he was going to put this feature or that into it. They were good ideas, and Wozniak brought his setup every two weeks, sitting in the back of the auditorium where the electrical outlet was, getting suggestions for improvements and incorporating those improvements."²³⁴

Der Apple wurde für \$ 666,66 verkauft, und die junge Firma Apple blieb in ihrer Geschäftspolitik noch ganz der Hackerethik treu; jedem Homebrew-Besucher standen die Schaltpläne offen. Das von Wozniak geschriebene Basic gab es als kostenlose Zugabe zu einer Schnittstelle, mit deren Hilfe man Computerdaten auf herkömmlichen Musikkassetten speichern konnte. Der Quelltext von Wozniaks »Monitor«, einem Programm, mit dem man sich die Instruktionen, die sich im Hauptspeicher des Apples befanden, als Assemblercode anschauen konnte, wurde in *Dr. Dobbs Journal* veröffentlicht. Die Anzeige, mit der Apple für den neuen Computer warb, pries gar an, daß »our philosophy is to provide software for our machines free or at minimal cost«.²³⁵

Der Apple II indes markierte den Bruch mit den frühen Idealen. Zwar fand seine Entwicklung 1976 zunächst noch in enger Diskussion mit Homebrew statt. Differenzen gab es nur über die Art des Designs; Wozniaks Hightech-Entwurf, der versuchte, das zu dieser Zeit technisch Bestmögliche zu realisieren, unterschied sich stark von Lee Felsensteins *Sol*. "The Sol reflected Lee Felsenstein's apocalyptic fears, shaped by post-holocaust

232 Der dritte Firmengründer, Ron Wayne, stieg bereits nach wenigen Wochen aus der Firma wieder aus, da ihm das finanzielle Risiko zu hoch schien. Wozniak hatte den Apple zuerst Hewlett Packard angeboten, die ihn jedoch nicht bauen wollten. – Der Name »Apple« geht auf Jobs zurück, der einen Sommer auf einer alternativen Obstplantage gearbeitet hatte.

233 Vgl. Freiburger und Swaine (s. Anm. 200), S. 259 f. – Zum Phone-Phreaking siehe auch oben, Anm. 32 auf Seite 74.

234 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 251 f.

235 Zitiert nach ebd., S. 253. – Die Anzeige findet sich auch im World Wide Web, u. a. an dieser Stelle: *Apple Introduces the First Low Cost Microcomputer System with a Video Terminal and 8K Bytes of RAM on a Single PC Card*. 1976. URL: <http://apple2history.org/museum/ads/a1ad1.html> (besucht am 11. 04. 2005).

science fiction, that the industrial infrastructure might be snatched away at any time, and people should be able to scrounge parts to keep his machine going in the rubble of this devastated society; ideally, the machine's design would be clear enough to allow users to figure out where to put those parts. 'I've got to design so you can put it together out of garbage cans,' Felsenstein once said. 'In part because that's what I started from, but mostly because I don't trust the industrial structure – they might decide to suppress us weirdos and try to deny us the parts we need.'²³⁶

Doch Steve Jobs stellte die Firma Apple auf andere Füße und mit Mike Markkula und Mike Scott ein professionelles Management ein. Wozniak wurde gedrängt, seine Arbeit bei Hewlett Packard (HP) zu kündigen und sich ganz auf die Entwicklung des Apple II zu konzentrieren. Nach langem Zögern ließ er sich schließlich darauf ein, war sich aber des Bruchs mit seinem bisherigen Status als Amateur bewußt: "Even as he agreed to quit HP and work with Jobs full-time, he told himself that what he was doing was no longer pure hacking. The truth was that starting a company had nothing to do with hacking or creative design. It was about making money. It was 'stepping over the boundary,' as Wozniak later put it. Not in any kind of rip-off – Wozniak believed in his computer and had confidence in the team that would produce and sell it – but 'there's no way I would associate Apple with doing good computer design in my head. It wasn't the reason for starting Apple. The reason for starting Apple after the computer design is there's something else – that's to make money.'²³⁷

Die Entwicklung einer neuen, alternativen Industrie war gescheitert. Hacker wie Steve Wozniak bauten Maschinen, die von ganz normalen Menschen benutzt werden konnten, und die alte Ökonomie fing an, sich für Personal Computer zu interessieren. Es stellte sich heraus, daß es nur eine Ökonomie gab, und daß die Hacker und ihre Firmen, so sie denn überleben wollten, den Gesetzen der Konkurrenz Folge zu leisten hatten. Eine Generation von Hackern wurde von der Realität eingeholt. Es schien, daß die Hacker doch nicht in der Lage waren, sich am eigenen Schopf (bzw. den eigenen Schnürsenkeln) aus dem Sumpf zu ziehen.

Die entstehenden Firmen des Silicon Valley hatten nichts mehr zu teilen, sondern nur noch Marktanteile zu verteidigen. Die alten Hardware-Hacker blieben den Treffen des Homebrew Computer Clubs fern; der Club existiert zwar bis heute, veränderte jedoch mit den neuen Mitgliedern seinen Charakter.

Und auch der Charakter der Computer veränderte sich. Apple-Rechner wie der Macintosh wurden fertig montiert an den Endanwender verkauft, als geschlossene Systeme, die keinen Zugriff auf die Hardware mehr erlaubten.²³⁸ Für Hacker wie Lee Felsenstein war dies ein Schritt in die falsche Richtung: "Hardware construction, he [Felsenstein, O. H.] was saying, is an objectified way of thinking. It would be a shame if that went by the wayside, were limited only to the few. He did not think it would

²³⁶ Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 255.

²³⁷ Ebd., S. 258.

²³⁸ Swaine/Freiberger sprechen hier von einer Abkehr vom »Woz-Prinzip«. (Freiberger und Swaine (s. Anm. 200), S. 299.)

be gone. '[The magic] will always be in there to a certain extent. You talk about deus ex machina, well, we're talking about deus *in* machina. You start by thinking there's a god in the box. And then you find there isn't anything in the box. *You* put the god in the box.'"²³⁹

2.5 DIE ENTWICKLUNG DER PC-INDUSTRIE

Obwohl mit der Erfindung des Mikroprozessors die Entwicklung von günstigen Heimcomputern technisch nahelag, blieben die Hersteller von Mainframes und Minicomputern dem neuen Geschäftsbereich zunächst fern. Der Mikrocomputermarkt war ein Massenmarkt, während das Geschäftsmodell der etablierten Firmen auf dem Einzelverkauf der teuren, in geringer Stückzahl produzierten Maschinen beruhte. So waren es Amateure, die diese neue Form des Computers auf den Markt brachten. Die Entwicklung fand nicht hinter verschlossenen Türen statt, und der Systemaufbau war zunächst offen; mit dem S-100-Bus war ein offener, herstellerunabhängiger Industriestandard vorhanden, der Entwicklungen für eine Vielzahl von Erweiterungen ermöglichte.

Anfang der 1980er Jahre drängte der Mainframehersteller IBM in den entstehenden Mikrocomputermarkt. Auf der Suche nach einer Programmiersprache für den geplanten *IBM Personal Computer* kontaktierten sie Gates' und Allens Firma Microsoft. Als Betriebssystem sollte Kildalls CP/M dienen, und Gates arrangierte ein Treffen zwischen Kildall und IBM. Doch wollte IBM CP/M komplett kaufen und nicht bloß lizenzieren, und Gates und Allen sahen die Möglichkeit, das von Tim Paterson für Seattle Computer Products geschriebene SCP-DOS, eine unreife Kopie von CP/M, für den IBM-PC umzuschreiben und kauften die Rechte. Microsoft schaffte es, von IBM das Recht zu erhalten, ihr DOS an weitere Computerhersteller zu verkaufen. Kildall, der wegen der Ähnlichkeit von DOS mit CP/M mit einer Klage drohte, wurde versprochen, sein System ebenfalls anzubieten.²⁴⁰

»Big Blue« wollte den Computer in kurzer Zeit konstruieren und setzte deshalb frei auf dem Markt erhältliche Standardkomponenten ein und keine Eigenentwicklungen. Als Prozessor diente ein Intel 8088, und der PC war ebenso wie die frühen Mikrocomputer durch Steckkarten erweiterbar. Der offene Systemaufbau erstaunte Lee Felsenstein, der dies von IBM nicht erwartet hatte: "I was surprised to find chips in there that I recognized. (...) There weren't any chips that I didn't recognize. My experience with IBM so far was that when you find IBM parts in a junk box, you forget about them because they're all little custom jobs and you can't find any data about them. IBM is off in a world in its own. But in this case, they were building with parts that mortals could get. (...) But the major surprise was that they were using chips from Earth and not from IBM. I thought, 'They're doing things our way.'"²⁴¹ Und auch bei

²³⁹ Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 278.

²⁴⁰ Vgl. Freiburger und Swaine (s. Anm. 200), S. 328–337.

²⁴¹ Zitiert nach ebd., S. 346.

der Software setzte IBM statt auf Eigen- auf Fremdentwicklungen. Als Betriebssysteme wurden neben Microsofts DOS Digital Research CP/M und das an der Universität in Santa Diego entwickelten *Pascal P-System* angeboten, und als Textverarbeitungsprogramm John Drapers ursprünglich für den Apple II entwickeltes *EasyWriter*.²⁴²

Microsofts Strategie war, nicht unmittelbar am IBM-PC zu verdienen, sondern stattdessen an den zu erwartenden Nachbauten durch Dritthersteller. MS-DOS sollte das Standardbetriebssystem der PCs werden, wie Gates rückblickend schreibt:

»Heute wissen nur noch wenige, daß der erste IBM-PC mit einer Auswahl von drei Betriebssystemen auf den Markt kam: mit unserem PC-DOS, CP/M-86 und dem UCSD Pascal P-System. Uns war klar, daß nur eines sich durchsetzen und zum Standard werden konnte. Wir wollten, daß dieselben Kräfte, die VHS-Kassetten in jeden Videoladen brachten, auch MS-DOS zum Standard beförderten. Es gab für uns drei Wege, MS-DOS an die Spitze zu bringen. Der erste war, MS-DOS zum besten Produkt zu machen. Der zweite war, anderen Softwarefirmen zu helfen, Software auf der MS-DOS-Basis zu schreiben. Der dritte war, MS-DOS preisgünstig anzubieten.

Wir schlugen IBM ein sagenhaftes Geschäft vor: Die Firma erhielt gegen eine geringe einmalige Gebühr das Recht, das Betriebssystem von Microsoft auf allen Computern, die sie verkaufen konnte, zu installieren. Das war für IBM ein Anreiz, MS-DOS massenhaft anzubieten und preisgünstig zu verkaufen. Unsere Strategie schlug ein. IBM verkaufte das UCSD Pascal P-System für rund 450 Dollar, CP/M-86 für rund 175 Dollar und MS-DOS für rund 60 Dollar.

Unser Ziel war, nicht direkt an IBM zu verdienen, sondern davon zu profitieren, daß wir MS-DOS in Lizenz an andere Computerfirmen vergaben, die Maschinen anbieten wollten, die mit dem IBM-PC mehr oder weniger kompatibel waren. IBM konnte unsere Software umsonst nutzen, hatte aber keine ausschließliche Lizenz und keinen Einfluß auf künftige Versionen. Damit wurde Microsoft der Lizenzgeber für eine Softwareplattform für die PC-Industrie. Schließlich gab IBM die Betriebssysteme UCSD Pascal P-System und CP/M-86 einschließlich ihrer verbesserten Versionen auf.«²⁴³

Auch wenn der IBM-PC hauptsächlich aus Standardkomponenten bestand, die auf dem Markt allgemein erhältlich waren, galt dies nicht für das BIOS. Das war von Gary Kildall geschrieben, um CP/M hardwareunabhängig zu halten. Aller maschinenspezifischer Code wurde von Kildall

²⁴² Ebd., S. 347 f.

²⁴³ Bill Gates, *Der Weg nach vorn. Die Zukunft der Informationsgesellschaft*. Unter Mitarb. von Nathan Myhrvold und Peter Rinearson. Hamburg: Hoffmann und Campe, 1995, S. 79 f.; vgl. auch Freiburger und Swaine (s. Anm. 200), S. 349.

im BIOS isoliert, das abstrakte Routinen bereitstellte, die von CP/M für Hardwarezugriffe genutzt wurden. Auch PC-DOS benutzte diese Routinen, und konkurrierende Hardwarehersteller mußten ein kompatibles BIOS bereitstellen, um IBM-PC kompatible Rechner herstellen zu können. Die Firma Compaq gründete sich um die Entwicklung eines solchen kompatiblen BIOS und wurde einer der größten PC-Hersteller; ein anderes Unternehmen, Phoenix Technology, entwickelte ebenfalls ein BIOS, das es an Hardwarehersteller lizenzierte.²⁴⁴

Der PC war so letztlich ein buntes Sammelsurium von Billig-Hardware, mit DOS als Billigbetriebssystem. Er entstand als ein den Hackern abgucktes Produkt, dessen Software noch von Hackerfirmen geschrieben wurde. Auch Microsoft ist nicht denkbar ohne die Hackerkultur, die nicht nur die Unternehmenskultur beeinflusste, sondern auch die Form der Softwareentwicklung maßgeblich bestimmt: Microsoft entwickelt mit Hilfe von strukturierten Hackermethoden.²⁴⁵ Demgegenüber stand der von Apple in der Folge entwickelte Macintosh, der hochwertige Komponenten verwendete, aber ein geschlossenes System darstellte. Die ehemalige Hackerfirma Apple hatte bei den Hackern eine höhere Reputation als der multinationale Konzern IBM, doch war der PC letztlich das offener System: »Ungeachtet seiner Reputation als Maschine der Wahl für ungepflegte kreative Hacker-Typen war der Mac von Apple eine Maschine, die vom Hacken abhielt, während Microsoft, das technologisch gesehen als Nachzügler und Nachahmer galt, einen großen, ungeordneten Teilbasar geschaffen hatte – eine Ursuppe, die sich am Ende selbst zu Linux zusammensetzte.«²⁴⁶ Doch das greift vor.

2.6 GNU'S NOT UNIX

In den 1970ern Jahren ging das »Goldene Zeitalter des Hackens«²⁴⁷ seinem Ende zu. Das egalitäre Paradies, das sich die Hacker geschaffen hatten, wurde mit der realen Welt konfrontiert und vermochte dieser wenig entgegenzuhalten. Was für die Hardware-Hacker galt, galt nicht minder für die akademischen Hacker am MIT. Das Biotop war aus Erfordernissen der realen Welt hervorgegangen, und mit der Veränderung dieser wurde ihm seine Grundlage entzogen.

Breite gesellschaftliche Gruppen, namentlich die Anti-Vietnamkriegs- und Friedensbewegung, beäugten durch das Militär finanzierte Projekte kritisch. Die Hacker, die sich in ihrer manichäischen Weltsicht stets auf der Seite der Guten wähnten, wurden nunmehr selbst Gegenstand eines Protestes, mit dem sie eigentlich sympathisierten. Das gesamte AI-Lab wurde vom Verteidigungsministerium finanziert. Zwar war dank der Haltung des ARPA-Verantwortlichen Robert Taylor, der von einer unmittelbar ziel- und zweckorientierten Projektförderung übergang zu

²⁴⁴ Vgl. Freiburger und Swaine (s. Anm. 200), S. 366–370.

²⁴⁵ Vgl. Michael A. Cusumano and Richard W. Selby, "How Microsoft Builds Software." In: *Communications of the ACM* 40.6 (June 1997), pp. 53–61.

²⁴⁶ Stephenson, *Die Diktatur des schönen Scheins* (s. Anm. 171), S. 104.

²⁴⁷ Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 129.

einer, die die Computerwissenschaft insgesamt forcierte, eine Atmosphäre geschaffen worden, in der die Hacker-Kultur entstehen und gedeihen konnte. Jedoch verstand die öffentliche Meinung unter Computern genau das, was IBMs Konzept vorsah: große, monolithische Geräte in der Hand einer kleinen Schar von Eingeweihten. Computer galten der Öffentlichkeit gemeinhin als Herrschaftstechnik.

Die Studentenbewegung rief zum Angriff auf das Zentrum der Hackerkultur, und die mit der Antikriegsbewegung sympathisierenden Hacker sahen sich bereits 1969 gezwungen, das Gebäude gegen die Teilnehmer einer Demonstration abzusichern.²⁴⁸

Nach dem *Mansfield Amendment* von 1973 durften nur noch Projekte mit unmittelbarem militärischen Bezug von der ARPA gefördert werden. Diese Verschiebung von Grundlagenforschung hin zu konkreten Anwendungen wirkte in viele wissenschaftliche Bereiche hinein; im Bereich Künstlicher-Intelligenz-Forschung wurde die Förderung der »starken« AI eingestellt und nur noch Projekte der »schwachen« AI wie etwa Spracherkennung gefördert. Minskys und McCarthys Institute waren vom Geldstrom durch die ARPA abgeschnitten: "Minsky thought the policy was a 'losing' one, and distanced the AI lab from it. But there was no longer enough money to hire anyone who showed exceptional talent for hacking."²⁴⁹ Viele Hacker wanderten deshalb in die Industrie ab.

Das endgültige Scheitern der Hackerkultur am MIT markiert jedoch die Spaltung, die infolge der Entwicklung der LISP-Maschine durch Richard Greenblatt eintrat. Greenblatt entwickelte seit 1974 einen Computer, der die von John McCarthy entwickelte Sprache LISP, die hauptsächlich in der AI Anwendung fand, möglichst effektiv ausführen sollte. Insgesamt wurden am MIT 32 dieser jeweils 50 000 Dollar teuren Maschinen gebaut, zum Teil durch die ARPA finanziert.

Die Hacker wollten eine Firma gründen, um diese Maschinen zu vermarkten, spalteten sich jedoch aufgrund persönlicher Differenzen. Es entstanden zwei konkurrierende Firmen: *LISP Machine Incorporated* (LMI) und *Symbolics*. Während Greenblatt LMI gründete, arbeiteten die meisten anderen Hacker für Symbolics. "The magic was now a trade secret, not for examination by competing firms. By working for companies, the members of the purist hacker society had discarded the key element in the Hacker Ethic: the free flow of information. The outside world was inside."²⁵⁰

Aufbewahrt wurde die Hackerkultur am MIT indes von Richard M. Stallman, den Levy als den »letzten der wahren Hacker« (»The Last of the True Hackers«) bezeichnet.²⁵¹ Stallman kam 1971 ans MIT und erlebte noch die »goldene Phase« der Hackerkultur, die er als freiheitlich-sozialistische begriff: "[Stallman] came to see the lab as the embodiment of

248 Vgl. ebd., S. 130–133; Hafner und Lyon (s. Anm. 47), S. 200 f.

249 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 151.

250 Ebd., S. 424.

251 Gleichwohl scheinen die Hacker in Levys Buch an ihre historische Schranke gelangt zu sein. Richard Stallman wird dargestellt als ein moderner Don Quichotte, der den Fortschritt und die Professionalisierung der Softwareentwicklung bekämpft.

that philosophy, a constructive anarchism which, as Stallman wrote into a computer file once, ‘does not mean advocating a dog-eat-dog jungle. American society is already a dog-eat-dog jungle, and its rules maintain it that way. We [hackers] wish to replace those rules with a concern for constructive cooperation.’²⁵²

Stallman schrieb 1976, unterstützt vom MIT-Hacker Guy Steele, die erste Version des Texteditors Emacs²⁵³, der zunächst eine Sammlung von Makros für den Editor TECO (Tape/Text Editor and COrrector) war (daher der Name »Emacs«: EDITOR MACROS). Der in den 1960er Jahren am Project MAC entwickelte TECO war im wesentlichen eine Programmiersprache mit reichhaltiger Unterstützung von Methoden zur Textmanipulation. TECO war wie der Standard-Unix Editor *ed* zeilenbasiert. Stallmans Emacs wiederum war in TECO geschrieben, aber ähnlich wie Bill Joys *vi* ein visueller Editor. Im Gegensatz zu *vi* unterschied Emacs zusätzlich nicht mehr zwischen einem Kommando- und einem Einfüge-Modus. Emacs zeichnete zudem seine Erweiter- und Veränderbarkeit zur Laufzeit aus. Benutzer konnten neue Funktionen hinzufügen bzw. bestehende verändern, während der Editor lief. Die Änderungen in der Funktionalität waren sofort verfügbar, ein Neustart nicht erforderlich.

Stallman verteilte diesen »Extensible, Customizable Self-Documenting Display Editor«²⁵⁴ unter der Bedingung, daß alle Erweiterungen ebenfalls öffentlich zugänglich gemacht würden: “I called this arrangement ‘the Emacs commune.’ (...) As I shared, it was their duty to share; to work with each other rather than against.”²⁵⁵ In dieser »Emacs commune« sind bereits die GNU General Public License und das Copyleft antizipiert.

Während der originale Emacs wie TECO für das ITS auf der PDP-10 geschrieben war, diente er vielen Editoren auf anderen Computersystemen als Vorbild. Die bekanntesten sind SINE (»SINE Is Not EMACS«), EINE (»EINE Is Not EMACS«) und, für die Lispmaschine, ZWEI (»ZWEI Was EINE Initially«) von Michael McMahon and Daniel Weinreb. Eine Emacs-Version für Multics stammt von Bernard Greenberg. Multics Emacs war in Maclisp, einem im Project MAC entstandenen Lispdialekt, geschrieben.²⁵⁶ Lisp, so stellte sich heraus, bot eine bessere Erweiterbarkeit als

252 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 416.

253 Zu den Anfängen von Emacs vgl. Richard M. Stallman, “EMACS – The Extensible, Customizable, Self-Documenting Display Editor.” In: *Proceedings of the ACM SIGPLAN SIGOA symposium on Text manipulation*. New York: ACM Press, 1981, pp. 147–156.

254 Emacs ist außerordentlich gut dokumentiert. Die Dokumentation, die im *texinfo*-Format vorliegt und sowohl interaktiv im Editor verfügbar ist, wie mittels \TeX in eine druckbare Form gebracht werden kann, beläuft sich bei der aktuellen Version 23.2 auf 4867 Druckseiten, darunter neben »klassischen« Benutzerhandbüchern auch eine Einführung in die Programmierung und eine Referenz der Emacs-eigenen Programmiersprache *Emacs Lisp*. Aus Emacs’ Hilfesystem heraus kann jede seiner Funktionen im Quelltext betrachtet und angepaßt werden. Robert J. Chassel, *An Introduction to Programming in Emacs Lisp*. Revised Third Edition (Emacs 23.2). 3.10. Boston: GNU Press, 2009, S. 141, schreibt gar: “Be sure to install your sources! Without them, you are like a person who tries to drive a car with his eyes shut!”

255 Levy, *Hackers* (s. Anm. 7), S. 216.

256 Vgl. Bernard S. Greenberg, *Multics Emacs. The History, Design and Implementation*. 1979, 1996. URL: <http://www.multicians.org/mepap.html> (besucht am 31. 03. 2006).

die vorherigen Implementierungen.²⁵⁷ James Gosling, der später die Programmiersprache *Java* entwickelte, schrieb 1981 eine Version für Unix, die in C geschrieben war, aber ebenfalls eine an Lisp angelehnte Erweiterungssprache bot.²⁵⁸

Auch am AI-Lab des MIT ging der Trend zu proprietärer Software nicht vorüber. 1982 schaffte sich das Lab eine neue PDP-10 an, auf der als Betriebssystem nicht mehr ITS, sondern DEC's proprietäres Timesharingssystem VMS lief. Um auch nur an eine lauffähige binäre Kopie des Systems (geschweige denn an den Quellcode) zu kommen, mußte der Kunde ein Non-Disclosure Agreement, das heißt ein Geheimhaltungsabkommen, unterzeichnen. "This meant that the first step in using a computer was to promise not to help your neighbor. A cooperating community was forbidden. The rule made by the owners of proprietary software was, 'If you share with your neighbor, you are a pirate. If you want any changes, beg us to make them.'"²⁵⁹

Die goldenen Zeiten einer nach sozialistischen Prinzipien sich austauschenden Gemeinschaft des Teilens schienen unwiederbringlich vorbei zu sein, und Stallman begriff das neue Regime proprietärer Software als Rückfall in ein unethisches, antisoziales System. In einem Interview mit dem Online-Magazin *Telepolis* erzählt Stallman 1999 rückblickend: »1983 gab es auf einmal keine Möglichkeit mehr, ohne proprietäre Software einen sich auf dem aktuellen Stand der Technik befindenden Computer zu bekommen, ihn zum Laufen zu bringen und zu nutzen. Es gab zwar unterschiedliche Betriebssysteme, aber sie waren alle proprietär, was bedeutet, daß man eine Lizenz unterschreiben muß, keine Kopien mit anderen Nutzern austauschen darf und nicht erfahren kann, wie das System arbeitet. Das ist eine Gräben öffnende, schreckliche Situation, in der Individuen hilflos von einem ›Meister‹ abhängen, der alles kontrolliert, was mit der Software gemacht wird. Vielleicht haben viele Leute, die damals mit dem Computern begannen, einfach nur diesen Weg gesehen und ihn akzeptiert.«²⁶⁰

Ende September 1983 kündete Stallman im Usenet das GNU-Projekt an, das sich zum Ziel gesetzt hat, ein freies Betriebssystem zu schaffen: GNU. GNU ist ein rekursives Akronym und steht für »GNU's Not Unix«.²⁶¹ Dieses Betriebssystem sollte nicht die Entwicklung nehmen, die Unix

257 Stallman, »EMACS – The Extensible, Customizable, Self-Documenting Display Editor« (s. Anm. 253), S. 154.

258 Vgl. James Gosling, "A redisplay algorithm." In: *Proceedings of the ACM SIGPLAN SIGOA symposium on Text manipulation*. New York: ACM Press, 1981, pp. 123–129.

259 Richard M. Stallman, "The GNU Operating System and the Free Software Movement." In: *Open Sources. Voices from the Open Source Revolution*. Ed. by Chris DiBona, Sam Ockman, and Mark Stone. Sebastopol, Ca.: O'Reilly, 1999, pp. 53–70, S. 54.

260 Stefan Krempl, »Software muß frei sein! Interview mit Richard Stallman«. In: *telepolis* (19. Mai 1999). URL: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/6/6440/1.html> (besucht am 18. 04. 2005).

261 *Rekursion* ist eines der wichtigsten Konzepte der Informatik und bezeichnet den Aufruf einer Funktion durch sich selbst. »Rekursives Akronym« meint, daß die Abkürzung selbst wieder Teil der Langform ist. In »GNU's Not Unix« steckt ein nicht aufgelöstes »GNU«, welches wiederum auf »GNU's Not Unix« verweist, usw., ad infinitum.

genommen hatte. Es sollte frei sein und frei bleiben. Frei im Sinne der Free Software Foundation bedeutet, daß derjenige, der die Software erhält, sie ganz erhält: mitsamt den Quelltexten, mit dem Recht, diese zu verändern, sogar mit dem Recht, die Software – ob verändert oder nicht – an Dritte weiterzugeben.

Das in den Newsgroups `net.unix-wizards` und `net.usoft` mit dem Betreff »new UNIX implementation« veröffentlichte Posting²⁶² beginnt mit dem emphatischen Aufruf »Free Unix!«:

Free Unix!

Starting this Thanksgiving I am going to write a complete Unix-compatible software system called GNU (for Gnu's Not Unix), and give it away free to everyone who can use it. Contributions of time, money, programs and equipment are greatly needed.

To begin with, GNU will be a kernel plus all the utilities needed to write and run C programs: editor, shell, C compiler, linker, assembler, and a few other things. After this we will add a text formatter, a YACC, an Empire game, a spreadsheet, and hundreds of other things. We hope to supply, eventually, everything useful that normally comes with a Unix system, and anything else useful, including on-line and hardcopy documentation.

GNU will be able to run Unix programs, but will not be identical to Unix. We will make all improvements that are convenient, based on our experience with other operating systems. In particular, we plan to have longer filenames, file version numbers, a crashproof file system, filename completion perhaps, terminal-independent display support, and eventually a Lisp-based window system through which several Lisp programs and ordinary Unix programs can share a screen. Both C and Lisp will be available as system programming languages. We will have network software based on MIT's chaosnet protocol, far superior to UUCP. We may also have something compatible with UUCP.

Who Am I?

I am Richard Stallman, inventor of the original much-imitated EMACS editor, now at the Artificial Intelligence Lab at MIT. I have worked extensively on compilers, editors, debuggers, command interpreters, the Incompatible Timesharing System and the Lisp Machine operating system. I pioneered terminal-independent display support in ITS. In addition I have implemented one crashproof file system and two window systems for Lisp machines.

Why I Must Write GNU

I consider that the golden rule requires that if I like a program I must share it with other people who like it. I cannot in good conscience sign a nondisclosure agreement or a software license agreement.

So that I can continue to use computers without violating my principles, I have decided to put together a sufficient body of free software so that I will be able to get along without any software that is not free.

262 URL: news:771@mit-eddie.UUCP vom 27. 09. 1983.

Unterstützt werden könne das Projekt, fährt Stallman fort, von Computerherstellern durch Spenden von Hardware und Geld sowie von Einzelnen durch Neuschreiben von Unix-Werkzeugen.

Das GNU-Projekt ist der Punkt, an dem die freie Software als bewußte, politische und soziale Bewegung ihren Ausgangspunkt nimmt. Vorher war alle Software gewissermaßen frei gewesen, es war die Regel, nicht die Ausnahme, daß Software mit ihrem Quelltext geliefert wurde und den eigenen Bedürfnissen angepaßt werden konnte. Der Name des Projektes: *GNU's Not Unix* verweist auf diese Vorgeschichte freier Software.

Freie Software zeichnet sich dadurch aus, daß derjenige, der sie besitzt, sie ganz besitzt, und nicht etwa nur ein Nutzungsrecht an ihr. Stallman wendet auf Software/Information die gleichen Prinzipien an wie auf »harte Ware« wie etwa Computer, Autos, Tische, etc., die man nach Belieben (sofern sie einem gehören) auseinandernehmen, verändern, zerteilen, verschenken, verkaufen etc. darf und stellt sich gegen das Prinzip vom »geistigen Eigentum«. Doch verwirft er nicht einfach das Copyright, er dreht es um – ins »Copyleft«: "Copyleft uses copyright law, but flips it over to serve the opposite of its usual purpose: instead of a means of privatizing software, it becomes a means of keeping software free."²⁶³ Freie Software im Sinne von GNU untersteht einer speziellen Lizenz, der *GNU General Public License* (GPL), die dem Besitzer die oben erwähnten Rechte garantiert – und zugleich bestimmt, daß etwaige Kopien ebenfalls unter der GPL weitergegeben werden müssen. Der neue Besitzer erhält die Software ebenfalls mitsamt dem Quellcode, darf diesen verändern und selbst die Software (nach Gutdünken, aber wenn, ebenfalls unter der GPL) weitergeben. Dies soll sichern, daß GNU-Software nicht wie Unix proprietarisiert werden kann: freie Software darf und soll von vielen besessen werden, aber niemandes Eigentum sein.

Die GPL spricht bewußt nicht vom Preis, freie Software darf verkauft werden, es ist ausdrücklich erlaubt, mit ihr Geld zu verdienen. »Free software means freedom, not price«, wird Stallman nicht müde zu betonen: "Since 'free' refers to freedom, not to price, there is no contradiction between selling copies and free software. In fact, the freedom to sell copies is crucial: collections of free software sold on CD-ROMs are important for the community, and selling them is an important way to raise funds for free software development. Therefore, a program that people are not free to include on these collections is not free software."²⁶⁴

Das Betriebssystem, das Stallman vorschwebte, sollte keine komplette Neuentwicklung sein. Ein Betriebssystem ist gewissermaßen das Basisprogramm eines Computers: es spricht die einzelnen Komponenten des Rechners (beim PC etwa Grafikkarte, Soundkarte, Tastatur, Maus, Massenspeicher wie Diskettenlaufwerk und Festplatte) an – sonst müßten alle Anwendungen wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation oder Spiele selbst jeweils die Treiber für die Geräte mitbringen –, stellt den einzelnen Anwendungen Ressourcen (Speicher und Rechenzeit) zur Verfügung, bie-

263 Stallman, »The GNU Operating System« (s. Anm. 259), S. 59. – Der Ausdruck »Copyleft – All Rights Reversed« wurde Mitte der 1980er Jahre von Don Hopkins geprägt. (ebd.)

264 Stallman, »The GNU Operating System« (s. Anm. 259), S. 56.

tet ihnen definierte Programmierschnittstellen und ermöglicht schließlich erst die Interaktion zwischen Mensch und Maschine durch Bereitstellung einer Benutzerschnittstelle (in Form einer Kommandozeile oder einer grafischen Oberfläche). Weiterhin bedarf es noch jener Programme, mit denen erst ein sinnvolles Arbeiten möglich ist. Ein Betriebssystem benötigt ein Mindestmaß an Anwendungen, da sein Betrieb ohne sie nicht nötig ist.

Das Betriebssystem läßt sich in einzelne Komponenten zerlegen. Es gibt Programmbibliotheken, Anwendungen wie z. B. Editoren, kleinere nützliche Programme usw. Auch kann z. B. die Benutzerschnittstelle getrennt als eigenständiges Programm entwickelt werden. Schließlich gibt es dann den Betriebssystemkern, der die Treiber für die jeweiligen Hardwarekomponenten bereithält und die Ressourcen verteilt: den sogenannten »Kernel«. Stallman wollte auf bereits existierende freie Software zurückgreifen, wo immer diese Möglichkeit bestand. So sollte das von Donald Knuth in Stanford entwickelte Textsatzsystem $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ ebenso integriert werden wie später das am MIT entwickelte X Window System.²⁶⁵ Das GNU-System ist somit umfassender als die GNU-Software im engeren Sinne, also die Software, die explizit im Rahmen des GNU-Projekts entwickelt wird.

Im Januar 1984 verließ Stallman das MIT, um sich ganz dem GNU-Projekt zu widmen. Der Schritt war notwendig, weil sonst Stallmans Arbeit Eigentum des MIT geworden wäre. Das AI Lab stellte ihm jedoch weiterhin seine Ressourcen zur Verfügung.²⁶⁶

Das erste Programm, an dem Stallman arbeitete, war eine neue Implementierung seines Texteditors Emacs. GNU Emacs war nun ein eigenständiges Programm, dessen Kern in einer in C geschriebenen Lispmaschine bestand. Die eigentliche Editorfunktionalität war in Lisp geschrieben und daher leicht zu erweitern. Eine erste hinreichend stabile Version erschien Anfang 1985,²⁶⁷ die zunächst noch Code des Gosling Emacs enthielt, der jedoch mit dem Erscheinen von Version 16.56 im Juli 1985 entfernt wurde. Stallman verkaufte Emacs-Kopien für \$ 150, um sich seinen Lebensunterhalt zu finanzieren. "In this way, I started a free software distribution business, the precursor of the companies that today distribute entire Linux-based GNU systems."²⁶⁸ 1991 kam es zu einer Spaltung in der Emacs-Entwicklung, als der Hersteller von Supercomputern Lucid Inc. eine eigene Version veröffentlichte: *Lucid Emacs*.²⁶⁹ Nach dem Konkurs

265 Stallman, »The GNU Operating System« (s. Anm. 259), S. 57.

266 Ebd.

267 Die erste öffentlich freigegebene Version erschien am 20. März mit der Versionsnummer 13. Die Versionen 2 bis 12 hat es jedoch nie gegeben, frühere Versionen wurden nach dem Schema »1.x« numeriert. Nach dem Erscheinen von Version 1.12 wurde jedoch die vorangestellte »1« fallengelassen. Erste weitere Verbreitung fand GNU Emacs mit der Version 15.34, die am 7. Mai 1985 erschien. Eine Zeitleiste von der Geschichte von Emacs findet sich unter URL: <http://www.jwz.org/doc/emacs-timeline.html>.

268 Stallman, »The GNU Operating System« (s. Anm. 259), S. 58.

269 Eine solche Spaltung der Codebasis eines Softwareprojekts wird *fork* genannt. Der Fork zwischen GNU und Lucid Emacs ist einer der berühmtesten in der Geschichte freier Software. Jamie Zawinski, der originale Autor von Lucid Emacs, dokumentiert auf seiner

von Lucid 1994 wurde diese Version in *XEmacs* umbenannt. XEmacs und GNU Emacs sind die heute am meisten benutzten Emacsderivate; die letzten stabilen Versionen GNU Emacs 23.3 und XEmacs 21.4.22 wurden im März 2011 bzw. Januar 2009 veröffentlicht.

Im Oktober 1985 gründete Stallman die *Free Software Foundation* (FSF) als gemeinnützigen Verein zur Mittelbeschaffung. Neben dem Verkauf von GNU-Software und Dokumentation finanziert sich die FSF aus Spendengeldern.²⁷⁰ Sie leistet Lobbyarbeit und finanziert die Entwicklung freier Software. So wurde u. a. mit der GNU C-Bibliothek, dem GNU C Compiler (GCC) und dem Kommandozeileninterpreter BASH die Entwicklung von drei Standardbausteinen praktisch jedes späteren Linux-systems finanziert.²⁷¹

Tatsächlich hatte es die FSF bis Anfang der 1990er Jahre geschafft, ein fast komplettes Betriebssystem zu entwickeln: es existierten diverse Benutzerschnittstellen, Programmbibliotheken, eine C-Bibliothek, Compiler, Editoren, Tools etc. Allein der eigentliche Betriebssystemkern fehlte. Das GNU-Projekt mußte zu dieser Zeit noch auf einen proprietären Kernel zurückgreifen.

Der Kernel ist der zentrale Bestandteil eines Betriebssystems, sein Kern. Er ist dafür zuständig, von der zugrundeliegenden Hardware zu abstrahieren und bietet Anwendungsprogrammen standardisierten Zugang zu dieser und zu anderen Prozessen (Programmen, die gerade ablaufen). Alle weiteren Softwarebestandteile bauen auf dem Kernel auf. Zu seinen Aufgaben zählt es, eine Schnittstelle zu Anwenderprogrammen bereitzustellen sowie den Zugriff auf die Ressourcen, insbesondere Prozessor, Speicher, Festplatten, Netzwerk, Grafikkarte, zu kontrollieren und sie auf die einzelnen Anwenderprogramme zu verteilen. Entsprechend muß er in der Lage sein, etwaige Zugriffskonflikte (zwei Programme wollen gleichzeitig auf eine Ressource zugreifen) aufzulösen. Auch ist der Kernel für die Überwachung von Zugriffsrechten auf Dateien und Geräte bei Mehrbenutzersystemen zuständig.

Im wesentlichen unterscheidet man zwei verschiedene Architekturansätze. In einem »monolithischen Kernel« sind praktisch alle oben genannten Betriebssystemfunktionen direkt eingebaut, »Mikrokern« enthalten weniger Funktionen. Die Betriebssystemfunktionen werden hier durch eigenständige Serverprozesse bereitgestellt, die als Anwendungsprogramme

Website die Auseinandersetzung infolge des Forks: Jamie Zawinski, *The Lemacs/FSFmacs Schism*. 2000. URL: <http://www.jwz.org/doc/lemacs.html> (besucht am 01. 04. 2006). – fork ist auch der Name eines zentralen Unix-Systemaufrufs, der eine Kopie des laufenden Prozesses erstellt.

270 Zur ursprünglich sozialistischen Salär-Struktur der FSF vgl. oben, Anm. 5 auf Seite 66.

271 Die C-Standardbibliothek stellt die Grundfunktionen der Sprache C zur Verfügung und wird von jedem Unix-Programm vorausgesetzt. Die Entwicklung einer GNU-Variante stellte daher eine Voraussetzung für ein freies System dar. Ein Kommandozeileninterpreter ist die Benutzerschnittstelle (Shell) auf Unix-Systemen. Die 1977/78 von Stephen Bourne entwickelte *Bourne Shell* erweiterte die ursprünglich von Kenneth Thompson geschriebene Unix-Shell, und eine Bourne-kompatible Shell ist bis heute Standard auf Unix-Systemen. Praktisch alle neueren Shells sind konzeptionelle Erweiterungen der Bourne Shell – so auch die Bourne Again Shell (BASH).

auf Nutzerebene (sogenannte »Dämonen«) implementiert sind. Aufgabe des Kernels ist lediglich die Prozeßverwaltung und die Koordinierung der Kommunikation und Interaktion der verschiedenen Dämonen. Während der Mikrokern der Theorie nach ein schlankeres und leichter zu wartendes Programm ist, ergibt sich doch in der Praxis aufgrund der erforderlichen Kommunikationskoordinierung eine enorme Komplexität, die nur schwer zu handhaben ist. Doch gibt es auch klare Vorteile, die nicht von der Hand zu weisen sind: Mikrokern bieten ein klares Interface und separierte Komponenten, womit einzelne Bestandteile leicht entfernt oder ausgetauscht werden können, ohne daß dadurch andere Teile beeinträchtigt würden. Da die einzelnen Dämonen als nichtprivilegierte Prozesse auf Nutzerebene ausgeführt werden, führt der Absturz eines einzelnen in der Regel nicht zum Absturz des Gesamtsystems.

Das ursprüngliche Unix besaß einen monolithischen Kern, doch jüngere Betriebssystementwicklungen setzten praktisch alle auf das elegantere Konzept einen Mikrokernels. Auch im Rahmen des GNU-Projekts wurde versucht, den Kernel als Mikrokern zu implementieren. Grundlage für die meisten Mikrokern der Zeit war der »Machkernel«. Mach – der Name geht zurück auf den österreichischen Physiker und Philosophen Ernst Mach²⁷² – wurde im Rahmen eines von der DARPA finanzierten Forschungsprojekts von 1985 bis 1994 an der Carnegie-Mellon University entwickelt. Anlaß für die Entwicklung eines Unix-Mikrokernels war das enorme Wachsen des Umfangs der Unix-Kernelquellen, das aus dem anfangs schlanken Unix einen nur noch schwer wartbaren Moloch gemacht hatte.²⁷³

Auch das GNU-System sollte auf dem Machkernel aufsetzen. Der geplante GNU HURD sollte aus einer Ansammlung von Servern oberhalb des Mach Mikrokernels bestehen: "the GNU HURD is a collection of servers (or 'herd of gnus') that run on top of Mach, and do the various jobs of the Unix kernel."²⁷⁴ GNU HURD ist bis heute nicht fertiggestellt. An ihm wird zwar bereits seit Mitte der 1980er Jahre gearbeitet, doch befindet er sich bis zum heutigen Tag in der Entwicklung und ist noch nicht aus einem experimentellem Stadium herausgekommen.²⁷⁵

272 Zwar läßt sich in der mir bekannten Literatur kein Hinweis auf Ernst Mach finden, doch hieß der ftp-Server, auf dem die Forschungsprojekte dokumentiert wurden, `ernst.mach.cs.cmu.edu`. – Zu Ernst Mach siehe unten, Kapitel 9.3 auf Seite 324 ff.

273 "The spectacular growth in size of the Berkeley UNIX kernel over the last few years has made it apparent that continued expansion of UNIX functionality threatens to undercut the advantages of simplicity and modifiability which made UNIX an attractive operating system alternative for research and development. (...) The goal (...) is a substantially less complex and more easily modifiable basic operating system." (Mike Accetta et al., "Mach: A new Kernel Foundation For UNIX Development." In: *USENIX Association, Summer Conference Proceedings 1986, June 9–13*. Atlanta, Georgia USA, 1986, pp. 93–112.)

274 Stallman, »The GNU Operating System« (s. Anm. 259), S. 63. – »HURD« ist ein komplexes rekursives Akronym, es steht für »HIRD of Unix-replacing daemons«. »HIRD« wiederum wird zu »HURD of interfaces representing depth« aufgelöst.

275 Richard Hillesley, *GNU HURD: Veränderte Visionen und verworfene Versprechen*. heise open. 28. Juli 2010. URL: <http://www.heise.de/-1046753> (besucht am 08.08.2010), liefert einen kurzen Überblick über die Geschichte von HURD und Verweise auf weiterführende Literatur.

2.7 LINUX

Mit dem GNU-System und der technologischen Weiterentwicklung des IBM(-kompatiblen) PC war Anfang der 1990er Jahre eine offene Infrastruktur geschaffen, die letztlich nur noch zusammengeführt werden mußte. Die zentrale Rolle in diesem Prozeß spielte der junge finnische Informatikstudent Linus Torvalds. Am 25. August 1991 gab Torvalds im Usenet bekannt, daß er an einem Unix-ähnlichem Betriebssystem für PCs arbeite. Er stellte in der Newsgroup `comp.os.minix`, die sich mit dem für IBM-kompatible PCs erhältlichen, aber in seiner Funktionalität stark limitierten Lehrbetriebssystem MINIX des in den Niederlanden lehrenden Informatikprofessors Andrew S. Tanenbaum befaßte, die Frage »What would you like to see most in minix?«²⁷⁶

Hello everybody out there using minix -

I'm doing a (free) operating system (just a hobby, won't be big and professional like gnu) for 386(486) AT clones. This has been brewing since april, and is starting to get ready. I'd like any feedback on things people like/dislike in minix, as my OS resembles it somewhat (same physical layout of the file-system (due to practical reasons) among other things).

I've currently ported bash(1.08) and gcc(1.40), and things seem to work. This implies that I'll get something practical within a few months, and I'd like to know what features most people would want. Any suggestions are welcome, but I won't promise I'll implement them :-)

Linus (torvalds@kruuna.helsinki.fi)

PS. Yes - it's free of any minix code, and it has a multi-threaded fs. It is NOT portable (uses 386 task switching etc), and it probably never will support anything other than AT-harddisks, as that's all I have :-)

Im nächsten Monat gab Torvalds die Quellen als Linux version 0.01 heraus und stellte sie ins Netz.²⁷⁷ Linux war ein monolithischer Kernel; Torvalds, der die Entwicklung zunächst als Hausaufgabe eines Seminars über Unix sowie als Erkundung der Fähigkeiten des i386-Prozessors seines neuen Rechners betrachtete, hatte gar nicht erst versucht, ein Projekt von der Größenordnung der Entwicklung eines Mikrokernels anzugehen.²⁷⁸ Doch bestand gerade in der anfänglichen Bescheidenheit die Möglichkeit seines späteren Erfolgs. Auch hatte Torvalds auf bereits vorhandene

²⁷⁶ URL: news:1991Aug25.205708.9541@klaava.Helsinki.FI.

²⁷⁷ Torvalds wollte sein System ursprünglich »Freax« nennen. Ari Lemke, der Administrator der ftp-Seite, auf der die Quellen zuerst veröffentlicht wurden, gab dem Verzeichnis jedoch kurzerhand den Namen `pubOS/Linux`. (Vgl. Linus Torvalds und David Diamond, *Just for Fun. Wie ein Freak die Computerwelt revolutionierte*. München und Wien: Carl Hanser, 2001, S. 97.)

²⁷⁸ Was zu einer Kontroverse zwischen Tovalds und dem an der Freien Universität Amsterdam lehrenden Informatikprofessors und Entwickler des Lehrbetriebssystems *Minix* Andrew S. Tanenbaum führte. Tanenbaum veröffentlichte in der Newsgroup `comp.os.minix` einen Artikel mit dem Titel *Linux is obsolete*. Die Debatte ist dokumentiert unter URL: <http://www.educ.umu.se/~bjorn/mhonarc-files/obsolete/> (besucht am 03.02.2010).

Entwicklungen zurückgreifen können. Er hatte den GNU-Kommandozeileninterpreter BASH und die GNU Compiler Collection (GCC) bereits zum Laufen gebracht. Er griff also auf die Vorleistung des GNU-Projekts zurück; ohne diese wäre ein Versuch, einen eigenen Betriebssystemkern zu entwickeln, von vornherein zum Scheitern verurteilt gewesen. Die Entscheidung, die Quellen des neuen Betriebssystems ins Netz zu stellen, kommentierte Torvalds später als quasi selbstverständlichen Akt: »Letztendlich war es keine große Entscheidung für mich, es ins Internet zu stellen. Ich war daran gewöhnt, Programme auf diesem Weg auszutauschen. Die einzige wirkliche Frage für mich war: Wann ist der Punkt erreicht, an dem ich es den Leuten mit einem gutem Gefühl zeigen kann. Oder genauer gesagt: Wann ist es gut genug, daß ich mich nicht dafür zu schämen brauche?«²⁷⁹

Daß die freie Verfügbarkeit der Quellen einer Software zu dieser Zeit bereits wieder Teil einer Softwarekultur geworden war, ist sicherlich nicht zuletzt dem GNU-Projekt zu verdanken. Jedoch war es nicht bloß dieser kulturelle Hintergrund, vor dem Torvalds die Quellen veröffentlichte, sondern zugleich eine politische Überlegung. Die ursprüngliche Lizenz des Linux-Kernels (bis 0.11) war explizit antikommerziell und verbot den Verkauf von Kopien:

```
This kernel is (C) 1991 Linus Torvalds, but all or part of it may
be redistributed provided you do the following:
-Full source must be available (and free), if not with the
distribution then at least on asking for it.
-Copyright notices must be intact. (In fact, if you distribute
only parts of it you may have to add copyrights, as there aren't
(C)'s in all files.) Small partial excerpts may be copied
without bothering with copyrights.
-You may not distribute this for a fee, not even "handling" costs.
```

Torvalds betont den politischen Charakter seiner Wahl einer freien Lizenz in seiner Biographie ausdrücklich. Zum einen stellt er sich in die Tradition des »Wissenskommunismus der Wissenschaften« (Robert K. Merton), zum anderen führt er die Entscheidung auf die Beeinflussung durch die politische Anschauung seines kommunistischen Vaters zurück. »Als ich Linux erstmals ins Internet stellte, hatte ich das Gefühl, in die jahrhundertealten Fußstapfen der Wissenschaftler und Forscher zu treten, die ihre Arbeit auf den Grundfesten anderer aufsetzen – auf den Schultern von Giganten, um mit Isaac Newton zu sprechen. Ich machte meine Arbeit nicht nur zugänglich, damit andere einen Nutzen daraus ziehen konnten, ich wollte auch etwas für mich: Feedback (okay, und Anerkennung). Ich sah keinen Sinn darin, Leuten Geld abzuknöpfen, die mir möglicherweise helfen konnten, meine Arbeit zu verbessern. (...) Und ja, ich hätte die ganze Kein-Geld-Sache zweifellos anders angepackt, wenn ich nicht unter dem Einfluß meines Großvaters, einem eingefleischten Akademiker, und meines Vaters, einem eingefleischten Kommunisten, erzogen worden wäre.«²⁸⁰

²⁷⁹ Torvalds und Diamond (s. Anm. 277), S. 95.

²⁸⁰ Ebd., S. 103.

Torvalds war und ist wichtig, daß seine Entwicklung nicht in irgendeiner Weise proprietarisiert wird. Er wollte, daß die Verbesserungen, die andere am Quellcode vornahmen, wieder zurückflossen; und dies schien ihm am ehesten durch eine nicht-kommerzielle Lizenz zu gewährleisten sein: »Ich wollte immer Zugriff auf den Quellcode haben und Verbesserungen, die andere vornahmen, selbst nutzen zu können. Nach meiner Überzeugung hatte Linux die beste Chance, sich zu einem optimalen technischen System zu entwickeln, wenn ich ihm seine Reinheit bewahrte. Wenn Geld ins Spiel kam, würde die Sache undurchsichtig werden. Aber wenn du gar nicht erst zuläßt, daß Geld ins Spiel kommt, hältst du dir gierige Leute vom Leib.«²⁸¹

Anfang Oktober 1991 wurde die Version 0.02 freigegeben, im November Version 0.03. Um Linux zu installieren, mußte man es zunächst kompilieren. Und kompilieren mußte man es unter Tanenbaums Lehrbetriebssystem Minix. Das erste Linux, das zum Kompilieren nicht mehr auf Minix angewiesen war, gab Torvalds Ende November als Version 0.10 frei, kurz darauf gefolgt von der Version 0.11.

Die im Januar 1992 freigegebene Version 0.12 enthielt Eigenschaften, die Minix nie besessen hatte. Linux wurde zu einer Alternative zu Minix und schien sich zu einem ernsthaften Unix-Klon entwickeln zu können. Doch wurde die antikommerzielle Lizenz immer mehr zu einem ernsthaften Problem, weil sie selbst die Distribution gegen eine Aufwandsentschädigung ausschloß. Niemand konnte zu Treffen einer Unix-User-Group einige Disketten mit den Linux-Quellen mitbringen und gegen die Erstattung bloß des Diskettenpreises verteilen, ohne gegen die Lizenz zu verstoßen. Torvalds beschloß, für die Version 0.12 die GNU GPL als Lizenz zu wählen: »Um Linux nutzbar zu machen, hatte ich mich auf eine Menge Tools verlassen, die frei über das Internet verteilt worden waren – ich hatte mich auf die Schultern von Giganten gehievt. Das wichtigste dieser frei zugänglichen Programme war der GCC-Compiler gewesen. Das Urheberrecht an ihm wurde nach der General Public License geschützt, die weltweit als GPL (oder das ›Copyleft‹) bekannt und ein geistiges Produkt von Richard Stallman ist. (...) Deshalb verwarf ich mein altes Copyright und übernahm die GPL, ein Dokument, das Stallman verfaßt hatte und von Anwälten hatte überprüfen lassen.«²⁸²

Daß die GPL kommerzielle Distribution ausdrücklich erlaubt, macht sicherlich einen großen Teil ihres Erfolges aus. Die GPL ist nicht anti-kommerziell. Kommerzielle Verwertung wird nicht untersagt, lediglich eine privatisierende In-Besitznahme. Die GPL stellt sicher, daß nicht Entwicklungen, die nach dem Willen ihrer Schöpfer als Gemeingut zur Verfügung stehen sollen, von Einzelnen proprietarisiert und quasi »eingehegt« werden können. Wer sich in den durch die GPL konstituierten Bereich der Commons begibt, muß nach ihren Regeln spielen.

Im Frühjahr 1992 portierte Orest Zborowski das am MIT entwickelte grafische X Window System für Linux. Da das X Window System auf

²⁸¹ Ebd., S. 104.

²⁸² Ebd., S. 105.

einer Netzwerkarchitektur aufbaut, mußte Zborowski Domain Sockets in Linux implementieren, die zugleich die prinzipielle Möglichkeit einer Netzwerkfähigkeit von Linux nahelegten, und Torvalds entschloß sich, im März die nächste Version als 0.95 freizugeben – die Fertigstellung eines ausgewachsenen, netzwerkfähigen Betriebssystems (die Version 1.0) schien nun nahe zu sein. Im Oktober 1992 gab Peter Macdonald die erste Linux-Distribution, das Softlanding System (SLS) heraus, mit der die Installation eines Linux-Systems möglich war, ohne sich zuvor alle benötigten Quellen und Treiber aus dem Internet zu besorgen. Die Implementierung des TCP/IP-Protokolls und des Netzwerkstacks erwies sich indes als schwieriger als gedacht, und die stabile Version Linux 1.0 erschien erst zwei Jahre nach der Version 0.95 – im März 1994. Im selben Monat erschien auch die erste Ausgabe des *Linux Journal*, die u. a. ein Interview mit Linus Torvalds enthielt. Ein Jahr später, im März 1995, wurde die nächste stabile Version 1.2 freigegeben. Der Kernel hatte mittlerweile einen Umfang von 250 000 Zeilen Code erreicht, es gab mit dem *Linux Journal* eine internationale Zeitschrift, die sich vorrangig mit Linux beschäftigte und 10 000 Leser hatte, und Linux war auf Intel-, DEC-Alpha- und Sun-Sparc-Prozessoren lauffähig.²⁸³ Im Mai 1996 erschien Linux 2.0, im Januar 1999 Linux 2.2, im Januar 2001 Linux 2.4 und im Dezember 2003 die gegenwärtige stabile Version Linux 2.6. Mit dieser Version wurde zugleich ein neues Entwicklungsmodell eingeführt und von der vorherigen Unterscheidung zwischen einer Test- (mit ungeraden Majorrelease-Ziffern: 2.1, 2.3 und 2.5 waren Entwicklungsserien) und einer stabilen Kernelserie zu einer fortlaufenden Entwicklung innerhalb der 2.6er Serie übergegangen.²⁸⁴

Im Juni 2003 wurde Linus Torvalds Fellow der Non-Profit-Organisation *Open Source Development Labs* (OSDL), die sich im Januar 2007 mit der *Free Standards Group* zur *Linux Foundation* zusammenschloß.²⁸⁵ Im September 2010 gehörten der Linux Foundation 70 Mitglieder an, u. a. Adobe, AMD, Dell, Fujitsu, Google, HP, IBM, Intel, NEC, Nokia und Oracle. Torvalds arbeitet dort weiterhin an der Entwicklung des Linux-Kernels. Dabei ist die Linux Foundation ihm aber nicht weisungsbefugt, ausdrücklich arbeitet er unabhängig.

Jede Änderung am Kernel geht durch Torvalds Hände und wird von ihm persönlich abgesegnet. Die Änderungen von Version zu Version sind dabei sehr umfangreich: mit jeder der etwa alle 80 bis 90 Tage erscheinenden neuen stabilen Versionen kommen üblicherweise einige hunderttausend neue Zeilen Quellcode hinzu. Unterstützt wird er dabei

283 Vgl. Torvalds und Diamond (s. Anm. 277), S. 143.

284 Zum gegenwärtigen Entwicklungsprozeß des Linux-Kernels vgl. auch Thorsten Leemhuis, »Gelenktes Chaos. Wie der Linux-Kernel weiterentwickelt wird«. In: *c't* 7 (2010), S. 164–169. Nach dem Erscheinen von 2.6.39 veröffentlichte Torvalds im Juli 2011 die folgende Version als 3.0, weil "it will get released close enough to the 20-year mark, which is excuse enough for me, although honestly, the real reason is just that I can no longer comfortably count as high as 40." (<http://thread.gmane.org/gmane.linux.kernel/1147415>). Am Entwicklungsmodell hat sich durch den Versionssprung jedoch nichts geändert, lediglich die Numerierung: Statt 2.6.x ist das Schema nunmehr 3.x.

285 URL: <http://www.linuxfoundation.org>.

von Subsystem-Maintainern wie Greg Kroah-Hartman, der u. a. für das experimentelle Treiber- (Staging) und das USB-Subsystem zuständig ist, Ingo Molnár (x86-Architecture, Scheduler, Locking) und anderen. Die Entwicklung wird koordiniert über mehrere offene Mailverteiler, die jeder Interessierte abonnieren kann. Die zentrale Koordinierungsinstanz ist die *Linux Kernel Mailinglist* (LKML), über die täglich etwa 400 Nachrichten laufen.

Zur Kernelentwicklung haben nach einer Studie der Linux Foundation zwischen den Versionen 2.6.11 und 2.6.35 6117 Entwickler aus 659 Firmen beigetragen. Doch gibt es darunter einige wenige Hacker, die sehr viel Code beitragen. Ca. ein Drittel der Entwickler lieferte nur genau einen Patch, während auf die 10 involviertesten Hacker zehn Prozent der Veränderungen der letzten fünfzehn Jahre zurückgehen. Die 30 aktivsten Kernel-Hacker verantworteten knapp 22 % der Änderungen.²⁸⁶ Lediglich 19–25 % der Kernel-Hacker arbeiten unbezahlt in ihrer Freizeit am Kernel, der Rest wird zumindest teilweise dafür entlohnt. Die fünf wichtigsten Firmen (gemessen an der Zahl ihrer Beiträge) sind dabei die Linux-Distributoren Red Hat und Novell (Suse), IBM, Intel sowie Oracle/Sun.²⁸⁷ Doch ist der Einfluß der Industrie auf die Entwicklung des Kernels begrenzt: Auch wenn der Großteil der Kernel-Hacker von Firmen beschäftigt werden, arbeiten sie weiterhin unabhängig an den sie interessierenden Teilbereichen.²⁸⁸ In der Regel übersteigt der firmenbezogene Anteil der Arbeitszeit nicht 30 % der bezahlten Gesamtarbeitszeit. Linux-Distributoren wie Red Hat oder Suse, deren Haupteinnahmequelle Supportverträge mit (industriellen) Endkunden sind, müssen schnellstmöglich Fehler im Kernel beheben können. Jedoch kann niemand, der sich ausschließlich auf das Finden und Beheben von Bugs konzentriert, das für diese Tätigkeit nötige Wissen erwerben oder auch nur behalten: der Linux-Kernel ist längst zu komplex und entwickelt sich in immenser Geschwindigkeit weiter. Viele Firmen und wissenschaftliche Institute beschäftigen aus dem gleichen Grund Kernel-Hacker. Und auch für Firmen, die sich neue Funktionen im Linux-Kernel wünschen, ist es sinnvoll auf unabhängige Kernel-Hacker zurückzugreifen: Zahlreiche von der Industrie eingebrachte Änderungen werden von Torvalds abgelehnt, wenn es sich nach seiner oder der anderer wichtiger Entwickler Meinung um technisch minderwertige Lösungen handelt.²⁸⁹ Die Chance eines Projekts auf Integration in den offiziellen Kernel ist dann am größten (wenn

286 Vgl. Greg Kroah-Hartman, Jonathan Corbet, and Amanda McPherson, *Linux Kernel Development. How Fast it is Going, Who is Doing It, What They are Doing, and Who is Sponsoring It*. The Linux Foundation, Dec. 2010. URL: http://www.linuxfoundation.org/docs/lf_linux_kernel_development_2010.pdf (besucht am 22. 01. 2011), S. 10 f.

287 Vgl. ebd., S. 12 ff.

288 Die folgenden Ausführungen gehen zurück auf zahlreiche Gespräche zwischen Dezember 2010 und Mai 2011, die ich mit Tejun Heo, einem der profiliertesten Kernel-Hacker, geführt habe.

289 Als Beispiel mag die Virtualisierungslösung *Xen* dienen, auf deren Integration mehrere Unternehmen hingearbeitet haben. Bis heute wird das jedoch von Torvalds und anderen wichtigen Kernel-Hackern blockiert, die die Qualität des Codes bemängeln. Stattdessen wurde recht schnell das alternative *KVM* aufgenommen, das von vielen Entwicklern als

auch nicht garantiert), wenn ein erfahrener und mit den Gepflogenheiten der Entwicklergemeinde vertrauter Kernel-Hacker damit betraut ist. Die Entwicklung des Kernels verläuft so weitgehend unabhängig von unmittelbarer Einflußnahme der Industrie, die bestenfalls Anreize setzen und das Augenmerk der Hacker auf bestimmte Bereiche verstärken kann.

Mittlerweile (Version 3.0) besteht der Linux-Kernel aus über 14 700 000 Codezeilen. Dabei ist er aufgrund seiner Offenheit extrem portabel und läuft auf 17 verschiedenen Prozessorarchitekturen – nur NetBSD unterstützt mehr. Die freie Linux-Distribution Debian unterstützt davon gegenwärtig offiziell elf (inoffiziell noch mehr). Zum Vergleich: Microsoft hat für sein Windows-Betriebssystem die ursprüngliche Unterstützung für DEC's Alpha-Prozessoren aufgegeben, zeitweilig wurde nur Intel's x86-Architektur unterstützt. Seit dem 2006/2007 veröffentlichten Windows Vista gibt es Versionen für die 64 Bit-Prozessoren von Intel und AMD.

elegantere Lösung angesehen wurde und das in enger Zusammenarbeit mit der Community entstand.

ZUSAMMENFASSUNG

In den ersten beiden Kapiteln wurde die Geschichte der Maschine und die Geschichte der modernen Computer und Netzwerke im Kontext der Hackerbewegung nachgezeichnet.

Die Maschine entsteht mit dem Aufkommen der Arbeitsteilung und der Trennung von Konzeption und Durchführung. Die Maschine entfaltete unter dem mesopotamischen und ägyptischen Königstum ihre erste große Wirksamkeit, ihre einzelnen Glieder waren Menschen, die dem Kommando einer außer ihnen stehenden Gewalt unterworfen waren – der Einsatz von Technik im heutigen Sinne kommt der Maschine nicht notwendig zu, die Menschen selbst können mechanisiert und die Herrschaftsverhältnisse von Menschen über Menschen in der Maschine verdinglicht werden. Der Ausdruck »Militärmaschinerie« vermittelt einen guten Eindruck von der massierten Gewalt, die von dieser Maschine ausgeht und die sowohl nach außen wie nach innen wirkt. Die von Lewis Mumford in seinem Buch *Mythos der Maschine* geschilderte Megamaschine bestand »aus einer Vielzahl gleichartiger, spezialisierter, auswechselbarer, aber funktional differenzierter Teile, streng geordnet und koordiniert in einem zentral gelenkten und organisierten Prozeß: Jeder Teil verhielt sich als mechanische Komponente des mechanisierten Ganzen.«²⁹⁰

Die Megamaschine stellt den Archetypus der Manufaktur dar. Mit dem Aufkommen des Kapitalismus entwickelt das Manufakturwesen die Teilung der Arbeit innerhalb eines Arbeitsprozesses. Der Herstellungsprozeß wird zerrissen, aufgeteilt in eine Vielzahl von einzelnen Verrichtungen und ausgeführt von verschiedenen Arbeitern. So produziert die Arbeitsteilung innerhalb des Betriebes zerrüttete Arbeiter, die den Produktionsprozeß nicht mehr zu überschauen vermögen – »halbe Idioten«²⁹¹, »die von Natur nur zu einseitiger Sonderfunktion taugen«²⁹², wie Marx es ausdrückte. Das Wissen, das die Produzenten verlieren, konzentriert sich ihnen gegenüber im Kapital; dieser Enteignungsprozeß vollendet sich in der »wissenschaftlichen Betriebsführung« Frederick W. Taylors, die mittels konsequenter Anwendung von Prinzipien der Mechanik den Arbeitsprozeß möglichst vollständig zu kontrollieren sucht. Der Arbeiter soll dem Ideal der »wissenschaftlichen Betriebsführung« nach zur Maschine werden, zum bloßen Ausführungsorgan des im Kapital konzentrierten Produktionswissens.

Hervorzuheben ist hierbei, daß es bei diesem ökonomisch als Scheidung der Arbeiter von den Produktionsmitteln zu betrachtenden Prozeß primär um die Trennung der Konzeption vom Ausführungsprozeß han-

290 Lewis Mumford, *Mythos der Maschine. Kultur, Technik und Macht*. Wien: Europa, 1974, S. 228.

291 Karl Marx, *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Erster Band. Buch I: Der Produktionsprozeß des Kapitals*. MEW Bd. 23. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 383.

292 Ebd., S. 369.

delt; ein Vorgang, der durchaus von der Teilung von Kopf- und Handarbeit zu unterscheiden ist, da auch geistige Operationen der Arbeitsteilung unterworfen werden können. Charles Babbage, der als direkter Vorgänger von Taylor betrachtet werden kann, gilt auch der menschliche Verstand als prinzipiell durch Maschinen ersetzbar. Nachdem er das Fabrikssystem einer umfassenden Untersuchung unterzogen hatte²⁹³, ging er die Mechanisierung des menschlichen Verstandes mit den Methoden der Industrialisierung an: Teilung der Arbeit in Einzelschritte (Algorithmisierung) und deren Übertragung auf Maschinen (Automatisierung). Seine Differenzmaschine und später die Analytische Maschine sind Vorläufer der modernen Computer, die diesen bereits sehr stark ähneln – die Analytische Maschine gilt gar als der erste Universalrechner überhaupt, da sie bereits alle Bestandteile eines modernen Computers enthält.

In der großen Industrie stellt die Maschine die Grundlage der industriellen Produktion dar. An die Stelle des Gesamtarbeiters, der in der Manufaktur die gesonderten Detailoperationen der Teilarbeiter zumindest ideell wieder zusammenfaßt, tritt ein Mechanismus, der die verschiedenen Arbeitsmaschinen integriert. Diese folgen einem wissenschaftlich definierten Programm, der einzelne Arbeiter wird noch des letzten Rests seiner Autonomie im Produktionsprozeß beraubt. Marx erwartete mit dieser Totalisierung der Verhältnisse zugleich ihren Umschlag – meines Erachtens ein fataler Irrtum.

Daß alle Arbeit unter dem industriellen System der fabrikmäßigen Teilung unterworfen wird, läßt sich anhand der Entwicklung der Rechenmaschinen zeigen. Die universale Rechenmaschine entstand im Kontext der fabrikmäßigen Organisation der Arbeit, wie an der Entwicklung des Begriffs des Algorithmus deutlich wird. Dem von Alan Turing geführten Nachweis der Möglichkeit einer universellen Rechenmaschine liegt die Vorstellung eines Menschen zugrunde, der eine Reihe von Instruktionen exakt und unbekümmert um ihren Sinngehalt befolgt – Turing sprach von ihm als einer »Papiermaschine« – und so einen elektronischen Rechner emuliert.

Die Vision der universellen Maschine ist also untrennbar mit einer reduktionistischen Sichtweise des Menschen verknüpft. Dieser kastrierte Mensch wird bald für den ganzen gehalten – der Mensch gilt prinzipiell als durch Maschinen vollständig ersetzbar. Er wird von der dem industriellen System inhärenten instrumentellen Vernunft als ein bloßes Objekt betrachtet, das von einem klar definierten Zustand in einen anderen, ebenso klar definierten gebracht werden soll. Der Mensch stellt unter dem Gesichtspunkt einer reinen Zweck–Mittel–Rationalität lediglich eine imperfekte Maschine dar. Umgekehrt sollte es daher nicht schwer sein, die Maschine zum Menschen zu machen. Bereits Turing verteidigte 1950 in einem Aufsatz mit dem Titel »Computing Machinery and Intelligence« die Erforschung Künstlicher Intelligenz und entwickelte den

293 Charles Babbage, *Die Ökonomie der Maschine* (1832). Mit einem Vorwort von Peter Brödner. Erweiterte und redigierte Fassung auf Grundlage der Übersetzung von G. Friedenbergs aus dem Jahr 1833. Berlin: Kadmos, 1999.

nach ihm benannten Test zur Entscheidung der Intelligenz eines Computerprogramms – ein Test, der heute, mehr als 50 Jahre nach seiner Formulierung, immer noch als Prüfstein gilt, ob einer Maschine Intelligenz zugeschrieben werden kann. In den Laboratorien für künstliche Intelligenz wurde genau das Projekt der Erschaffung einer künstlichen Intelligenz (erfolglos) angegangen.

Ausgerechnet an einem dieser Orte, im AI-Lab des MIT, entsteht mit der Hackerkultur eine Bewegung, die sich die entmenschlichten Maschinen in einem kreativen Prozeß wieder anzueignen sucht. Computer werden wieder als Werkzeuge für Menschen gedacht, die unter Kontrolle der Individuen stehen und ein unmittelbares Feedback geben sollen – unerhörte Vorstellungen im Zeitalter der sogenannten »Mainframes« und des »Batch-Processing«, der Stapelverarbeitung, bei dem ein Benutzer sein am heimischen Schreibtisch auf Papier entwickeltes und danach in Lochkarten gestanztes Programm dem Systemoperator übergibt, der es auf dem Großrechner laufen läßt und das Ergebnis (zumeist das Protokoll eines Absturzes) als Papiausdruck dem Benutzer übergibt. Die Hacker dagegen hatten die Vision eines interaktiven Umgangs mit Computern. Um den Computer herum entwickelten sie eine eigene Ethik, die eine neue Form von Gesellschaft und menschlichem Miteinander konstituieren sollte. Ausdruck dieser Herangehensweise an Computer sind das Internet, der Personal Computer und die Konzepte moderner Betriebssysteme.

Das Internet basiert auf dem offenen Protokoll TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*), und nahezu alle Standards liegen als *Request for Comment* (RFC) vor und verdanken ihre Existenz öffentlichen Diskussionen. Dies rührt daher, daß die Entstehung des Internets eng mit den Universitäten verbunden ist. Seine Anfänge hat das Internet im Jahre 1969, die Kommerzialisierung beginnt erst sehr viel später – Bill Gates hat das Internet bekanntermaßen erst 1995 »entdeckt«.²⁹⁴

Federführend beim Aufbau und gleichzeitig Namensgeber des Netzes war die *Advanced Research Projects Agency* (ARPA) des US-Verteidigungsministeriums. Doch ist das *Arpanet* als akademisches Forschungsprojekt entstanden und hatte immer einen ebenso offenen wie öffentlichen Charakter. Mit Hilfe des Arpanets waren die Wissenschaftler in der Lage, Computerdaten und -programme auf fremden Rechnern über weite Entfernungen direkt zu nutzen und diese Rechner ihren Wünschen entsprechend zu steuern.

Die dezentrale Struktur des Netzes machte eine Erweiterung sehr einfach. Solange neu hinzukommende Maschinen nur die paketorientierte »Sprache« dieses neuen »anarchischen« Netzwerks beherrschten, war es gleichgültig, wem sie gehörten, welchen Inhalt sie hatten, oder wie ihr

294 Bill Gates, *The Internet Tidal Wave*. Microsoft Internal Memorandum to Executive Staff and Direct Reports. Made publicly available at United States Department of Justice. United States vs. Microsoft Trial Exhibits. May 25, 1995. URL: <http://www.justice.gov/atr/cases/exhibits/20.pdf> (besucht am 14. 03. 2010). – Noch das im August 1995 erschienene Windows 95 brachte keinen eigenen Webbrowser mit. Ein solcher wurde erst im August 1996 nachgerüstet.

Name war. Von anfänglich vier Knoten war es 1972 auf 37 Knoten gewachsen. 1984 bestand »das Netz« bereits aus 1000 Knoten, 1992 wurde die Millionengrenze erreicht. Mittlerweile besteht das Internet aus mehreren hundert Millionen Knoten.

Die Entwicklung des Arpanet zum Internet verlief in Form eines offenen Entwicklungsprozesses, der von den Benutzern gestaltet wurde. Das Internet ist im Geiste freier wissenschaftlicher Forschung entstanden, als Gemeinschaftsprojekt aller Beteiligten und nicht als Tat einzelner Unternehmen.

Die Entwicklung und vor allem die Durchsetzung des Internets war eng mit der Entwicklung eines Betriebssystems verknüpft, das seine Ursprünge in der Hackerkultur hat: Unix. Ursprünglich ein freies Forschungsprojekt der A.T. & T.-Bell-Labs, das von vielen Universitäten in Forschung und Lehre eingesetzt und weiterentwickelt wurde, wurde es Anfang der 1980er Jahre proprietarisiert und damit praktisch der (wissenschaftlichen) Öffentlichkeit entzogen – der Unix-Code durfte nicht mehr in Lehrveranstaltungen verwendet werden. Zwar existierte mit dem BSD-System weiterhin eine große Menge an offenem Unix-Code, doch basierte dieser auf A.T. & T.s Unix-System, so daß für die Benutzung von BSD eine 100 000 US-Dollar teure Source-Code-Lizenz von A.T. & T.s Unix System V erforderlich war. In der Folge entstand bis Anfang der 1990er Jahre ein von allem A.T. & T.-Code bereinigtes, freies BSD-System. Eine weitere Folge war das 1983 von Richard Stallman im Umfeld des AI-Labs des MIT gegründete GNU-Projekt, dessen Name die verhängnisvolle Schließung von Unix reflektiert: *GNU's Not Unix*. Auch das GNU-Projekt arbeitete an der Entwicklung eines freien Unix, dessen Lizenz jedoch im Gegensatz zur BSD-Lizenz selbstbewußt einen Bereich der Allmende in Abgrenzung zum Privateigentum konstituiert und verlangt, daß die Weiterverteilung auch abgeleiteter Werke unter der gleichen Lizenz erfolgen muß.

Beide Projekte, BSD und GNU, blieben freilich auf den Bereich der vor allem in großen Unternehmen und Universitäten eingesetzten Workstations beschränkt. Erst als der Personal Computer Anfang der 1990er Jahre eine hinreichende Rechenleistung aufwies, konnte sich freie Software rasant weiterentwickeln und verbreiten. Es war ein junger Informatikstudent aus Finnland, der an seinem heimischen PC mit *Linux* den Betriebssystemkern schuf, der dem GNU-Projekt noch fehlte.

Mit dem einsetzenden Erfolg des PC sind die Betriebssysteme DOS und Windows und deren Herstellerfirma *Microsoft* untrennbar verknüpft. Microsoft war eines der ersten Unternehmen, das proprietäre Software entwickelte – Microsofts für den Bastlerrechner *Altair* geschriebene Version der Programmiersprache Basic war eines der ersten Programme, das warenförmig verkauft wurde. Der Altair war ein Vorläufer der heutigen PC, und er war in der Szene der »Hardware-Hacker« verbreitet. Die Hacker waren es, die sowohl den modernen PC wie moderne Betriebssysteme schufen.

In einer doppelten Bewegung initialisierten zwei getrennt voneinander existierende Hackerkulturen einerseits eine Kultur der Entwicklung

freier Software (allerdings im akademischen Umfeld und auf Großrechnern und professionellen Workstations, die für Privatanwender praktisch unerschwinglich waren), andererseits auch eine preiswerte, für jeden erschwingliche Hardware (in deren Gefolge proprietäre Software einen Massenmarkt fand). Nachdem die billige PC-Hardware Ende der 1980er Jahre ausreichend leistungsfähig geworden war, daß die für die Workstations entwickelte Software darauf laufen konnte, entstand aus dem *GNU-System*, der *Berkeley Software Distribution* und *Linux* eine massenhafte Bewegung der freien Software.

Untrennbar steht am Anfang der Technologien moderner Betriebssysteme, des Internets sowie des PC die Kultur der *Hacker* und des *Hackens*. Die Hackerbewegung schien in den 1980er Jahren obsolet zu sein, ein Studienobjekt für Historiker, doch nicht mehr von aktueller Relevanz. Und doch hatten die Hacker mit dem PC und dem GNU-Projekt die Grundlagen gelegt für den »fortschrittlichen Rückschritt in die Frühzeit der Computerprogrammierung«²⁹⁵, den die Entwicklung des Linux-Betriebssystems markiert – und der die Hackerkultur in bisher ungekannter Breite wieder aufleben ließ. Den Hackern kommt zudem das Verdienst zu, der überkommenen Vorstellung vom Computer als Herrschaftsinstrument in den Händen einer kleinen Elite ihre Vision von einem persönlichen Computer entgegengesetzt zu haben. Bis weit in die 1980er Jahre hinein wurden Computer noch als Lenkungsinstrument in den Händen von Technokraten verstanden, die den maximalen ökonomischen oder gesellschaftlichen Nutzen »objektiv« zu berechnen suchten. Computer sind in dieser Vorstellung exklusiv und esoterisch, nur einer kleinen Schar von Eingeweihten zugänglich. Daß mittlerweile auf jedem Schreibtisch ein Computer steht, der die Rechenleistung eines mittelgroßen universitären Rechenzentrums von Anfang der 1990er Jahre übertrifft, straft diese Vorstellungen Lüge. Diese Entwicklung ist nicht zuletzt den Hackern zu verdanken, die eine neue Form des Umgangs mit Computern entwickelt haben. Die Hacker selbst sind umgekehrt aber ebenfalls nicht frei zu sprechen von totalitären gesellschaftstechnischen Phantasien und Utopien, wie sie etwa Weizenbaum schildert.

Zum Abschluß des ersten Teils lassen sich vier Thesen formulieren:

- ▷ In Maschinen wird das den Produzenten enteignete Produktionswissen inkorporiert; es ist Herrschaftswissen.
- ▷ Die universale Maschine stellt die Utopie des Kapitals dar, insofern in ihr die Möglichkeit einer Produktion ganz ohne Arbeit, nur aus dem Kapital heraus, möglich erscheint.
- ▷ Zugleich jedoch gibt es eine gegenteilige Bewegung: Das Produktionswissen wird tendenziell frei verfügbar, Allgemeingut.
- ▷ Diese Bewegung ist die Freie-Software-Bewegung.

Im folgenden Teil II werde ich das Phänomen freie Software einer politisch-ökonomischen Analyse unterziehen. Ziel der Untersuchung ist

295 Gröhdahl (s. Anm. 4), S. 82.

es festzustellen, ob freie Software der auf kapitalistischer Akkumulation beruhenden Produktionsweise eine Alternative entgegenzusetzen vermag. Dazu untersuche ich zunächst die Geschichte der immateriellen Eigentumsordnung (Kapitel 3), bevor ich die durch die Revolutionierung der Produktivkräfte hervorgerufenen Erschütterungen der überkommenen Produktionsverhältnisse betrachte (Kapitel 4 und 5) und meine These einer Rebellion der Produktions- gegen die Zirkulationssphäre entwickle (Kapitel 6).

Teil II

DIE POLITISCHE ÖKONOMIE FREIER
SOFTWARE

Die heutigen geistigen Eigentumsrechte haben ihren Ursprung im feudalen Privilegienwesen. Gewerblicher und Urheberrechtsschutz gehen beide aus diesem hervor; ihre Entwicklung kann daher gemeinsam dargestellt werden. Die revolutionären technischen und geistigen Errungenschaften der frühen Neuzeit sind eng mit der Entwicklung der Druckerpresse und der durch den Buchdruck beschleunigten Verbreitung von Wissen verbunden. Mit der Druckerpresse entsteht auch die moderne Vorstellung eines Autors als geistiger Urheber seines Werks, eine Vorstellung, die grundlegend mit dem Konzept vom »geistigen Eigentum« verbunden ist.

3.1 URSPRÜNGE

Der Begriff Autor geht zurück auf das lateinische Wort »auctor«, das ursprünglich denjenigen bezeichnete, von dem eine Handlung oder ein Vorschlag ausgeht. Doch bildete sich bereits im antiken Rom eine dem heutigen Begriff des Urhebers nicht unähnliche Bedeutung heraus, und ein Text war erst nach der Veröffentlichung durch seinen Autor zur weiteren Verbreitung frei. Die römischen Autoren strebten im allgemeinen nach Ruhm und waren darauf erpicht, daß ihre Werke unter ihrem Namen verbreitet wurden. Pekuniäre Erwägungen haben dagegen keine Erwägungen gespielt. Das Konzept eines geistigen Eigentums war in Antike und Mittelalter unbekannt.

Obzwar die Vorstellung eines Autors als Urheber eines Werks in der Antike entstand, war sie im von der scholastischen Philosophie geprägten mittelalterlichen Geistesleben fast völlig verschwunden. Im Denkgebäude der Scholastik, das von einem prinzipiell abgeschlossenen Wissen ausging, das sich ausschließlich durch Studium der Auctoritas zwar individuell angeeignet, aber kaum verbessert werden konnte, konnte es keine schöpferischen Autoren geben: dieses Privileg kam alleine Gott zu. Dieser Konservatismus wurde sicherlich auch dadurch unterstützt, daß die Produktion von Papyrus sehr teuer war und genau überlegt wurde, was und wessen Werke es wert waren, auf dieses gebracht zu werden. Erst die Entwicklung der Papierherstellungsmethoden in Europa im 13. Jahrhundert senkte die Erstellungskosten von Handschriften erheblich.

Die Entstehung einer eigenständigen schriftsprachlichen Literatur war ein langwieriger Prozeß, deren Beginn auf das 8. nachchristliche Jahrhundert datiert wird. Sosehr diese Ausdruck individuellen poetischen Schaffens war und sich nicht mehr in der *kollektiven* Anonymität mündlicher Überlieferung verlor, blieb sie doch gleichfalls anonym. Ihre Verfasser begriffen sich nicht als Autoren, sondern als Vermittler des Wortes, der Botschaft und der Lehre Gottes. Der Autor trat in dieser frühen Literatur

hinter das Werk zurück.¹ Erst ab dem 12. Jahrhundert setzt sich in den Texten ein schöpferisches Individuum. So entstanden mit der Minnelyrik vermehrt Erzähltexte weltlichen Inhalts, wodurch sich das Autorverständnis zu wandeln begann. Doch blieben auch in dieser Literatur die meisten Autoren anonym. Einer der ersten Ansprüche auf Nennung der Autorschaft bei Zitaten ist bei Albertus Magnus nachgewiesen, der sich in seinem *Prologus super Marcum* gegen Plagiate wehrt: »Schreiben, was ein anderer gesagt hat, heißt, ihm dem Ruhm der Urheberschaft rauben und sich aneignen. So machen es die meisten heutzutage. Sie haben nichts von sich und alles von anderen und wollen dafür angesehen werden, als schrieben sie etwas Neues, während sie in anderer Anordnung und mit anderen Worten als ihr Eigenes hinstellen, was von anderen herrührt. Von solchen heißt es bei Hiob 24,6: Den Acker, der nicht der ihre ist, mähen sie ab, und den Weinberg dessen, den sie mit Gewalt unterdrücken, lesen sie ab.«²

Eine frühe Konstituierung der Autorenschaft lässt sich in der Heldenepeik des 13. und frühen 14. Jahrhunderts feststellen. Zwar sind auch viele dieser Werke noch anonym, etwa die Nibelungen- und die Dietrichepik, doch tritt etwa im *Parzival* die Autorschaft Wolfram von Eschenbachs deutlich hervor. Auch beginnt sich ein Namenprinzip in Sammelschriften ab dem späten 13. Jahrhundert durchzusetzen. Signaturen waren daher bereits im Spätmittelalter eine kulturelle Praxis und Ausdruck eines entstehenden kulturellen Betriebs,³ doch dauerte es noch an, bis der »Autor« zu einem zentralen Ordnungsmotiv wurde. In der Manuskriptkultur diente die Benennung eines Manuskripts dessen Klassifikation innerhalb einer spezifischen Bibliothek; jedes Manuskript war einzigartig und nicht bloßes Exemplar. Die Benennung eines Manuskripts konnte viele Ursachen haben, Ernst Goldschmidt nennt deren sieben.⁴ Erst allmählich setzte

- 1 Vgl. Thomas Bein, »Zum ›Autor‹ im mittelalterlichen Literaturbetrieb und im Diskurs der germanistischen Mediavistik«. In: *Rückkehr des Autors. Zur Erneuerung eines umstrittenen Begriffs*. Hrsg. von Fotis Jannidis u. a. Tübingen: Max Niemeyer, 1999, S. 303–320, S. 304.
- 2 Zitiert nach Ludwig Gieseke, *Vom Privileg zum Urheberrecht. Die Entwicklung des Urheberrechts in Deutschland bis 1845*. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft, 1995, S. 9.
- 3 Vgl. etwa Bein (s. Anm. 1), S. 308 ff., 313 ff.; Isa Fleischmann-Heck, »Schrift im Gebrauch. Lese- und Schreibkultur im Spätmittelalter«. In: *Gutenberg – aventur und kunst. Vom Geheimunternehmen zur ersten Medienrevolution*. Hrsg. von Stadt Mainz. Katalog zur Ausstellung der Stadt Mainz anlässlich des 600. Geburtstages von Johannes Gutenberg 14. April – 3. Oktober 2000. Mainz, 2000, S. 144–157.
- 4 In einem beispielhaft angeführten Predigtband einer Franziskanerbibliothek, der unter der Bezeichnung »Sermones Bonaventura« geführt wird, entspricht lediglich die erste gegebene mögliche Interpretation der heutigen Konvention: »a) Predigten, welche vom heiligen Bonaventura von Fidenza (gestorben 1274) verfaßt wurden; b) Predigten, welche von irgendeinem anderen Schreiber, der ›Bonaventura‹ genannt wurde, verfaßt wurden; c) Predigten, welche durch einen Mönch mit dem Namen ›Bonaventura‹ niedergeschrieben worden waren; d) Predigten die durch irgendeinen Mönch ›Bonaventura‹ gehalten worden waren; e) ein Predigtband, welcher einmal einem Mönch mit Namen Bonaventura gehört hatte; f) ein Predigtband, bei dem der erste Text durch irgendeinen Bonaventura verfaßt und der deshalb in der Bibliothek unter dem Namen ›Bonaventura‹ eingestellt wurde.« Zudem bietet Goldschmidt noch eine siebte mögliche Interpretation an: »ein schlichtes ›Benennen nach‹ analog Konstruktionen wie ›Sankt James Street‹ oder ›Garrick Theatre‹.

sich die Vorstellung durch, jedes Manuskript oder Druckwerk könne auf einen »Autor« zurückgeführt werden und die Benennung sei mehr als ein Erfordernis der Klassifikation.⁵

In diesem Kontext erfolgt Gutenbergs Erfindung des Drucks mit beweglichen Lettern in der Mitte des 15. Jahrhunderts nicht außergeschichtlich als ein zeitlich zufälliger, genialer technischer Wurf, der die moderne industrielle Produktion wie die bürgerliche Rechts- und Eigentumsordnung quasi aus technischer Notwendigkeit gebar. Es wäre übertrieben zu behaupten, die Druckerpresse habe mit dem Massenprodukt Buch sowohl die Vorstellung vom Autor als Urheber seiner Werke und damit die Vorstellung eines exklusiven Eigentumsrechts geschaffen wie auch als archetypische Form der Naturorganisation die industrielle Revolution antizipiert. Alles in allem handelt es sich bei Gutenbergs Erfindung nicht um die geniale Vision eines Bastlers, der seiner Zeit und der technologischen Entwicklung weit voraus war. Alle Schlüsselkomponenten für den Bau der Druckerpresse lagen schon lange vor, und Gutenbergs eigentliche Leistung bestand in der Neuorganisation bestehender Techniken und nicht in deren Erfindung.⁶ In Korea wurde mit der Technik des Blockdrucks nachweislich seit 751 n. Chr., in China seit 757 und in Japan seit der Zeit zwischen 764 bis 770 gedruckt – um 770 hatte die japanische Kaiserin eine Million der sogenannten Dharani-Zettel im Holzplattendruckverfahren drucken lassen. In der Zeit zwischen 1041 und 1049 soll ein chinesischer Schmied Einzelbuchstaben in Ton geformt, diese gebrannt, zusammengesetzt und dann gedruckt haben.⁷ Vermutlich seit dem 13. Jahrhundert wurde in Korea mit einzelnen, beweglichen metallenen Lettern gedruckt – 1234 wurde das »Sangchòn jemun« (Richtschnur der Moral) in Korea mit metallenen Lettern gedruckt.⁸ Es wird in der Forschung als möglich angesehen, daß Gutenberg der Stand der Technik in Südostasien bekannt war. Nach Kapr sind »die Parallelen des Drucks mit metallenen Lettern

(...) In der gleichen Weise kann man sich leicht eine Predigtsammlung vorstellen, die unter dem Namen »Sermones Bonaventura« bekannt geworden ist, nicht weil dieser sie geschrieben oder gehalten hätte, sondern einzig, weil man sie für so gelungen hielt, daß sie würdig waren, seinen Namen zu tragen.« (Goldschmidt, *Medieval Texts and their First Appearance in Print*. London 1943, zitiert nach Michael Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit. Eine historische Fallstudie über die Durchsetzung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1991, S. 317.)

- 5 Zur Genese des Autorbegriffs vgl. auch Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 4), S. 430.
- 6 Vgl. Eva-Maria Hanebutt-Benz, »Gutenbergs Erfindungen. Die technischen Aspekte des Druckens mit vielfachen Lettern auf der Buchstabenpresse«. In: *Gutenberg – aventure und kunst. Vom Geheimunternehmen zur ersten Medienrevolution*. Hrsg. von Stadt Mainz. Katalog zur Ausstellung der Stadt Mainz anlässlich des 600. Geburtstages von Johannes Gutenberg 14. April – 3. Oktober 2000. Mainz, 2000, S. 158–189, S. 161; auch Albert Kapr, *Johannes Gutenberg. Persönlichkeit und Leistung*. München: Beck, 1987, S. 121–135. McLuhan stellt sogar die provokante Frage: »Was hat Gutenberg denn erfunden?« (Marshall McLuhan, »Die Gutenberg-Galaxis (Auszug)«. In: Ders., *Medien verstehen. Der McLuhan-Reader*. Hrsg. von Martin Baltes u. a. Mannheim: Bollmann, 1997, S. 84–111, S. 110.)
- 7 Vgl. Kapr (s. Anm. 6), S. 108.
- 8 Vgl. ebd., S. 110.

und Gutenbergs Erfindung (...) frappierend«. ⁹ Als Gutenbergs eigentliche Innovation gilt, daß er mit Metall als vereinheitlichenden Grundstoff den Werkstoff wählte, auf den die gesamte europäische Industrialisierung aufbaute, sowie in der design-technischen Entscheidung für einen mehrfach iterativen Produktionsprozeß, der die für die Massenproduktion des Maschinenzeitalters charakteristische exponentielle Produktivitätssteigerung bedingte: Aus einem Schriftmusterblatt entstanden mehrere Patrizen, aus denen wiederum jeweils mehrere Matrizen hervorgingen, welche ihrerseits jeweils zur Erzeugung vieler Lettern dienten, mit denen dann mehrere Offizinen beliefert werden konnten, in denen mit ihnen zahlreiche Bücher gedruckt wurden. ¹⁰ Obzwar also Gutenbergs Leistung nicht als eine *technologische* Revolution im engeren Sinn bezeichnet werden kann, waren ihre sozialen und kulturellen Auswirkungen sehr wohl und im umfassenden Sinne revolutionär. Die Druckerpresse unterstützte die Transformation einer vormals oralen Kultur, die sich der Schrift primär als Werkzeug zur Vorbereitung der Rede bediente, in eine typographische. ¹¹ Die Rede wurde nunmehr autonom, und erst ihre fortdauernde Verfüg- und Überprüfbarkeit ermöglichten das Entstehen des Gebäudes neuzeitlicher Wissenschaft.

Die Druckerpresse ist in den Entstehungsprozeß der bürgerlichen Gesellschaft und ihrer Praxis eingebunden und nimmt eine zentrale Stellung in ihm ein. ¹² Sie ermöglichte erst massenhafte Buchproduktion, zudem

⁹ Kapr (s. Anm. 6), S. 107, vgl. auch 113–120.

¹⁰ Vgl. Kapr (s. Anm. 6), S. 57–60, 128 f.; Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 4), S. 76–78; 83–85. – In Korea gab es in der Mitte des 15. Jahrhunderts Bestrebungen, die klassischen Ideogramme durch eine eigenständige, an keine vorhandenen Schriftformen anknüpfende, auf 28 Zeichen aufbauende phonetische Schrift, die »Hangul-Schrift«, zu ersetzen, um den Druck mit beweglichen Lettern zu vereinfachen. Doch war das Druckwesen monopolistisch in den Händen des königlichen Hofes verankert – nur die Texte des Konfuzius und solche des Staates durften gedruckt werden, kommerzieller Buchdruck und der freie Verkauf von Büchern waren verboten –, und die Reform von oben, die nicht an die Bedürfnisse der Bevölkerung anknüpfte, konnte sich nicht durchsetzen. (Vgl. Kapr (s. Anm. 6), S. 112.) In Europa hingegen versprach die Drucktechnik eine geistige und praktische Befreiung des Individuums von überkommenen herrschaftlichen Ideologien und war entsprechend mit aufklärerischen Erwartungen verbunden. Michael Gieseke konzediert denn auch nicht die technische Differenz – phonetische versus logographische bzw. morphemische Schrift –, sondern die soziale Verankerung der Technologie in der Bevölkerung, die dieselbe Technik einmal zum Katalysator einer allumfassenden sozialen, politischen und ökonomischen Revolution machte und im anderen Fall wirkungslos blieben ließ. (Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 4), S. 130–133.)

¹¹ Vgl. ebd., S. 29–36.

¹² Wie stark die Entwicklung des Buchdrucks noch heute nachwirkt, mag man auch daran ermesen, daß heute vielfach die Computermetapher herhalten muß, um den Buchdruck zu erklären und begreiflich zu machen. Revolutionäre Wirkungen etwa der Lutherbibel als Volksbibel sollen mit der Analogie der Einführung des PCs verständlich gemacht werden: »Er [Luther] wollte die Daten der Bibel gleichsam in einem Homecomputer unterbringen und diesen verbreiten. Nicht mehr nur das kirchliche Personal, jeder Hausvater sollte die Möglichkeit haben, sich aus der Bibel zu Hause die Informationen herauszuziehen, nach denen es ihn verlangte.« (Ebd., S. 247.) So methodisch fragwürdig eine solche Analogiebildung auch ist – es wird das entwickelte Produkt auf seine Ursprünge projiziert und der Entwicklung nicht im eigentlichen »Aufstieg ihres Begriffs« gefolgt – und daher auch als ideologisch identifiziert werden kann, so sehr zeigt sich doch in ihrer zumindest

war der Druck und die ihm inhärente Idee der Montage eine Schlüsselkomponente der maschinellen Produktion.¹³ Das Alphabet eignete sich als Prototyp moderner industrieller Verfahrensweisen, da es sich in standardisierte, wiederverwendbare Typen zerlegen läßt. Obwohl uns das Verfahren offensichtlich scheint, Buchstabe an Buchstabe zu Wörtern, Sätzen usw. zusammenzufügen – es ist dies ja das Prinzip unserer phonetischen Alphabetschrift –, fällt auf, wie schwer noch Gutenberg dieser Schritt der Abstraktion vom Inhalt fiel: Seine 42-zeilige Bibel, die als typografisches und drucktechnisches Meisterwerk gilt und von vielen als das schönste Druckerzeugnis überhaupt angesehen wird¹⁴, wurde aus 290 verschiedenen Figuren gesetzt: 47 Großbuchstaben und 243 Kleinbuchstaben.¹⁵ Diese hohe Anzahl an Lettern war erforderlich, damit Gutenberg die zeitgenössischen Anforderungen an hochwertige Buchkunst erfüllen konnte. Seine Bibel war im Blocksatz gesetzt, das heißt alle Zeilen sollten optisch die gleiche Länge erreichen. Blocksatz erreichte Gutenberg nicht vorrangig durch die heute übliche Technik der Spationierung (Einfügen von Leerraum) zwischen den Worten, sondern durch Einsatz unterschiedlich breiter Lettern des gleichen Buchstabens, durch Ligaturen (zusammengefügte Buchstaben), durch Abkürzungen (Abkürzungszeichen) sowie durch Kürzung oder Zusammenziehung eines Wortes. So konnte ein einheitlicher optischer Grauwert der Seite erzielt werden, der, hätte Gutenberg hauptsächlich auf Spationierung gesetzt, durch zahlreiche unterschiedlich große weiße Flecken auf der Seite zerstört worden wäre. Gutenberg griff also auf Techniken der Handschriften zurück, und eine Letter entsprach bei ihm noch nicht der abstrakten, standardisierten Entität eines Buchstabens. Er mechanisierte die Handschrift und

scheinbaren Plausibilität auch etwas Wahres. Die Druckerpresse hat sich nicht zuletzt durch kirchliche Aufträge – durch den Druck von Ablaßbriefen, Psaltern, Epistularen, Evangeliaren, Bibeln, kirchlichen Bullen und Brevieren und anderen Schriftstücken – durchsetzen können. Damit wurde die römisch-katholische Kirche zum Geburtshelfer eines Mediums, das die gesellschaftlichen Grundlagen umwälzte und sie selbst zwar nicht abschaffte, aber ihre Vormachtstellung durchbrach und sie zu einem gesellschaftlichen Akteur unter vielen machte. Ähnlich freie Software: Sie gedeiht im Schoße einer auf Kapitalakkumulation beruhenden Ökonomie, ist in dieser erfolgreich und wird von den Akteuren unterstützt, gerade weil sie deren Grundlagen negiert und nicht nach ihren Regeln spielen muß.

- 13 Massenproduktion war im 15. Jahrhundert ein unerhörter Gedanke. Die exakte Vervielfältigung materieller Güter zu denken fiel den Zeitgenossen sichtbar schwer. Noch 1485 wurden alle Exemplare eines Regensburger Meßbuches von mehreren Geistlichen einzeln mit der Druckvorlage verglichen: »Es ergab sich (...) wie durch ein Wunder Gottes, daß in den Buchstaben, Silben, Wörtern, Sätzen, Punkten, Abschnitten und anderem, was dazu gehört, der Druck bei allen Exemplaren und in jeder Hinsicht mit den Vorlagen ... unseres Doms übereinstimmte. Dafür danken wir Gott.« (Zitiert nach ebd., S. 145.) Statt auf die Drucktechnik und damit auf menschliches Wirken wird die exakte Übereinstimmung auf ein Wunder Gottes zurückgeführt.
- 14 Vgl. Hanebutt-Benz (s. Anm. 6), S. 185.
- 15 Vgl. ebd., S. 167; Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 4), S. 136 f.; und auch Hàn Thê Thành, "Micro-typographic extensions to the T_EX typesetting system." PhD thesis. Brno, Czech Republic: Faculty of Informatics, Masaryk University, Oct. 2001, der die von Gutenberg benutzten Techniken auf den heutigen Computersatz anwendet. Kapr (s. Anm. 6), S. 159 bildet den von Gutenberg verwendeten Typenapparat ab.

überführte das Schreiberwissen in Technologie.¹⁶ Michael Gieseke charakterisiert Gutenberg denn auch als »einen technisch – im neuzeitlichen Sinne – außerordentlich begabten, mit der neuen Warenökonomie vertrauten und zu großen finanziellen Risiken bereiten Menschen (...), der dabei von einer künstlerischen Idee besessen war, die im Grunde ganz in der mittelalterlichen Tradition steht.«¹⁷ Auch blieb es im 15. Jahrhundert üblich, daß die fertig gedruckten Bücher noch von Illuminatoren verziert wurden; Rubrikatoren fügten zudem in Schönschrift Initialen ein und markierten zum Teil mehrfarbig Satz- und Sinn Grenzen.¹⁸

Wenn die neue Kunst zunächst also noch überkommenen ästhetischen Paradigmen folgte und diese zu kopieren suchte, entstand doch mit ihr »eine archetypische Technik für diese neue Art, die Natur zu organisieren.«¹⁹ Die Mechanisierung der Schreibkunst war, wie McLuhan schreibt, die wahrscheinlich erste Zerlegung einer Handfertigkeit in mechanische Glieder. »Das Fließband beweglicher Typen ermöglichte ein Erzeugnis, das uniform war und wie ein wissenschaftliches Experiment wiederholt werden konnte. Solche Eigenschaften besitzt das Manuskript nicht.«²⁰

Im Europa des 15. Jahrhunderts trifft die Druckerpresse jedenfalls auf einen äußerst fruchtbaren Boden: Die Zahl der bereits in diesem Jahrhundert gedruckten Bücher, der sogenannten Inkunabeln, ist kaum überschaubar und wird auf zwanzig- bis vierzigtausend verschiedene Drucke

16 »Denn es kann nicht genügend betont werden, daß die Mechanisierung des alten Schreiber-Handwerkes selbst schon ein »angewandtes« Wissen darstellte. Die Anwendung bestand nämlich darin, daß die Handlung des Schreibens visuell arretiert und aufgespalten wurde. Darum konnte sie, nachdem diese Lösung des Mechanisierungsproblems einmal entwickelt worden war, auch auf die Mechanisierung manch anderer Handlungen erweitert werden. Außerdem disponierte schon die bloße Gewöhnung an die sich wiederholenden, linearen Muster der gedruckten Seite die Menschen dazu, solche Methoden auf alle Arten von Problemen zu übertragen. (...) Und die Buchdruckkunst, die die Mutter aller kommenden Umwälzungen sein sollte, beruhte selbst auf einer Gruppierung oder Konstellation früherer technischer Errungenschaften.« (McLuhan (s. Anm. 6), S. 108 f.)

17 Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 4), S. 134 f. – Nach Gieseke versuchte Gutenberg allerdings, die die mittelalterliche Ästhetik kennzeichnenden Proportionsideale – eine in sich ruhende Harmonie –, die von den Handschriften in der überwiegenden Mehrzahl eben nicht erreicht wurden, durch eine vollständige Mechanisierung der schon weitgehend standardisierten Schreibtätigkeit zu realisieren, mithin eben auch durch eine Standardisierung der einzelnen Buchstaben zu erreichen. Ein Wort sollte auf der ersten Seite exakt so geschrieben wie auf der letzten. (Ebd., S. 136–143.) Gegen diese These spricht jedoch die hohe Anzahl an Typen. Augenscheinlich ging es Gutenberg nicht um die exakte Gleichheit eines jeden einzelnen Wortes, sondern um die perfekte Harmonie jedes Buchstabens zum Wort, jedes Worts zur Zeile und jeder Zeile zur Seite. Gesichert ist zudem, daß zumindest bei den ersten Drucken die geschriebene Seite Gutenberg das ästhetische Vorbild abgab, er mithin nach einer *nova forma scribendi*, einer neuen Art des Schreibens suchte und die vollkommene Schreibkunst, die *ars artificialiter scribendi*, fortführen und nicht durch eine *ars nova ingeniosa*, also etwas komplett neues, ersetzen wollte. (Vgl. Kapr (s. Anm. 6), S. 146.) Und obwohl die 42-zeilige Bibel von der Überlegenheit der neuen Kunst kündete, stand sie ästhetisch doch immer noch unter dem alten Paradigma, ist also gewissermaßen ein stilistischer Bastard.

18 Vgl. Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 4), S. 121.

19 Jeremy Rifkin, *Access. Das Verschwinden des Eigentums*. 2. Aufl. Frankfurt am Main und New York: Campus, 2000, S. 275.

20 McLuhan (s. Anm. 6), S. 84.

mit durchschnittlich einhundert bis dreihundert Exemplaren geschätzt.²¹ Und das, obwohl die Druckerpresse für das Mittelalter unbekannte Mittelaufwendungen erforderte: Neben der Integration der verschiedensten Handwerke in einer Manufaktur verlangte sie vor aller Produktion bislang unbekannte Investitionen, die sich erst allmählich rentierten. Produziert wurde für einen anonymen Käufer und einen freien Markt; große Summen an Kapital müssen ausgelegt werden, die sich erst sukzessive mit dem Verkauf der einzelnen Exemplare bezahlt machen.²² Der Drucker-Verleger Johannes Gutenberg gilt somit als der erste moderne Unternehmer – der sich auch prompt über seine Erfindung fast ruinierte.²³

Die Erfindung der Druckerpresse mit beweglichen Lettern ging mit dem Beginn der Industrialisierung und der modernen Eigentumsordnung einher. Der Autor im modernen Sinne ist ein Produkt des entstehenden Marktes. Während skriptographische Informationen nicht für einen anonymen Markt produziert werden konnten, wurden die Produktionsverhältnisse mit dem Buchdruck umgewälzt. Bei der skriptographischen Technik stand das Kompilieren und Abschreiben im Zentrum der Produktion, und die Frage nach der Urheberschaft spielte bestenfalls eine untergeordnete Rolle. Im Buchdruck kommt dem Autor hingegen eine zentrale Ordnungsfunktion zu: Jedes einzelne Buch ist nun nicht mehr einzigartig wie zuvor das Manuskript, sondern nur noch ein Exemplar unter vielen identischen. Das moderne Buch an sich ist eine abstrakte Entität, ein rein geistiges Gebilde, das sich im konkreten gedruckten Exemplar vergegenständlicht, das vermittels der Angabe von Autor, Titel, Drucker und Druckort zugeordnet werden muß – Kategorien, die durch diese Erfordernis zwar nicht erst entstehen, aber deren Relevanz doch enorm erhöht wird. Zugleich verlangt die Buchproduktion für einen anonymen Markt wie erwähnt auch enorme Investitionen. Entsprechend drängten die Drucker-Verleger die Obrigkeit dazu, ihre Investitionen gegen Nachdrucker zu sichern. Und auch der Autor verlangte bald danach, daß ihm »das Seine« zukomme. Wie der Markt eine Öffentlichkeit schafft, insofern nicht mehr für einen eng begrenzten und klar definierten Personenkreis produziert wird,²⁴ schafft er auch den Autor als Gegenüber

21 Vgl. Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 4), S. 64 f. – Um 1500 gab es im alten Deutschen Reich bereits 62 Druckorte, und insbesondere Mainz, Straßburg, Köln, Basel, Augsburg, Nürnberg, Bamberg, bald auch Leipzig und Ulm und dann Frankfurt am Main wurden Zentren des Buchdrucks. Im Süden ist insbesondere Venedig zu nennen, im Norden Lübeck. (Vgl. Gieseke, *Vom Privileg zum Urheberrecht* (s. Anm. 2), S. 13.) Nach Kapr wurden europaweit bis 1500 in 255 Druckorten mindestens 30 000 Druckeinheiten in der Auflage von 20 Millionen Exemplaren gedruckt. (Kapr (s. Anm. 6), S. 283.) Zur Ausbreitung im 15. Jahrhundert vgl. ebd., S. 265–283.

22 Vgl. Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 4), S. 393–399. – In der Inkunabelzeit gilt als größter Verlag nördlich der Alpen Anton Kobergers Druckerei in Nürnberg mit angeblich 24 Pressen. Auch finanzierten bereits zu Beginn des 16. Jahrhunderts einzelne Verleger Drucker in weitverstreuten Städten. Vgl. ebd., S. 412.

23 Vgl. Sabina Wagner, »Bekannter Unbekannter – Johannes Gutenberg«. In: *Gutenberg – aventure und kunst. Vom Geheimunternehmen zur ersten Medienrevolution*. Hrsg. von Stadt Mainz. Katalog zur Ausstellung der Stadt Mainz anlässlich des 600. Geburtstages von Johannes Gutenberg 14. April–3. Oktober 2000. Mainz, 2000, S. 114–143, S. 130–135.

24 Vgl. Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 4), S. 402 f.

dieser Öffentlichkeit.²⁵ Ende des 15. Jahrhunderts erfuhr die im Altertum gebräuchliche Bezeichnung »plagiarius« eine Renaissance.²⁶

Damit einher geht die Entstehung einer neuen Form der Wissensproduktion. Mit dem In-Druck-Geben wurde ein Werk »veröffentlicht« und aus der privaten Sphäre des Autors in die der Allgemeinheit gebracht. Das »in die Gemeyn« gegebene Wissen galt als jedermann zugängliches, eben öffentliches Wissen. Das frei zugängliche, veröffentlichte Wissen bildete dann die Grundlage für neues Wissen, das dem vorhandenen Grundstock hinzugefügt werden konnte. Dieser Prozeß einer prinzipiell endlosen, sukzessiven Wissensakkumulation, die sich nicht auf individueller, sondern auf kollektiver Ebene vollzieht, heißt *Wissenschaft*. Der einzelne Wissenschaftler steht also gleichsam nur »auf den Schultern von Riesen«²⁷ – und wird den nach ihm Kommenden ebenfalls als solcher erscheinen: »Wo ich aufhöre, do hebt der ander an, der drit, der viert etc., solange bis alles (wissen) vere(i)nt wird.«²⁸ Der Bruch mit der zuvor vorherrschenden Form der Wissensproduktion ist substantiell. Der Scholastik lag eine Vorstellung vom Wissen als abgeschlossener Korpus zugrunde.²⁹ Das neue Prinzip ist hingegen ein unabschließbarer Prozeß, an dem der Einzelne teilhat und zu dem er beiträgt.³⁰ In Anlehnung an Lukas 12 (»Ich bin gekommen, ein Feuer anzuzünden auf Erden; was wollte ich lieber, als daß es schon brennte! / Aber ich muß mich zuvor

25 Nach Foucault bildet die Entstehung des Autorbegriffs denn auch den »Angelpunkt für die Individualisierung in der Geistes-, Ideen- und Literaturgeschichte, auch in der Philosophie und Wissenschaftsgeschichte.« (Michel Foucault, »Was ist ein Autor?« In: Ders., *Schriften zur Literatur*. Frankfurt am Main: Fischer, 1988, S. 7–31, S. 10.) McLuhan legt Nachdruck auf die sich wandelnde Produktionsweise: »Seltsamerweise ist es eine auf den Konsumenten ausgerichtete Kultur, die sich um Urheber und Echtheitskennzeichen kümmert. Die Manuskript-Kultur war auf den Produzenten ausgerichtet; sie war fast durch und durch eine ›Do it yourself‹-Kultur und achtete natürlich mehr auf die Bedeutung und Brauchbarkeit eines Gegenstandes als auf seine Herkunft.« (McLuhan (s. Anm. 6), S. 91.) Manuskripte wurden vornehmlich für den eigenen Gebrauch angefertigt; sie zirkulierten in Form von Abschriften, die oftmals selbst wieder Manuskriptcharakter hatten. »Die Urheberschaft bestand vor dem Aufkommen des Buchdrucks weitgehend darin, daß ein Mosaik zusammengesetzt wurde.« (Ebd., S. 92.)

26 Vgl. Gieseke, *Vom Privileg zum Urheberrecht* (s. Anm. 2), S. 115.

27 Zur Geschichte dieses gemeinhin Isaac Newton zugeschriebenen Zitats vgl. Robert K. Merton, *Auf den Schultern von Riesen. Ein Leitfaden durch das Labyrinth der Gelehrsamkeit*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1983, der es bis zu einer Äußerung Bernhard von Chartres' um 1130 zurückführt.

28 Paracelsus, zitiert nach Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 4), S. 434.

29 Das heißt keineswegs, daß der Scholastik das Prinzip der Ubiquität geistiger Erzeugnisse unbekannt gewesen wäre. So schrieb bereits der Kirchenvater Augustinus von Hippo in seiner *Christenlehre De doctrina christiana*: »Omnis enim res, quae dando non deficit, dum habetur et non datur, nondum habetur, quomodo habenda est.« (Etwa: »Denn jede Sache, die durch Weitergabe an andere nicht verliert, besitzt man nicht, wie man soll, solange sie nicht an andere weitergegeben wird.«) – Hier wiedergegeben nach Volker Grassmuck, *Freie Software zwischen Privat- und Gemeineigentum*. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung, 2002, S. 14.

30 Dies führt auch zu einer Umkehr der Bewertung von alt und neu: Während die Scholastik dem Forschenden den Rückgang auf die Originalquellen empfahl, da die Auctoritas von Abschrift zu Abschrift mehr verfälscht worden zu sein drohten, kehrt sich diese Regel in der frühen Neuzeit um. Da der Wissensschatz sich beständig erweitert und Irrtümer korrigiert werden, gelten junge Quellen als zuverlässiger und sind zu bevorzugen.

taufen lassen mit einer Taufe, und wie ist mir so bange, bis sie vollbracht ist!«) schreibt Albrecht Dürer ca. 1508: »Jch mein jch wöll hy ein klein fewerle an tzünden. So jr all merung mit künstlicher pessrung darzw thüt, so mag mit der tzeit ein fewer daraws geschürt werden, daz durch dy gantz welt lewcht. Item ein jtlicher, der mich hört, der vender ste jn seinem werck dyse mein meinvg zw pesseren, so würt noch vill künst gefunden und beschriben zw pessrung dem malen ... Doch so will jch daz wenig, das jch gelert hab, so vill jch mag, an dag lassen kumen, awff (daß) ein pesserer dan jch pin, sein er (Ehre, Kunst) rett vnd mich mein jrtum mit seinem gegenwertigen werck bewieslich stroff. Des will jch mich frewen, vnd dorum das jch dannocht ein vrsach pin, das solche worheit an dag kumt.«³¹ Es ist der Geist der Aufklärung, der sich in der neuen Form der Wissensvermittlung Bahn bricht: Die Wissenschaft schürt ein Feuer, das, mit jedem Tag heller leuchtend, die Welt aufzuklären vermag!³²

Die Konstruktion von Öffentlichkeit und Allgemeinheit durch den wissenschaftlichen Produktionsprozeß verlangt aber auch, daß das Wissen im Zuge seiner Publikation tatsächlich öffentlich zugänglich und Allgemeingut wird. Dies bedeutet zum einen, daß ein Wissen mit seiner Veröffentlichung auch de jure zu einem öffentlichen Gut wird und nicht im Privatbesitz verbleibt. So schützen die Urheberrechte nur das konkrete Werk vor Nachdruck, seine Form also, nicht jedoch die in ihm dargelegten Inhalte.³³ Zum anderen muß das Wissen auch tatsächlich allgemein verfügbar sein. Die Funktionsweise der Wissenschaft erfordert ein System ausgedehnter öffentlicher Bibliotheken; die Ubiquität des Wissens ist ein Grundprinzip der Wissenschaft.

Nachdruck war im ausgehenden 15. Jahrhundert in Deutschland allgemeine Praxis; auch dürften in fernen Landen erfolgte Nachdrucke das

³¹ Zitiert nach Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 4), S. 435 f.

³² Ähnlich Thomas Jefferson, der 1813 an Isaac McPherson über die besondere Natur der Idee schrieb: »Wenn die Natur irgendetwas weniger geeignet für einen ausschließlichen Besitz gemacht hat als alles andere, dann ist es das Ergebnis unseres Denkvermögens, also der Gedanke, den der Einzelne ganz allein besitzen mag, solange er ihn für sich behält, der aber sogleich in den Besitz aller übergeht, sobald er verbreitet wird, und dem Empfänger ist es gar nicht möglich, sich dieses Besitzes zu entäußern. Eine Besonderheit ist auch der Umstand, daß niemand weniger davon hat, weil jeder stets das Ganze besitzt. Wer einen Gedanken von mir erhält, der erfährt Belehrung, ohne daß mein Besitz sich verkleinerte – wie jemand, der seine Kerze an meiner entzündet, Licht erhält, ohne daß meines dunkler würde. Daß Ideen sich frei von einem zum anderen über den ganzen Erdball ausbreiten, zur wechselseitigen geistigen Belehrung des Menschen und zur Verbesserung seiner Lebensbedingungen, scheint die Natur auf eigentümliche und segensreiche Weise so bestimmt zu haben, als sie dafür sorgte, daß sie sich wie Feuer über den ganzen Raum auszubreiten vermögen, ohne daß ihre Dichte an irgendeinem Punkt abnähme; daß sie sich wie die Luft, die wir atmen, zu bewegen vermögen, ohne daß wir ihnen Grenzen setzen oder sie in alleinigen Besitz nehmen könnten. Erfindungen können daher von Natur aus nicht Eigentum sein.« (Zitiert nach Lawrence Lessig, *Code und andere Gesetze des Cyberspace*. Berlin: Berlin Verlag, 2001, S. 235 f.)

³³ Dies die Seite der Wissenschaft. Auf dem Gebiet der Technik soll das Patentrecht, das mit einer im Vergleich zum Urheberrecht kurzen Schutzfrist ausgestattet ist, zur Veröffentlichung motivieren. Beide Schutzrechte stellen also begründete Ausnahmen von der Regel dar, daß Wissen frei verfügbar und Teil einer geistigen Allmende ist.

Geschäft der Drucker kaum geschädigt haben. Doch kam es schon recht früh zu falschen Angaben über Druckort und Drucker, das heißt zu offensichtlichen Täuschungsversuchen. Ab ca. 1480 wandelte sich die Lage dramatisch, da einerseits durch technische Entwicklungen die Druckpreise sanken und andererseits die Ansprüche des Publikums an die Druckwerke wuchsen. Während also der Aufwand, der einem Manuskript vor dem Druck zugewendet werden mußte, stieg, sanken die bloßen Druckkosten. Die Druckerverleger sahen sich durch billige Nachdrucke in ihrem Geschäft ernsthaft bedroht. Durch eine Zunahme der Druckereien wuchs zudem der Konkurrenzdruck. Die Drucker suchten sich zunächst durch gegenseitige Vereinbarungen zu schützen, auch wollten sie durch strenge Abschirmung des Druckes einen zeitlichen Vorsprung vor Nachdruckern gewinnen.³⁴

Der Buchdruck veränderte die materielle Stellung der Autoren zunächst kaum. Ein Honorar im heutigen Sinne wurde in der Regel nicht gezahlt; der Hinweis, daß man kein Geld vom Verleger oder Drucker erhalten habe oder entsprechende Angebote abgelehnt hatte, war in den Werken häufig zu finden. Doch war es demgegenüber üblich, daß Widmungen neuer Werke durch eine »Gegenverehrung« in Geld vergolten wurden; auch erhielten Autoren oft Freixemplare zum Verkauf und manchmal wurden sie auch während der Manuskripterstellung in den Haushalt des Verlegers aufgenommen. Die Nennung eines Autors am Anfang seines Werkes freilich erfolgte erst ab Ende des 15. Jahrhunderts in nennenswertem Umfang, als das Titelblatt das bis dahin übliche »Kolophon«, eine von den Handschriften übernommene Schlußformel ähnlich dem heutigen Impressum mit Angaben zu Verfasser, Ort und Jahr des Drucks, abzulösen begann. Durchgesetzt wurde das Titelblatt durch die Erfordernisse der Zensur: Zur leichteren Kontrolle der Druckereien wurde auf dem Reichsabschied von 1530 zunächst zwingend vorgeschrieben, daß »des Truckers Nahmen und Zunahmen, auch die Stadt, darinnen solches gedruckt mit nehmlichen Worten« in den Druck mit aufgenommen werden mußte,³⁵ seit 1548 auch die Nennung des Autors.³⁶ Doch wollten noch im ersten Drittel des 16. Jahrhunderts einige Autoren ihren Namen nicht drucken lassen.³⁷

In seine Ausgabe des Marienlebens fügte Albrecht Dürer 1511 ein Nachwort ein, in dem er Nachdrucker als »insidiator ac alieni laboris et ingenii surreptor«, als Wegelagerer und Entwender von Arbeit und Erfindung eines anderen, beschimpfte und unter Hinweis auf ein ihm vom Kaiser erteiltes Privileg bedrohte. Bemerkenswert ist hierbei, das Dürer mit »ingenium« ausdrücklich auf seine schöpferische Leistung verweist – freilich ohne aus dieser selbst bereits ein Recht abzuleiten, weshalb noch der Verweis auf das kaiserliche Privileg notwendig ist. Nachfolgend wurden an ihn 1525 und – an seine Witwe – 1528 erneut kaiserliche Privilegien

34 Gieseke, *Vom Privileg zum Urheberrecht* (s. Anm. 2), S. 15 ff.

35 Zitiert nach Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 4), S. 442.

36 Vgl. ebd.

37 Vgl. ebd., S. 323–325, 420 f., 468.

erteilt, wobei in letzterem ausdrücklich die Urhebernennung bei Drucken zur Bedingung gemacht wurde.³⁸

In der Regel aber sahen auch die Autoren nur die Drucker und Verleger materiell gefährdet. Der Nachdruck wurde von ihnen verurteilt, insoweit ihre Werke – etwa durch schlampige Ausgaben – entstellt wurden, vor allem aber, um die Erstverleger zu schützen. So schrieb Hieronymus Brunschwygk 1500 und 1505 in den Nachworten zu seinem »Destillierbüchlein«: »Nicht, daß ich begehre, daß mein Werk niemand nachdrucken soll, man soll es vielmehr nachdrucken, aber nach einer angemessenen Zeit«³⁹ – mit anderen Worten, erst wenn der Erstdrucker seine Auflage vollständig abgesetzt hat.

Nur sehr allmählich beginnt sich die Idee vom Autor als Urheber eines Werks zu entwickeln. Die Vorstellung einer besonderen Verbindung eines Autors zu seinem Werk findet einen ihrer frühesten Ausdrücke in Sebastian Brants »Narrenschiff«. Brant setzte sich 1499 in der dritten Auflage gegen den verfälschenden Nachdruck zur Wehr: »Uor ha ichs narrenschiff gedieht / mit grosser arbeyt vff gerieht / ... Aber es ist dar by net bliben / vil mancher hat noch sym geduncken / Noch dem villicht er hatt getruncken / Nuw rymen wellen dar an henken (...) den synn verlürt man jn der mitten ... vmb mach rym so übel stat / Daß es mir jn myn hertzen we(h) // geton hat tusen mol (...) Es kan nit yeder narren machen / Er heiß dann wie ich bin genant / Der narr Sebastianus Brant.«⁴⁰ Zwischen dem Autor und seinem Werk entsteht eine besondere Beziehung, der Autor wird zu einem Urheber, das Werk gleichsam zu seinem Kind: »Das Druckerzeugnis wird zu einem Kind, der Autor zum Vater – und da ein Kind nicht mehrere Väter haben kann, so muß die Vaterschaft festgelegt werden. (...) Langsam setzt sich die Normalformervartung durch, daß zu einem Kind der Druckerpresse ein Mutterverlag und ein Autorenvater gehört.«⁴¹

Das Konzept eines »geistigen Eigentums« im heutigen Sinne entsteht in der Folge als ein Kind der Moderne. Dabei lassen sich zwei Traditionslinien unterscheiden, die im folgenden kurz referiert werden sollen: das angloamerikanische Copyright und das kontinentaleuropäische Urheberrecht, die beide auf das die starren Zunftregelungen sprengende Privilegienwesen des Feudalismus zurückgehen. Gewerblicher und Urheberrechtsschutz waren in der beginnenden Neuzeit noch nicht voneinander getrennt; der Gedanke eines zwischen dem Urheber und seinem Werk stehenden besonderen, schutzwürdigen Bandes begann sich erst noch zu entwickeln. Im Mittelalter konnte der Erfinder seine Ideen nur im Rahmen der Zunft verwerten. Diese konservative Organisation betrachtete die Erfindung als Gemeingut der Zunft und gab ihren Mitgliedern keine besonderen Anreize für Erfindungen; im ausgehenden Mittelalter schritten die Zünfte sogar offensiv gegen die Einführung technischer

38 Gieseke, *Vom Privileg zum Urheberrecht* (s. Anm. 2), S. 29; zur Rolle von Dürers Witwe vgl. auch Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 4), S. 461 f.

39 Zitiert nach ebd., S. 447.

40 Zitiert nach ebd., S. 776, 454, 455.

41 Ebd., S. 455.

Neuerungen ein. Aufgebrochen wurde dieses starre Prinzip erst durch das Privilegienwesen. In der Wende zur Neuzeit suchten Fürsten und einzelne Städte durch Förderung privater Initiative und Erfindergeist die Ökonomie zu entwickeln. Sie erteilten *Gewerbeprivilegien* an Personen, die neue Waren oder Gewerbebezüge einführten. Die Privilegien bestanden in einem zeitlich befristeten Monopolrecht auf Ausübung des betreffenden Gewerbes. Die englischen Könige erteilten etwa ausländischen Handwerkern Schutzbriefe für die Ausübung ihres Handwerks. 1469 verlieh die Stadt Venedig Johann von Speyer ein fünfjähriges Monopol auf die von ihm in die Stadt eingeführte Buchdruckkunst – das jedoch schon 1470 durch Speyers Tod erlosch. Wenige Jahre später waren dort über hundert Druckerpressen in Betrieb.⁴² Aus dem gleichen Grund – einer erhofften Belebung der Wirtschaft – wurden neben den Gewerbeprivilegien bald auch Erfinderprivilegien erteilt. Der Erfinder wurde durch eine landesherrliche Urkunde, einen offenen Brief (lat. *litterae patentes*), die die Erfindung allgemein beschrieb, vom Zunftzwang befreit (»Freiheitsbrief«) und erhielt ein zeitlich befristetes – meist zwischen fünf und 20 Jahre – Monopol für ihre gewerbliche Nutzung. Begründet wurde das Privileg mit dem Nutzen, der der Allgemeinheit aus der Anwendung der Neuerung erwachse. Entsprechend war dem Erfinder ein Ausführungszwang oder die Verpflichtung, anderen gegen Entgelt die Benutzung zu gestatten, auferlegt. Diese Bindung an den Gemeinnutz galt auch für den Schutz von Büchern vor Nachdruck: Ein Privileg wurde für ein Druckwerk nur ausgesprochen, wenn ein Nutzen für die Allgemeinheit angenommen wurde, der darin bestand, daß ein Text gedruckt und veröffentlicht und somit für die interessierte Öffentlichkeit verfügbar war. Der Verleger sollte materiell geschützt und die Veröffentlichung somit möglich gemacht werden.⁴³

Ein erster Freiheitsbrief ist in Deutschland 1404 in dem Michael Brod durch den Herzog von Schlesien erteilten Privileg nachweisbar, das dieser für seine Erfindung, »das Wasser künstlich ohne Rosse und Pferde aus dem Bergwerk zu ziehen«⁴⁴, erhielt. Während das Privilegienwesen in Europa allgemein weit verbreitet war, stellt Frankreich hier eine gewisse Ausnahme dar, da die Privilegien in erster Linie den Zünften gewährt wurden. Doch erhielten auch in Frankreich in einigen Fällen Einzelpersonen Privilegien, so etwa Blaise Pascal 1649 für seine Rechenmaschine.⁴⁵

Festzuhalten bleibt, daß die Erteilung von Erfinderprivilegien zwar übliche Praxis war, jedoch kein Anrecht darauf bestand. Sie erfolgte vielmehr

42 Vgl. Heinrich Hubmann und Horst-Peter Götting, *Gewerblicher Rechtsschutz. (Patent-, Gebrauchsmuster-, Marken- und Wettbewerbsrecht.) Ein Studienbuch.* 6. Aufl. München: Beck, 1998, S. 15; Gieseke, *Vom Privileg zum Urheberrecht* (s. Anm. 2), S. 15.– In Deutschland erlangten einzelnen Druckern erteilte Privilegien allerdings nie eine besondere Bedeutung.

43 Vgl. Gieseke, *Vom Privileg zum Urheberrecht* (s. Anm. 2), S. 63. – Zur Gemeinnützigkeit zählte auch, daß das Werk auf gutem Papier und »mit einem scharffen und leslichen puechstaben correct« gedruckt wurde, wie es etwa in einem 1511 erteilten Privileg heißt. (Zitiert nach ebd., S. 66.)

44 Zitiert nach Hubmann und Götting (s. Anm. 42), S. 16.

45 Vgl. ebd.

als Gnadenakt eines Territorialherren. Eine erste gesetzliche Anerkennung fand das Erfinderrecht 1574 in einem Statut des Rats von Venedig, das jedem, der eine neue erfinderische und ausführbare Vorrichtung anmeldete, einen zehnjährigen Schutz vor Nachahmung zusicherte.⁴⁶

3.2 COPYRIGHT – DIE UTILITARISTISCHE ANGLOAMERIKANISCHE VARIANTE

Zwar findet das Copyright eine Vorform in den von der Republik Venedig 1469 verliehenen Druckerprivilegien, in seiner heutigen Form geht es jedoch auf die Entwicklung in England zurück, wo 1476 die Druckerpresse eingeführt wurde. Praktisch alle Drucker Englands waren Mitglieder der *London Stationers' Company*, der Gilde der Drucker-Verleger. Die Gildenmitglieder registrierten den Titel eines Manuskripts, das in der Folge dem exklusiven Verwertungsrecht des Eintragenden unterworfen war.⁴⁷ Das *Copyright* entstand also als ein Verwertungsrecht der Verlage, nicht als ein Eigentumsrecht der Autoren. Bei ihm handelte es sich zunächst noch um eine reine privatrechtliche Vereinbarung, die nur gegenüber Gildenmitgliedern durchgesetzt werden konnte. Erst die 1557 von der britischen Krone erlassene *Charter Mary*, die das Monopolrecht der Stationers' Company für das Drucken von Büchern bestätigte,⁴⁸ gab der Druckergilde das zusätzliche Recht, im Anschluß an die Zensur »ungesetzliche« Bücher aufzuspiüren und zu vernichten. Im Laufe der Zeit setzte sich die Auffassung durch, daß der Eintrag ins Register zugleich ein ausschließliches Recht zum Druck des entsprechenden Buches bewirke. Hierbei war der Schutz der Verleger oder gar der Autoren nicht das eigentliche Ziel des Staates. Dieser erhoffte sich vielmehr, neben der Einnahme von Gebühren aus dem Gildenprivileg, eine Zensur über die verlegten Inhalte durchsetzen zu können. Alle Drucke unterlagen der Zensur, und diese spielte für alle europäischen Regierungen eine viel wichtigere Rolle als die Frage nach Druckrechten.⁴⁹

46 Vgl. ebd., S. 17.

47 In den USA blieb der Eintrag eines Werkes in das Register bis 1978 Voraussetzung für einen Schutz.

48 Nicht der Gilde angehörende Buchdrucker mußten für jedes Buch eine königliche »License« erwirken, mit der in der Regel auch ein Druckprivileg erteilt wurde.

49 Vgl. Grassmuck, *Freie Software zwischen Privat- und Gemeineigentum* (s. Anm. 29), S. 51. – Die zu dieser Zeit übliche Vorzensur widerspricht dem dezentralen Wesen des Buchdrucks und der marktwirtschaftlichen Produktion. Letztlich blieb die Präventivzensur deshalb ein anachronistischer Versuch, den Buchhandel zu regulieren. Die englische Krone suchte denn auch ihr Interesse an einer Kontrolle über die verlegten Inhalte durchzusetzen, indem sie es mit dem Schutzinteresse der Drucker vor Nachdrucken vereinigte. Durchgesetzt hat sich schließlich eine Interventionspolitik, die erst bei Bekanntwerden einer Regelverletzung tätig wird. Voraussetzung hierfür ist freilich ein formales Regelsystem, das die Drucker und Autoren post festum in die Verantwortlichkeit für die verlegten Inhalte nimmt; eine Folge dieses Prinzips ist die Durchsetzung von Titelblättern mit Impressum und der Angabe von Autorennamen. Diese Regeln treffen sich wiederum mit dem Interesse der Verleger an einer Durchsetzung ihrer Verwertungsrechte. Vgl. Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 4), S. 468 f., allgemein zur Zensur S. 462–470.

Die englischen Herrscher sahen bald in der Erteilung von Gewerbeprivilegien nicht mehr bloß die Möglichkeit, durch Einführung neuer Gewerbe die Wirtschaft zu beleben, sondern zugleich und vielmehr eine willkommene Einnahmequelle. So wurden alltägliche und längst bekannte Waren wie Salz, Bier, Essig, Glas, Eisen, Segeltuch und getrocknete Heringe zugunsten Einzelner monopolisiert. 1623 setzte das Unterhaus gegen Jakob I. ein Antimonopolgesetz durch, das *statute of monopolies*, das Monopole für grundsätzlich unzulässig erklärte. Lediglich für die Erfindung von neuen Handelsgütern oder Herstellungsverfahren sollten Patente an »den wahren und ersten Erfinder« für maximal 14 Jahre erteilt werden.

Die rechtswissenschaftliche Literatur konstatiert denn auch, daß es historisch kein Recht des Erfinders auf die Verwertung seiner Erfindung gegeben hat, sondern das Patent utilitaristisch an das Allgemeininteresse gekoppelt war: »Man kann die Auffassung, die dem englischen Gesetz zugrunde liegt, als Monopoltheorie bezeichnen. Im Vordergrund steht dabei die Gewerbefreiheit. Die Patente erscheinen als Ausnahmen von diesem Grundsatz, nämlich als Monopole, die die Gewerbefreiheit beschränken; sie bedürfen daher einer besonderen Rechtfertigung aus dem Interesse der Allgemeinheit. Diese wird in dem Nutzen erblickt, den die Erfindung für die Nation bringt. Ein Recht des Erfinders auf den Wert seiner geistigen Leistung ist dieser Auffassung noch fremd. Daher kennt das englische Gesetz auch keinen Anspruch auf das Patent. Die Praxis hat jedoch dazu geführt, daß jedem Erfinder ein Patent gewährt wurde.«⁵⁰

Mit der Aufhebung der Zensur 1694 verlor auch die Buchhändlergilde ihr Recht auf Durchsuchung und Beschlagnahme, worauf ihre Mitglieder die gesetzliche Regelung ihrer Verlagsrechte forderten. Der 1710 daraufhin erlassene *Act of Anne* gilt allgemein als das erste Urheberrechtsgesetz. Hierbei folgte die Regelung nicht nur den Wünschen der Verleger. Erstmals konnten auch Urheber das Copyright an ihren Werken erwerben. Die Schutzfrist wurde auf maximal zweimal 14 Jahre festgelegt, womit zugleich eine geistige *Public Domain* rechtlich konstituiert wurde. Der *Act of Anne* war bis 1842 gültig und erfuhr erst 1801 und 1814 Ergänzungen. 1814 wurde die Schutzfrist auf bis zum Tod des Autors wirkend, mindestens aber 28 Jahre, festgelegt.⁵¹ Im *Act of Anne* werden die besonderen Produktionsbedingungen von Wissen reflektiert – alles Wissen entsteht in Auseinandersetzung mit bereits vorhandenem, es ruht gewissermaßen auf den Schultern vorangegangener Generationen. Ein exklusives Eigentumsrecht an Wissen wird nur befristet gewährt und nur aus der utilitaristischen Erwägung heraus, Urhebern wie Verlegern mit den exklusiven Verwertungsrechten ökonomische Anreize zu gewähren. Naturrechtliche Begründungen werden unter Berufung auf die besondere Natur des Wissens zurückgewiesen.

Die US-amerikanische Rechtsauffassung lehnt sich an dieses Modell an.⁵² Die US-Verfassung von 1790 ermächtigt in Artikel 1, Sektion 8, Satz 8

50 Hubmann und Götting (s. Anm. 42), S. 18 f.

51 Vgl. Gieseke, *Vom Privileg zum Urheberrecht* (s. Anm. 2), S. 141.

52 Nach Hubmann stellt es »nur eine äußerliche Konzession an den in Frankreich inzwischen

den Kongreß, »To promote the Progress of Science and useful Arts, by securing for limited Times to Authors and Inventors the exclusive Right to their respective Writings and Discoveries«. Das erste US-Copyright-Gesetz stammt ebenfalls von 1790. Es legt die Schutzfrist von Werken auf 14 Jahre fest und gibt die Möglichkeit, sie einmalig um weitere 14 Jahre zu verlängern. Voraussetzung für einen Schutz ist nicht ein Mindestmaß an »Schöpfungshöhe« oder »Originalität« wie in der kontinentaleuropäischen Urheberrechtstradition, sondern eine gewisse Menge an »Arbeit, Fertigkeit und Urteilsvermögen« (»labour, skill and judgement«). Es wird kein besonderes, untrennbares Band zwischen dem Urheber und seinem Werk angenommen, weshalb mit der Übertragung an einen Verleger auch die geistige Beziehung des Urhebers zu seinem Werk endet. Geistiges Eigentum ist übertragbar wie jede Form des Eigentums; seine Übertragung fällt damit ausschließlich in den Bereich privatrechtlicher Vereinbarungen.⁵³ Bis heute erkennt das US-amerikanische Recht die sogenannten moralischen oder Urheberpersönlichkeitsrechte des kontinentaleuropäischen Autorenrechts nicht an, auf die ich im folgenden eingehen werde.

3.3 URHEBERRECHT ALS AUTORENRECHT – DIE NATURRECHTLICHE KONTINENTALEUROPÄISCHE VARIANTE

Während das angloamerikanische Copyright auf utilitären Prinzipien bei der Verfolgung eines öffentlichen Interesses beruht, entwickelte sich das kontinentaleuropäische Autorenrecht aus einem naturrechtlichen Verständnis der Persönlichkeitsrechte des Urhebers.

Entsprechend der Privilegienpraxis als Investitionsschutz bildete sich zunächst die Vorstellung eines Verlagseigentums heraus: Nachdem der Verleger ein Manuskript vom Autor erworben habe, stünde ihm ein eigentumsähnliches Vervielfältigungs- und Verbreitungsrecht zu, bis er keine Neuauflagen mehr drucke, woraufhin das Buch »frei« werde. Diese Vorstellung erhielt auch dadurch Auftrieb, daß etwa ab Mitte des 16. Jahrhunderts die Zahlung eines Autorenhonorars übliche Praxis geworden

herrschend gewordenen Gedanken vom geistigen Eigentum« (als Persönlichkeitsrecht im kontinentaleuropäischen Sinn) dar, daß ein den Zeichnern, Druckern und *Eigentümern* neuer Muster ein auf zwei Monate befristetes exklusives Nutzungsrechte gewährendes Gesetz von 1787 ebenso wie dessen erhebliche Erweiterung von 1839 von den »Eigentümern der Muster« spricht. (Hubmann und Götting (s. Anm. 42), S. 19) Der Schutz sei von einer Eintragung in ein Register abhängig gemacht worden. Demgegenüber mag es nicht recht einleuchten, wenn Hubmann die These entwickelt, daß eben diese Idee vom geistigen Eigentum Eingang in die US-amerikanischen Gesetze fand, da deren »erste Regelungen in die Zeit um die französische Revolution fielen und mannigfache geistige Beziehungen zwischen Amerika und Frankreich bestanden« (ebd., S. 23), und diese empirisch zu belegen sucht ausgerechnet mit dem Patent(!)gesetz von 1793, das dem Erfinder ein ausschließliches Eigentumsrecht zuspricht. Auch die Klausel, nach der ein Patent nur rechtmäßig ist, wenn keine »prior art« besteht, somit also eine Priorität der Erfindung und nicht der Anmeldung entscheidend ist, ist mit dem Geist des englischen Antimonopolstatuts von 1624 vereinbar, das eine Patenterteilung nur an den »ersten und wahren Erfinder« erlaubte.

53 Vgl. Grassmuck, *Freie Software zwischen Privat- und Gemeineigentum* (s. Anm. 29), S. 54.

war.⁵⁴ In einigen Städten ging sie auch in positives Recht über, so etwa in der Stadt Frankfurt, in deren Buchdruckerordnungen von 1588 und 1598 der Nachdruck von in der Stadt gedruckten Schriften durch Frankfurter Drucker und Verleger untersagt wurde.⁵⁵

Die Idee, daß die Autorschaft Eigentumsrechte konstituiert, entwickelt sich demgegenüber nur sehr allmählich – erst um 1750 wurden die Bezeichnungen »geistiges Eigentum«, »Geisteseigentum« oder »literarisches Eigentum« gebräuchlich. Ein früher Verfechter war der Hallenser Professor Justus Henning Böhmer, der 1718 dem Autor mit dem »Recht des Verlages« ein im geistigen Eigentum begründetes Verwertungsrecht zusprach.⁵⁶

In Deutschland verbreitete sich zwischen 1765 und 1790 die Praxis des Nachdrucks derart, daß die wissenschaftliche Literatur von dieser Epoche als vom »Nachdruckzeitalter« spricht.⁵⁷ Dies beförderte die Diskussion um die geistigen Schutzrechte. Zunächst ging auch die deutsche Diskussion ähnlich wie die englische von den Verwertungsinteressen der Verleger aus. Der Göttinger Professor Johann Stephan Pütter behauptete etwa 1774 gegenüber dem Hamburger Arzt und Gelehrten Johann Reimarus, der den Nachdruck als Wettbewerbsmaßnahme gegen überhöhte Buchpreise verteidigte, das »eigenthümliche Verlagsrecht« noch als Recht der Verleger, nicht des Autors, der stattdessen das Eigentumsrecht am Manuskript in toto auf den Verleger übertrage.⁵⁸ Doch bereits 1780 erklärte der ebenfalls in Göttingen lehrende Philosoph Johann Feder, daß der Autor einer Schrift als erster Eigentümer auch bloß Teilrechte am Werk veräußern könne, andere hingegen bei sich behalte. Das Verlagsrecht entsteht nach dieser Auffassung also aus dem Autorrecht, dieses geht dem Verlagsrecht vor.⁵⁹ 1784 unterschied der Kieler Philosophieprofessor Martin Ehlers zwischen dem Naturrecht des Autors an seinem Werk und bürgerlichen Rechten, die übertragbar waren.⁶⁰

Vorausgegangen waren die Überlegungen eines englischen Philosophen. John Lockes Eigentumstheorie konstituierte das natürliche Recht am Produkt der Arbeit. Für Locke war der mündige, emanzipationsfähige Mensch das bürgerliche Individuum, das sein Eigentum durch selbständige Arbeit vermehrte und sich durch Kapitalakkumulation von der feudalen wie von der besitzlosen Klasse abhob: »Obwohl die Erde und alle niederen Lebewesen allen Menschen gemeinsam gehören, so hat doch jeder Mensch ein *Eigentum* an seiner eigenen *Person*. Auf diese hat niemand ein Recht als nur er allein. Die *Arbeit* seines Körpers und das *Werk* seiner Hände sind, so können wir sagen, im eigentlichen Sinne sein

54 Vgl. Gieseke, *Vom Privileg zum Urheberrecht* (s. Anm. 2), S. 93,95.

55 Ebd., S. 99 ff.

56 Ebd., S. 125.

57 Vgl. ebd., S. 158–161; Reinhard Wittmann, »Der gerechtfertigte Nachdrucker? Nachdruck und literarisches Leben im achtzehnten Jahrhundert«. In: *Buch und Buchhandel in Europa im 18. Jahrhundert*. Hrsg. von Giles Barber und Bernhard Fabian. Hamburg: Hauswedell, 1981, S. 293–320.

58 Vgl. Gieseke, *Vom Privileg zum Urheberrecht* (s. Anm. 2), S. 163 f.

59 Vgl. ebd., S. 166 f.

60 Vgl. ebd., S. 167 f.

Eigentum. Was immer er also dem Zustand entrückt, den die Natur vorgesehen und in dem sie es belassen hat, hat er mit seiner *Arbeit* gemischt und ihm etwas eigenes hinzugefügt. Er hat es somit zu seinem *Eigentum* gemacht. Da er es dem gemeinsamen Zustand, in den es die Natur gesetzt hat, entzogen hat, ist ihm durch seine *Arbeit* etwas hinzugefügt worden, was das gemeinsame Recht der anderen Menschen ausschließt. Denn da diese *Arbeit* das unbestreitbare Eigentum des Arbeiters ist, kann niemand außer ihm ein Recht auf etwas haben, was einmal mit seiner Arbeit verbunden ist. Zumindest nicht dort, wo genug und ebenso gutes den anderen gemeinsam verbleibt.«⁶¹

Der moderne Eigentumsbegriff hat sich in den entstehenden kapitalistischen Marktgesellschaften des 17. und 18. Jahrhunderts entwickelt. Im feudalen Europa wurde Eigentum als ein Recht auf ein Einkommen angesehen. Verschiedene Menschen konnten Rechte an einem Stück Land besitzen, ohne daß jemand die ausschließliche Verfügungsgewalt hatte: Der Besitz war in der Regel auf bestimmte Nutzungsweisen beschränkt, und besessen wurde ein bestimmtes Recht an dem Land, jedoch nicht das Land selbst. Insofern konnten mehrere Menschen Rechte an ein und derselben Sache besitzen. Dies änderte sich schlagartig mit dem Durchsetzen der bürgerlichen Marktgesellschaft: Eigentum wurde zu einem exklusiven Recht an einer Sache, das heißt zum Recht, andere von ihrer Nutzung oder ihrem Gebrauch auszuschließen. Der Prozeß der Vertreibung der Bauern von ihrer Scholle und die Freisetzung von Massen potentieller Arbeiter ist eindrucksvoll von Marx im ersten Band des *Kapitals* als die »ursprüngliche Akkumulation des Kapitals«⁶² beschrieben worden.

Mit dem Aufstieg des modernen Kapitalismus wandelte sich der Eigentumsbegriff; Eigentum wurde nunmehr verstanden als Privateigentum, das heißt als (individuelles oder korporatives) Recht, andere von seinem Gebrauch auszuschließen. Das Privateigentum hat dinghaften Charakter und beschreibt nicht mehr ein Recht auf ein Einkommen; der Staat garantiert das volle Individualrecht auf Verfügung und Nutzung der Sachen.

Die Formulierung einer ausschließenden Form des Individualeigentums ließ sich kaum mit der postulierten prinzipiellen Gleichheit aller Menschen vereinbaren. Doch wurde den Menschen nunmehr das exklusive Eigentum an ihrer Arbeitskraft zugeschrieben, die ihnen eigen war wie ihr Land, das sie mit ihr bewirtschafteten, und ihr Kapital, das sie mit ihrer Anwendung akkumuliert hatten. Und wie Land und Kapital, so konnte auch das Eigentum an den eigenen produktiven Fähigkeiten auf dem Markt veräußert werden. Die Auffassung von der Arbeitskraft als Privateigentum schließt den Kreis, denn durch das Privateigentum an den Früchten der Anwendung der Arbeitskraft und den Arbeitsmitteln wurde zugleich der Anreiz zur Arbeit gegeben. Seine gesellschaftliche Legitimierung erfährt das Privateigentum als Anreiz zur Arbeit, es gilt somit

61 John Locke, *Zwei Abhandlungen über die Regierung* (1690). Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Walter Euchner. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977, II, § 27.

62 Karl Marx, *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Erster Band. Buch I: Der Produktionsprozeß des Kapitals*. MEW Bd. 23. Berlin (Ost): Dietz, 1962, Kapitel »Die sogenannte ursprüngliche Akkumulation«, S. 741–791. – Siehe auch unten, Kapitel 5.2 auf Seite 216 ff.

als ein Instrument zur Ausübung menschlicher Anlagen.⁶³ Die liberale Gesellschaft, so die Vorstellung, würde so den Nutzen aller maximieren, indem jeder in ihr nach dem eigenen Vorteil strebte. Der Eigennutz, mithin das Ausleben privater Laster, führe letztlich zum öffentlichen Vorteil: *Private Vices, Public Benefits*.⁶⁴

Der Rechtsphilosophie der Aufklärung zufolge ist die (in der Personqualität jedes Menschen gründende) gleiche Freiheit aller als der Basis des Rechts mithin unmittelbar mit dem Begriff des Eigentums verbunden. Erst das Eigentum schafft die Basis für einen gesellschaftlichen Austausch, indem es eine intersubjektiv anerkannte *äußere Sphäre* konstituiert, in der sich der menschliche Wille dinghaft-sinnlich entäußern und vergegenständlichen kann. Das Individuum als sich selbst genügende und in sich abgeschlossen ruhende Monade vermag erst mittels der Kategorie des Eigentums gesellschaftlich tätig zu werden und intersubjektiv zu agieren.⁶⁵ Es sind die *eigenen* körperlichen und intellektuellen Fähigkeiten des Individuums, die entäußert und vergegenständlicht in der »äußeren Sphäre« als Produkt sein Eigentum werden. Der philosophische Eigentumsbegriff, der von der üblichen juristischen Terminologie abweicht, ermöglichte die Konstituierung eines ausschließlichen Rechts an der im Werk in Erscheinung tretenden schöpferischen Tätigkeit und damit die Begründung eines »geistigen Eigentums«. Eigentum wird von der Aufklärung als Persönlichkeitsrecht verstanden. Dies zu Ende gedacht, führt freilich zu einer Abschaffung der public domain und damit eines öffentlichen Wissens, das auf der Höhe seiner Zeit steht: Luf weist darauf hin, daß, wenn exklusives geistiges Eigentum als untrennbar mit der menschlichen Freiheit verknüpft gedacht wird, jede Relativierung des Autorenschutzes durch gesamtgesellschaftliche Nutzenerwägungen unzulässig wäre und an der Unbedingtheit des Freiheitsgebots scheitern würde.⁶⁶ Lockes Eigentumstheorie konstituiert das bürgerli-

63 Vgl. Crawford B. Macpherson, *Demokratiethorie. Beiträge zu ihrer Erneuerung*. München: Beck, 1977, S. 198.

64 So der Untertitel der von Bernard Mandeville 1714 und 1723 zunächst anonym verfaßten Schrift *The Fable of the Bees*. Deutsch: Bernard Mandeville, *Die Bienenfabel oder private Laster, öffentliche Vorteile* (1724). Mit einer Einl. von Walter Euchner. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1998.

65 Vgl. Gerhard Luf, »Philosophische Strömungen in der Aufklärung und ihr Einfluß auf das Urheberrecht«. In: *Woher kommt das Urheberrecht und wohin geht es? Wurzeln, geschichtlicher Ursprung und Zukunft des Urheberrechts*. Hrsg. von Robert Dittrich. Wien: Manzsche Verlags- und Universitätsbuchhandlung, 1998, S. 9–19, S. 10 f. – Bei Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Grundlinien der Philosophie des Rechts oder Naturrecht und Staatswissenschaft im Grundrisse* (1820). Mit Hegels eigenhändigen Notizen und den mündlichen Zusätzen. Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 7. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1970, heißt es in der Anmerkung zum § 45: »Eigentum zu haben, erscheint in Rücksicht auf das Bedürfnis, indem dieses zum Ersten gemacht wird, als Mittel; die wahrhafte Stellung aber ist, daß vom Standpunkte der Freiheit aus das Eigentum, als das erste *Dasein* derselben, wesentlicher Zweck für sich ist.« Eine Kritik der ideologischen Verkehrung in Hegels Entwicklung des Privateigentums findet sich bei Karl Marx, *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Dritter Band. Buch III: Der Gesamtprozeß der kapitalistischen Produktion*. MEW Bd. 25. Berlin (Ost): Dietz, 1964, S. 628 f. (Anm.)

66 Luf (s. Anm. 65), S. 15.

che Individuum als in sich abgeschlossene und sich selbst genügende Monade und nicht als gesellschaftliches Wesen. Die sich entwickelnden geistigen Eigentumsrechte greifen denn auch zugleich auf die vorbürgerliche Vorstellung zurück, wonach verschiedene Individuen unterschiedliche Rechte an einer Sache haben können, wie ich nachfolgend zeigen werde.

In seiner *Rechtslehre*⁶⁷ begründet Immanuel Kant die Notwendigkeit des Staates aus der Lehre von der Möglichkeit des äußeren Mein und Dein und der möglichen Schädigung des äußeren Mein. Der Rechtsbegriff erhält erst durch die synthetische Erweiterung auf äußere Gegenstände empirisch mögliche Anwendung. Nicht mehr die Selbsterhaltung oder Bedürfnisbefriedigung begründet das Eigentum, sondern der Rechtswille, äußere Gegenstände als Gegenstände der Freiheit des Rechtssubjekts betrachten zu können. Eigentum stellt also auch bei Kant die Verwirklichungsbedingung von Freiheit dar.⁶⁸

Immaterielles Eigentum hingegen nimmt bei Kant eine Sonderstellung ein. Seine Schrift *Von der Unrechtmäßigkeit des Büchernachdrucks* konstituiert durch die Trennung von Sacheigentum und Immaterialgüterrecht ein natürliches Eigentum des Autors an seinem Werk. Kant bestimmt das Persönlichkeitsrecht des Autors als Urheber eines Werkes gerade im Gegensatz zur Vorstellung vom materiellen Eigentum, indem er auf die Differenz zwischen dem Sacheigentum an einem Manuskript oder einem Buch und den Rechten an den Gedanken des Verfassers abhebt: »Diejenigen, welche den Verlag eines Buchs als den Gebrauch des Eigenthums an einem Exemplare (es mag nun als Manuscript vom Verfasser, oder als Abdruck desselben von einem schon vorhandenen Verleger auf den Besitzer gekommen sein) ansehen und alsdann doch durch den Vorbehalt gewisser Rechte, es sei des Verfassers, oder des von ihm eingesetzten Verlegers, den Gebrauch noch dahin einschränken wollen, daß es unerlaubt sei, es nachzudrucken, – können damit niemals zum Zwecke kommen. Denn das Eigenthum des Verfassers an seinen Gedanken (wenn man gleich einräumt, daß ein solches nach äußern Rechten statt finde) bleibt ihm ungeachtet des Nachdrucks (...) Ich glaube aber Ursache zu haben, den Verlag nicht als das Verkehr mit einer Waare in seinem eigenen Namen, sondern als die Führung eines Geschäftes im Namen eines andern, nämlich des Verfassers, anzusehen und auf diese Weise die Unrechtmäßigkeit des Nachdrucks leicht und deutlich darstellen zu können.«⁶⁹

Die Rechte des Verlegers entspringen Kants Auffassung zufolge nicht

67 Immanuel Kant, *Die Metaphysik der Sitten. Erster Theil. Metaphysische Anfangsgründe der Rechtslehre* (1797). In: Ders., *Kants Werke. Akademie-Textausgabe*. Bd. 6: *Die Religion innerhalb der Grenzen der bloßen Vernunft. Die Metaphysik der Sitten*. Berlin: de Gruyter, 1968, S. 243–428.

68 Vgl. Franz Hespe, »Eigentum ist das Wesen der Freiheit. Rechtsbegründung bei Hegel und Kant«. In: *Hegel-Jahrbuch*. 1993/94. Hrsg. von Andreas Arndt, Karol Bal und Henning Ottmann. Berlin: Akademie, 1995, S. 102–112, S. 104, 108.

69 Immanuel Kant, »Von der Unrechtmäßigkeit des Büchernachdrucks« (1785). In: *Kants Werke. Akademie-Textausgabe*. Bd. 8: *Abhandlungen nach 1781*. Berlin: de Gruyter, 1968, S. 77–88, S. 79.

dem Gebrauch des Eigentums an einem Exemplar. Der Verleger handle stattdessen nur im Auftrag des Autors als dessen Geschäftsführer; das gedruckte Schriftwerk entspreche einer öffentlichen Rede, die der Verleger anstelle des Autors halte, die zu führen entsprechend dessen Genehmigung erfordere. Die Kantische Auffassung des Urheberrechts als »ius personalissimum« stellt also bereits eine frühe Form des Persönlichkeitsrechts dar. Konnte mit der ursprünglichen naturrechtlichen Auffassung auch die Vorstellung einhergehen, daß mit der Weitergabe des Manuskripts als des Ausdrucks der Arbeit des Urhebers auch dessen Rechte am Werk veräußert würden, wendet sich Kant gerade dagegen.

Johann Gottlieb Fichte schließt 1791 in seinem *Beweis der Unrechtmäßigkeit des Büchernachdrucks* an Kant an.⁷⁰ Der Verfasser besitze ein natürliches, angeborenes und unveräußerliches Eigentumsrecht an seinen Gedanken, der Verleger hingegen nur ein Nutzungsrecht. Mit der Veröffentlichung werde der Inhalt eines Buches Gemeineigentum, jeder Buchkäufer könne seinen Inhalt durchdenken und ihn sich zu eigen machen. Ausschließliches Eigentum des Urhebers bliebe allerdings die Form der geäußerten Gedanken. Demnach besteht ein unzertrennliches moralisches Band zwischen dem Urheber und seinem Werk.⁷¹

Wie bei Kant gründen bei Hegel die Rechtsverhältnisse in Eigentumsverhältnissen, wenn auch bei ihm Person und Eigentum teleologisch auf die Ermöglichung von Sittlichkeit und damit auf den bürgerlichen Staat ausgerichtet sind. Der Staat ist bei ihm Ziel, und nicht bloß Mittel der Sicherung von Eigentumsverhältnissen wie bei Kant.⁷²

Erst durch das Eigentum wird eine äußere Sphäre geschaffen, in der die einzelnen Personen intersubjektiv agieren können. Über die Gegenstände realisiert das Subjekt seine Selbstbestimmung in der Welt und damit seine äußere Freiheit. »Die Person, sich von sich unterscheidend, verhält sich zu einer *anderen Person*, und zwar haben beide nur als Eigentümer füreinander Dasein. Ihre *an sich* seiende Identität erhält Existenz durch das Übergehen des Eigentums des einen in das des anderen mit gemeinsamen Willen und Erhaltung ihres Rechts – im *Vertrag*.«⁷³ Darin liegt auch der Rechtsgrund des Eigentums: er erlaubt der Person, sich in einer äußeren Objektivität Dasein zu geben. »Die Person muß sich eine äußere *Sphäre ihrer Freiheit* geben, um als Idee zu sein.«⁷⁴

Besitz ist nicht mit Eigentum identisch. Während die Aneignung, die

70 Johann Gottlieb Fichte, »Beweis der Unrechtmäßigkeit des Büchernachdrucks. Ein Räsonnement und eine Parabel« (1781). In: Ders., *Gesamtausgabe der bayerischen Akademie der Wissenschaften*. Bd. 1: *Werke 1791–1794*. Hrsg. von Reinhard Lauth und Hans Jacob. Stuttgart-Bad Cannstadt: Friedrich Frommann, 1964, S. 405–426.

71 Ähnlich Hegel, *Grundlinien der Philosophie des Rechts* (s. Anm. 65), § 69.

72 Vgl. Hesse (s. Anm. 68), S. 108. – Der liberale Staat im Sinne Lockes und Kants gilt Hegel als bloßer »Not- und Verstandesstaat«. (Hegel, *Grundlinien der Philosophie des Rechts* (s. Anm. 65), § 183.)

73 Ebd., § 40.

74 Ebd., § 41 – Im *Zusatz* zu diesem Paragraphen heißt es: »Das Vernünftige des Eigentums liegt nicht in der Befriedigung der Bedürfnisse, sondern darin, daß sich die bloße Subjektivität der Persönlichkeit aufhebt. Erst im Eigentume ist die Person als Vernunft.«

Besitzergreifung der Materie (mithin die Arbeit) nicht von der besonderen Qualität der Materie abstrahieren kann, ist doch der bloße Besitz einer Sache letztlich privatim und zufällig. Erst der Übergang zum Eigentum, und damit zur Abstraktion von allen besonderen Qualitäten (marxistisch gesprochen: indem das Produkt zur Ware wird), ermöglicht den gesellschaftlichen Austausch.⁷⁵ Doch auch wenn die Gegenstände als Eigentum von jeder besonderen Qualität abstrahieren müssen, damit die Person im gesellschaftlichen Austausch ihre äußere Freiheit realisieren kann – der Gegenstand ist Gegenstand des Willens und soll als abstrakte Form jederzeit disponibel sein für jede beliebige Zwecksetzung – stellt das »geistige Eigentum« eine Sonderform dar, insofern dieses zugleich ein Inneres des Geistes darstellen und eben nicht unmittelbar der äußeren Sphäre zugerechnet werden kann.⁷⁶ Insofern das Gedachte sich in Form eines konkreten Werks äußert, wird es entäußert und erhält gegenständlichen Charakter. Der immaterielle Teil des Gegenstands kann sich aber von anderen angeeignet werden, ohne daß dies durch eine Äquivalentform abgegolten werden könnte.⁷⁷

Immaterielles Eigentum spielt bei Hegel eine besondere Rolle, insofern er hier ausdrücklich nicht von den besonderen Qualitäten abstrahiert und es nicht auf die Warenform zurückführt. Er zeigt hier eine geradezu »brutale Interessiertheit für den Stoff«, die alle marxistischen Apologeten einer kapitalistischen Wissensgesellschaft aufhorchen lassen sollte. Hegel bestimmt nämlich ausdrücklich für das Eigentumsrecht an Wissen Schranken, die es vom gewöhnlichen Eigentum unterscheiden: »Indem übrigens das Geistesprodukt die Bestimmung hat, von anderen Individuen aufgefaßt und ihrer Vorstellung, Gedächtnis, Denken usf. zu eigen gemacht zu werden [, so hat] ihre Äußerung, wodurch sie das *Gelernte* (denn Lernen heißt nicht nur, mit dem Gedächtnis die Worte auswendig zu lernen – die Gedanken anderer können nur durch Denken aufgefaßt werden, und dies Nach-denken ist auch Lernen) gleichfalls zu einer *veräußerbaren Sache* machen, immer leicht irgendeine eigentümliche *Form*, so daß sie das daraus erwachsende Vermögen als ihr Eigentum betrachten und für sich das Recht solcher Produktion daraus behaupten können. Die Fortpflanzung der Wissenschaften überhaupt und das bestimmte Lehrgeschäft insbesondere ist, seiner Bestimmung und Pflicht nach, am bestimmtesten bei positiven Wissenschaften, der Lehre einer Kirche, der Jurisprudenz usf., die *Repetition* festgesetzter, überhaupt schon geäußelter und von außen aufgenommener Gedanken, somit auch in Schriften, welche das Lehrgeschäft und die Fortpflanzung und Verbreitung der Wissenschaften zum Zweck haben. [Folgt Abgrenzung vom Plagiat.] (...) Gesetze gegen den *Nachdruck* erfüllen daher ihren Zweck, das Eigentum der Schriftsteller und der Verleger rechtlich zu sichern, zwar in dem bestimmten, aber sehr beschränkten Umfange.«⁷⁸

75 Ebd., § 52.

76 Ebd., § 43.

77 Ebd., §§ 68 f.

78 Ebd., § 69.

Die weitere juristische Entwicklung des Urheberrechts

Infolge der Revolution wird 1791 das erste französische Urhebergesetz erlassen, in dem das Urheberrecht in naturrechtlicher Tradition als geistiges Eigentum anerkannt wird. »Jede Entdeckung oder neue Erfindung auf allen Gebieten der Industrie ist Eigentum des Erfinders.«⁷⁹ Zwar wurde in Frankreich das Eigentumsrecht des Erfinders als natürliches angesehen, doch war es nicht absolut. Das Interesse der Allgemeinheit fand durch eine zeitliche Befristung des Schutzes auf 15 Jahre, durch den Zwang zur Offenlegung der Erfindung sowie durch einen Ausführungszwang binnen zwei Jahren Berücksichtigung.

Anschließend kam es zum Erlaß von verschiedenen nationalen Urheberrechten – so schrieb etwa das preußische Urhebergesetz von 1837 den Urhebern ein ausschließliches Vervielfältigungsrecht zu, das erst 30 Jahre nach ihrem Tod erlischt –, die den Schutz entgegen der naturrechtlichen Begründung jedoch nur Inländern zuteil werden ließen. Es stellt sich die Frage, wieso das moderne, im 19. Jahrhundert sich entfaltende Urheberrecht dem Territorialprinzip unterworfen wurde. Nach Elmar Wadle waren die naturrechtlichen Begründungen des 18. Jahrhunderts noch zu jung und umstritten, um sich bereits vollständig im positiven Recht durchsetzen zu können und ein *ius commune* von Urhebern oder Verlegern zu konstituieren. Die Doktrin des Protektionismus habe auch die immateriellen Schutzrechte bestimmt; Wadle konstatiert eine »Unfähigkeit, das Urheberrecht auf der Basis naturrechtlicher Denkanstöße weiter zu entwickeln«.⁸⁰

Erste Versuche zwischenstaatlicher Regelungen wurden in Deutschland und Italien gemacht, Ländern also, in denen eine Vereinheitlichung aufgrund der politischen Zersplitterung besonders drängend war. In Deutschland wurde im Deutschen Bund in den Jahren 1815 bis 1837 eine Diskussion über die Harmonisierung des Urheberrechts geführt. Vorreiter der Entwicklung war schließlich Preußen: Veranlaßt durch Goethes Privilegiengesuch von 1827 schloß Preußen insgesamt 31 bilaterale Abkommen mit anderen deutschen Staaten, alle auf der Grundlage des Prinzips der formellen Gegenseitigkeit, das heißt der Gleichstellung der fremden mit den eigenen Untertanen.⁸¹ Zugleich suchte Preußen auch Mindeststandards zu etablieren, was in der Bundesversammlung 1835 gelang: »Die höchsten und hohen Regierungen vereinbarten sich dahin, daß der Nachdruck im Umfange des ganzen Bundesgebiets zu verbieten und das schriftstellerische Eigenthum nach gleichförmigen Grundsätzen festzustellen und zu schützen sey.«⁸²

79 Zitiert nach Hubmann und Götting (s. Anm. 42), S. 21.

80 Elmar Wadle, »Zur Geschichte des Urheberrechts in Europa«. In: *Entwicklung des Europäischen Urheberrechts*. Wissenschaftliches Kolloquium anlässlich des 70. Geburtstags von Gerhard Reischl. Hrsg. von Georg Ress. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft, 1989, S. 9–20, S. 20.

81 Ebd., S. 17.

82 Protokolle der Deutschen Bundesversammlung 1835, S. 270, zitiert nach Wadle (s. Anm. 80), S. 18.

Eckhard Höffner vertritt in seiner Untersuchung der Büchermärkte von Deutschland, England und Frankreich im 18. und 19. Jahrhundert die These, daß das lange Fehlen eines Urheberrechtes zu einer Blüte des Verlagswesens, der wissenschaftlich-technischen Fachliteratur und letztlich zum Anschluß des ökonomisch rückständigen Deutschlands an die führenden Industrie- und Wirtschaftsnationen führte. Die billigen Nachdrucke führten zu einer Diversifizierung des Angebots; die Originalverleger boten neben den teuren Ausgaben günstige an. Ab 1820 war Deutschland die führende Buchnation, insbesondere die Autorenhonorare waren relativ hoch und viele Hochschulprofessoren verdienten sich ein Zubrot. Aus diesem regen wissenschaftlichen Diskurs, so Höffner, habe sich dann die Gründergeneration entwickelt und damit die Grundlage für die spätere Großindustrie. Mit der Einführung des Urheberrechts 1835 sanken die Anzahl und Auflage von Neuerscheinungen; es kam zu einer Konsolidierung des Buchmarkts.⁸³

Eine ähnliche Entwicklung läßt sich auch bei der Entstehung des Patentschutzes beobachten: Nachdem in den ersten 40 Jahren des 19. Jahrhunderts in einzelnen deutschen Territorialstaaten (Preußen, Württemberg, Bayern, Sachsen, Hannover und Hessen) Regelungen über die Patenterteilung erlassen wurden, führte ausgerechnet die Gründung des deutschen Zollvereins zu einer Einschränkung des Patentschutzes. Die den Handel beschränkenden Erfindermonopole wurden begrenzt, um die aus den »Privilegien hervorgehenden Beschränkungen der Freiheit des Verkehrs unter den Vereinststaaten möglichst zu beseitigen«, wie es in einer 1842 beschlossenen *Übereinkunft der im Zollverein verbundenen Staaten* hieß.⁸⁴ Fortan sollte das Patent lediglich ein ausschließliches Herstellungsrecht begründen, jedoch kein exklusives Gebrauchs- und Verwertungsrecht.⁸⁵

In der Folge entstand in Anlehnung an die englische Freihandelslehre eine Antipatentbewegung, die Patente als Residuen des überkommenen Privilegienwesens und als monopolistische Beschränkung der Gewerbefreiheit betrachtete. Die Mehrzahl der preußischen Handelskammern sprach sich 1853 in einer Umfrage der preußischen Regierung gegen den Patentschutz aus, und noch 1868 erklärte der Bundeskanzler im Bundesrat des Norddeutschen Bundes, es dürfe vom theoretischen Standpunkt aus als anerkannt gelten, daß die Gewährung eines exklusiven Rechts für die Ausbeutung gewerblicher Erfindungen weder durch ein vom Staat zu schützendes natürliches Recht des Erfinders geboten noch aus der Kompetenz allgemeiner wirtschaftlicher Grundsätze abzuleiten sei.⁸⁶

Die mittlerweile erstarkte Industrie sprach sich dann aber bald für einen Patentschutz aus, wobei rhetorisch insbesondere auf das öffentliche Interesse am Erfinderschutz abgehoben wurde.⁸⁷

Im Zuge der Reichsgründung wurde 1870/71 mit dem in naturrechtli-

83 Eckhard Höffner, *Geschichte und Wesen des Urheberrechts*. 2 Bände. München: VEW, 2010.

84 Zitiert nach Hubmann und Götting (s. Anm. 42), S. 25.

85 Ebd., S. 25 f.

86 Ebd., S. 26 f.

87 Ebd., S. 27.

cher Tradition stehenden »Gesetz betr. das Urheberrecht an Schriftwerken, Abbildungen, musikalischen Kompositionen und dramatischen Werken« die erste gesamtdeutsche Regelung erlassen. 1877 wurde das erste deutsche Patentgesetz verabschiedet. Dieses basierte auf dem Anmelderprinzip und erteilte dem ersten, der eine Erfindung anmeldete, ein Patent. Entsprechend wurde auch kein Recht des Erfinders an einem Patent anerkannt. Zudem wurden ab 1871 in Deutschland neben Urheber- und Patentschutz- auch Markenschutz- und Musterrechtsgesetze erlassen.

1873 forderte der anlässlich der Weltausstellung in Wien zusammengetretene internationale Patentkongreß eine Vereinheitlichung der nationalen Patentschutzrechte, was sich aufgrund der unterschiedlichen nationalen Rechtsgrundsätze jedoch nicht verwirklichen ließ. Während elf Staaten mit der »Pariser Übereinkunft zum Schutze des gewerblichen Eigentums« (Pariser Verbandsübereinkunft, PVÜ) den internationalen Schutz von Patenten und Warenzeichen innerhalb eines Staatenverbundes vereinbarten, suchte Deutschland dies durch bilaterale Vereinbarungen zu erreichen. 1891 wurde mit Österreich-Ungarn ein Vertrag über den gegenseitigen Patent-, Muster- und Markenschutz abgeschlossen. Der PVÜ trat Deutschland erst 1903 bei.⁸⁸

Auf diese Zeit ist auch der Beginn der Kooperation auf internationaler Ebene zu datieren: zu nennen sind neben der bereits erwähnten Pariser Verbandsübereinkunft von 1883 die Berner Übereinkunft von 1886⁸⁹ und das Madrider Markenabkommen von 1891. 1891 wurde in Deutschland das Gebrauchsmustergesetz erlassen, 1896 das erste Gesetz gegen unlauteren Wettbewerb. 1901 wurden das »Gesetz betr. das Urheberrecht an Werken der Literatur und der Tonkunst« sowie das Verlagsgesetz verabschiedet, 1907 das Kunsturhebergesetz. Erst 1936 wurde ein Patentgesetz erlassen, das den Schutz neuschöpferischer Entwicklungen sicherstellen soll und in dem das Anmelderprinzip durch das Erfinderprinzip ersetzt und dem Erfinder grundsätzlich ein Anrecht auf ein Patent zugesprochen wird.⁹⁰ 1965 wurde das Urhebergesetz von 1901 durch das noch heute geltende »Gesetz über Urheberrecht und verwandte Schutzrechte« (UrhG) abgelöst, das 2003 und 2008 durch ein »Gesetz zur Regelung des Urheberrechts in der Informationsgesellschaft« ergänzt wurde.⁹¹

3.4 VERGLEICH BEIDER TRADITIONEN

Die naturrechtlich begründeten, kontinentaleuropäischen geistigen Eigentumsrechte entstanden parallel und in Austausch mit der romantischen Literaturtheorie.⁹² Der Autor wird hier als origineller, genialer und al-

88 Hubmann und Götting (s. Anm. 42), S. 41 f.

89 Siehe unten, Abschnitt 3,5 auf Seite 180.

90 Hubmann und Götting (s. Anm. 42), S. 29.

91 Vgl. dazu Till Kreuzer, »Das Spannungsfeld zwischen Wissen und Eigentum im neuen Urheberrecht«. In: *Wissen und Eigentum. Geschichte, Recht und Ökonomie stoffloser Güter*. Hrsg. von Jeanette Hofmann. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung, 2006, S. 109–140.

92 Vgl. Martha Woodmansee und Peter Jaszi, »Die globale Dimension des Begriffs der ›Autorschaft‹«. In: *Rückkehr des Autors. Zur Erneuerung eines umstrittenen Begriffs*. Hrsg. von Fotis Jannidis u. a. Tübingen: Max Niemeyer, 1999, S. 391–419.

leiniger Urheber eines Werks betrachtet in dem Sinne, daß nicht eine Variation, Imitation oder Adaption stattfindet, sondern ein nie dagewesenes, »originales« Werk hergestellt wird.⁹³ Der Hauptunterschied zum Copyright liegt darin, daß aufgrund der naturrechtlichen Auffassung ein unzertrennliches Band zwischen dem Urheber und seinem Werk angenommen wird. Das Urheberrecht scheidet die geistigen Eigentumsrechte in die unabtretbaren moralischen Urheberpersönlichkeitsrechte und in die von diesen abgeleiteten Verwertungs- oder Nutzungsrechte, die allein übertragbar sind. Lediglich durch den Tod des Urhebers kann das Urheberrecht auf seine Erben übertragen werden, das nach der Revidierten Berner Übereinkunft frühestens 50 Jahre nach seinem Tod erlischt.⁹⁴ Im Gegensatz dazu kann ein Urheber in der Copyright-Tradition Dritten nicht bloß Nutzungsrechte einräumen, sondern können die Copyright-Rechte insgesamt übertragen werden – was sogar die Regel darstellt, da das angloamerikanische System als Recht der Verlage entstanden ist. Als »Verwertungsrecht« erfordert das Copyright auch keine besondere Schöpfungs- oder Gestaltungshöhe eines Werks wie das kontinentaleuropäische Autorenrecht, sondern im Gegenzug ein Mindestmaß an »Arbeit, Fertigkeit und Urteilsvermögen«. Das Copyright ist in Allianz mit den Kontrollbedürfnissen des Staates entstanden und verfolgt unmittelbar das Ziel, dem vom Druckerverleger ausgelegten Kapital die Verwertung zu ermöglichen. Seine kontinentaleuropäische Variante dagegen betont eher das wissenschaftliche Ideal des Urhebers; auch datiert es erst viel später: mit Beginn der Industrialisierung an der Wende zum 18. Jahrhundert.

In beiden Theorien wird indes unterschieden zwischen reinen Ideen, die in jeder Hinsicht frei sind, und ihren allein schutzfähigen, sinnlich wahrnehmbaren Ausdrücken. Während der informative Gehalt als nicht schutzfähig gilt, ist die Vergegenständlichung in Form eines Werkstücks schutzfähig. Beide Traditionen reflektieren zudem das besondere Gestehungsgefüge von Ideen. Eine neue Idee tritt nach beiden Auffassungen mit ihrer Freigabe unwiederbringlich aus dem *forum internum* ihres Urhebers in das *forum externum* der Öffentlichkeit heraus und wird damit Teil des umfassenden gesellschaftlichen Wissensgebäudes, das als Grundlage für neue geistige Schöpfungen dient. Beiden Traditionen ist ferner gemein, daß eine »Balance« zwischen den Interessen der Öffentlichkeit und denen des Urhebers bzw. des Copyrightinhabers gesucht wird. Das Spannungsverhältnis wird auch deutlich in der Allgemeinen Menschenrechtserklärung der Vereinten Nationen, die in Artikel 27 bestimmt: »(1) Everyone has the right freely to participate in the cultural life of the community, to enjoy the arts and to share in scientific advancement and its benefits. (2) Everyone has the right to the protection of the moral and material interests resulting from any scientific, literary or artistic production of which he is the author.« Die Rechtsliteratur weist zudem darauf hin, daß in der

93 Zur Entwicklung des Geniebegriffs in der Romantik und die zentrale Rolle Herders und Goethes vgl. Peter Huber, »Kreativität und Genie in der Literatur«. In: *Kreativität*. Hrsg. von Rainer M. Holm-Hadulla. Heidelberger Jahrbücher 44. Berlin und Heidelberg: Springer, 2000, S. 205–226; Gieseke, *Vom Privileg zum Urheberrecht* (s. Anm. 2), S. 178.

94 Zur Revidierten Berner Übereinkunft siehe unten, Abschnitt 3.5 auf der nächsten Seite.

US-amerikanischen Variante, die das *Mittel*, Autoren und Erfindern für eine bestimmte Zeit das ausschließliche Recht an ihren Schriften und Entdeckungen zu sichern, utilitaristisch an den *Zweck* bindet, den Fortschritt der Wissenschaft und der nützlichen Künste zu fördern, zwischen zwei öffentlichen Interessen abgewogen wird. Die den Urhebern gewährten Rechte sind utilitaristisch an die Steigerung von Wissen und Bildung gebundene Rechte. Das Copyright vermittelt so zwei sich widersprechende öffentliche Interessen: einerseits das öffentliche Interesse an der Schaffung von Wissen und andererseits das öffentliche Interesse am maximalen Zugang zu diesem Wissen.⁹⁵ Aus diesem Spannungsverhältnis leitet sich in Copyright-Ländern das Recht des »Fair Use« her. In Deutschland ergibt sich das Spannungsfeld dagegen aus der Sozialpflichtigkeit des Eigentums (GG Art. 14, Abs. 2). So findet das Urheberrecht seine Schranken etwa in der Rechtspflege und öffentlichen Sicherheit (§ 45 UrhG), in den Bedürfnissen behinderter Menschen (§ 45 a), in Sammlungen für Kirchen-, im Schul- oder Unterrichtsgebrauch (§ 46) bzw. in Schulfunksendungen (§ 47), in der öffentlichen Rede (§ 48) und in Zeitungsartikeln und Rundfunkkommentaren (§ 49), in der Berichterstattung über Tagesereignisse (§ 50), im Zitat (§ 51), in der öffentlichen Wiedergabe (§ 52), in der öffentlichen Zugänglichmachung für Unterricht und Forschung (§ 52 a), in Vervielfältigungen zum privaten und sonstigen eigenen Gebrauch (§ 53) sowie im Rahmen von Ausstellungen, öffentlichem Verkauf und öffentlich zugänglichen Einrichtungen (§ 58) und an öffentlichen Plätzen (§ 59). Allerdings besteht grundsätzlich eine Vergütungspflicht (§ 54 ff.) sowie eine Pflicht zur Quellenangabe (§ 63).

Sowohl dem Copyright wie dem Urheberrecht ist ferner gemein, daß die geistigen Schutzrechte nur temporär gewährt werden. Nach Ablauf der Schutzfrist geht das geistige Eigentum in Gemeineigentum über. Lawrence Lessig spricht diesbezüglich von einem im Urheberschutzrecht angelegten Kommunismus: »Das Urheberrecht ist ein Monopol, das der Staat den Produzenten geistigen Eigentums gewährt, damit sie weiteres geistiges Eigentum produzieren. Nach einer bestimmten Zeit geht das Produkt ihrer Arbeit in Gemeinbesitz über, und jeder darf es nutzen. Das ist Kommunismus, und zwar mitten in dem von unserer Verfassung vorgegebenen Schutz geistigen Eigentums. Dieses ›Eigentum‹ ist kein Eigentum im gewöhnlichen Sinne des Wortes.«⁹⁶

3.5 INTERNATIONALE VEREINBARUNGEN

Bereits 1852 hatte Frankreich den Urheberschutz auf Werke der Autoren anderer Nationen ausgedehnt, und 1883 war mit der »Pariser Verbands-

⁹⁵ Vgl. Niva Elkin-Koren, "Copyright Policy and the Limits of Freedom of Contract." In: *Berkeley Technology Law Journal* 12.1 (Spring 1997), pp. 93–114. URL: http://btlj.boalt.org/data/articles/12-1_spring_1997_symp_4-elkin-koren.pdf (besucht am 10. 04. 2006); Grassmuck, *Freie Software zwischen Privat- und Gemeineigentum* (s. Anm. 29), S. 67.

⁹⁶ Lessig (s. Anm. 32), S. 238 f.

übereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums« (PVÜ)⁹⁷ von zunächst elf Unterzeichnerstaaten der internationale Schutz von Patenten und Warenzeichen vereinbart worden. Der erste zwischenstaatliche Vertrag, der die unterzeichnenden Nationen zur gegenseitigen Anerkennung des Urheberrechtes verpflichtete war die auf eine Initiative von Victor Hugo zurückgehende und 1886 angenommene »Berner Übereinkunft zum Schutze von Werken der Literatur und Kunst«.⁹⁸

Das Berner Abkommen ist in der Folgezeit häufig Revisionen unterzogen worden, seit 1908 spricht man daher von der *Revidierten Berner Übereinkunft* (RBÜ). 1928, 1948, 1967 und 1971 fanden weitere grundlegende Überarbeitungen statt. Aktuell ist die RBÜ in ihrer Fassung von 28. September 1979 gültig.

Die RBÜ steht in der kontinentaleuropäischen Autorenrechtstradition. Sie erkennt die moralischen Autorenrechte an, und der Schutz von Werken erfolgt automatisch, das heißt es wird keine Registrierung und kein Copyright-Vermerk vorausgesetzt. Eine minimale Schutzdauer von fünfzig Jahren über den Tod des Urhebers hinaus wird garantiert, wobei es im Ermessen der Vertragsstaaten liegt, diese Periode zu verlängern. So hat etwa die Europäische Union 1993 diese Zeitspanne im Rahmen einer Harmonisierung des Urheberrechts auf 70 Jahre ausgedehnt.

Erklärtermaßen war es das vorrangige Ziel sowohl der RBÜ wie der PVÜ, den Gedanken des Immaterialgüterrechts zu etablieren. Dabei sollte Staaten der Beitritt zu den Abkommen möglichst leicht gemacht werden. Die Abkommen definierten recht moderate Mindeststandards und folgten dem Prinzip der Inländergleichbehandlung, wonach jeder Angehörige eines Unionsstaats in einem Gastland den gleichen Schutz wie dessen Bürger erfährt, auch wenn der jeweilige Heimatstaat keine entsprechende Regelung vorsieht (sog. »Assimilationsprinzip«). Staaten mit relativ hohen Immaterialgüterrechtsstandards erbrachten so eine zum Teil nicht unerhebliche Vorleistung gegenüber den anderen Mitgliedsstaaten. Entsprechend schufen weder die RBÜ noch die PVÜ ein vereinheitlichtes, universell geltendes Schutzsystem.

Aufgrund seiner naturrechtlichen Herkunft traf das Berner Abkommen lange auf den Widerstand der Copyright-Nationen. Deren Tradition näher stand das 1952 in Genf verabschiedete und 1955 in Kraft getretene Welturheberrechtsabkommen der UNESCO (*Universal Copyright Convention*, UCC), das jedoch gegenüber der RBÜ nachgängig ist und daher seit 1988 mit dem Beitritt Englands und der Vereinigten Staaten zum Berner Abkommen an Bedeutung verloren hat. Das amerikanische Recht erkennt indessen immer noch keine Urheberpersönlichkeitsrechte an.⁹⁹

97 URL: <http://www.wipo.int/treaties/en/ip/paris/index.html>. – Bei der folgenden Schilderung der internationalen Regelungen folge ich in der Hauptsache Grassmuck, *Freie Software zwischen Privat- und Gemeineigentum* (s. Anm. 29), S. 62 ff.

98 URL: <http://www.wipo.int/treaties/en/ip/berne/index.html>.

99 Die moralischen Urheberrechte werden von der RBÜ in Art. 6^{bis} behandelt. – Grassmuck merkt dazu an: »Die USA, die bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts ausländischem geistigen Eigentum keinen Rechtsschutz gewährten, entsenden heute Regierungs- und Handelsmissionen in alle Welt (China, Thailand, Indien, Rußland usw.), um dort die Ver-

Zur Durchführung von Verwaltungsaufgaben, die sich aus der Pariser Verbandsübereinkunft von 1883 und des Berner Abkommens von 1886 ergaben, wurden 1884 bzw. 1886 internationale Büros gegründet, die 1893 zum »Bureaux internationaux réunis pour la protection de la propriété intellectuelle« (BIRPI) mit Sitz in Bern vereint wurden.¹⁰⁰ 1960 verlagerte das Büro seinen Sitz nach Genf, um näher an den Vereinten Nationen und anderen internationalen Organisationen zu sein. 1967 wurde als Folge des Abkommens über die Errichtung der *World Intellectual Property Organization* (WIPO) das BIRPI in die WIPO umgewandelt, die fortan auch als Ansprechpartner für die Mitgliedsstaaten tätig war. 1974 wurde die WIPO eine Behörde der Vereinten Nationen mit dem Mandat, im Auftrag der UNO-Mitgliedsstaaten Belange des geistigen Eigentums handzuhaben. 1893 verwaltete das BIRPI mit sieben Mitarbeitern vier Staatsverträge, heute sind fast 1000 Mitarbeiter der WIPO für 23 Staatsverträge zuständig. Die WIPO zählt zu ihren Aufgaben die Harmonisierung der verschiedenen nationalen Gesetzgebungen zu geistigem Eigentum, die Bereitstellung von Diensten zur gewerblichen Anwendbarkeit von Industriepatenten (»industrial property rights«), den Austausch von Informationen zu geistigen Eigentumsrechten, die Einflußnahme auf Entwicklungsländer, die Schiedsgerichtsbarkeit bei Auseinandersetzungen um geistiges Eigentum sowie die Bereitstellung einer Datenbank, die es Interessenten ermöglicht, alle relevanten Informationen über kommerziell verwertbare (»valuable«) geistige Eigentumsüter abzufragen. Gegenwärtig (August 2011) sind 184 Nationen Mitglied der WIPO.

1996 verabschiedete die WIPO zwei Richtlinien zu Autorenrechten in digitalen Medien, den »WIPO Copyright Treaty« (WCT)¹⁰¹ und den »WIPO Performances and Phonograms Treaty« (WPPT)¹⁰², die die Rechte von Urhebern von Computerprogrammen und Datenbanken bzw. die Rechte der Künstler und Produzenten von Audiowerken festlegen und die bis 2002 in den nationalen Gesetzgebungen umgesetzt werden mußten.

Ebenfalls 1996 kam es zu einem strategischen Kooperationsvertrag zwischen der WIPO und der Welthandelsorganisation (»World Trade Organization«, WTO). Diese Behörde wurde im April 1994 in Marrakesch, Marokko im Rahmen der Uruguayer Runde des »General Agreement on Tariffs and Trade« (GATT) gegründet als multilaterale Dachorganisation der Verträge GATT, GATS und TRIPS. Das GATT entstand als völkerrechtlicher Vertrag 1947,¹⁰³ nachdem der ursprüngliche Plan der Errichtung einer internationalen Handelsorganisation (ITO) scheiterte. Erklärtes Ziel des GATT ist der Abbau von Zöllen und anderen Handelsschranken. In acht Verhandlungsrunden von 1947 bis 1994 wurde die Liberalisierung des Handels sukzessive vorangetrieben. In der letzten Verhandlungsrunde, der sogenannten Uruguayer Runde, wurde der

wertungsrechte der amerikanischen Software-, Musik- und Filmindustrie zu verteidigen.« (Grassmuck, *Freie Software zwischen Privat- und Gemeineigentum* (s. Anm. 29), S. 63.)

100 Zur Geschichte des BIRPI siehe URL: <http://www.wipo.int/treaties/en/general/>.

101 URL: <http://www.wipo.int/treaties/en/ip/wct/index.html>.

102 URL: <http://www.wipo.int/treaties/en/ip/wppt/index.html>.

103 Die Bundesrepublik Deutschland trat 1951 bei.

Schwerpunkt vom Warenhandel erstmals auf den »Handel mit Dienstleistungen« und den »Schutz geistigen Eigentums« gelegt. Mit dem »General Agreement on Trade in Services« (GATS)¹⁰⁴ und dem »Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights« (TRIPS)¹⁰⁵ wurde der Handel von Dienstleistungen und geistigem Eigentum als zweite bzw. dritte Säule des multilateralen Handelssystems geregelt. Versäumnisse eines Unterzeichnerstaats bezüglich der Anwendung bzw. Durchführung der Verordnungen zu geistigem Eigentum gelten als »unfaire Handelspraxis« und sind sanktionierbar. Desweiteren wurden Zollsenkungen, eine schrittweise Öffnung der Agrarmärkte sowie eine Senkung der Agrar-subventionen vereinbart. In Folge der Uruguayer Runde wurde zugleich mit der Welthandelsorganisation WTO erstmals formell eine internationale Organisation zur Regelung des internationalen Handelsverkehrs gegründet.

Das TRIPS-Abkommen deckt die Bereiche »Urheberrecht und seine Nebenrechte«, »Warenzeichen«, »Geographische Benennungen« und »Patente« ab. Alle werden ausführlich definiert, lediglich beim Urheberrecht wird sich mit der Erklärung begnügt, daß »Members shall comply with Articles 1 through 21 of the Berne Convention (1971) and the Appendix thereto« (Art. 9, Abs. 1, Satz 1). Ergänzt wird dies durch den Zusatz, daß Computerprogramme als literarische Werke ebenfalls unter die Revidierte Berner Übereinkunft fallen (Art. 10, Abs. 1).

Auch wenn sie diesen Vertragssystemen nicht beigetreten sind, verpflichtet das TRIPS-Abkommen seine Mitglieder zur Anwendung der materiellrechtlichen Bestimmungen von PVÜ und RBÜ in deren jeweils letzter Revision. Doch stellt das TRIPS-Abkommen keinesfalls eine bloße Fortsetzung dieser Abkommen dar, da es seine Mitglieder durch die positive Formulierung (»shall comply«) zum Tätigwerden verpflichtet und nicht bloß konventionswidriges Verhalten untersagt.¹⁰⁶ Die PVÜ/RBÜ-Standards werden aus dem Rahmen der Verbandsübereinkünfte herausgelöst und in das TRIPS-Abkommen integriert, in dessen Zusammenhang sie folglich auszulegen sind. Dies führt dazu, wie Franz-Werner Haas schreibt, »daß die in das Welthandelssystem integrierten Unionsrechte trotz der Übernahme desselben Wortlauts im Rahmen des TRIPS-Abkommens eine völlig andere Bedeutung erlangen.«¹⁰⁷ Deutlich wird dies etwa daran, daß Art. 9, Abs. 1, Satz 2 die »moral rights«, also die Urheberpersönlichkeitsrechte, aus dem TRIPS-Abkommen herausnimmt: »However, Members shall not have rights or obligations under this Agreement [the Berne Convention] in respect of the rights conferred under Article 6^{bis} of that Convention or of the rights derived therefrom.«¹⁰⁸ Obwohl also RBÜ

104 URL: http://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/26-gats_01_e.htm.

105 URL: http://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/27-trips_01_e.htm.

106 Vgl. Franz-Werner Haas, *Das TRIPS-Abkommen: Geistiges Eigentum als Gegenstand des Welthandelsrechts. Das TRIPS-Abkommen und seine Auswirkungen unter Berücksichtigung der Rechtsordnung der Europäischen Gemeinschaft*. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft, 2004, S. 75.

107 Ebd., S. 77.

108 Artikel 6^{bis} der RBÜ regelt die Urheberpersönlichkeitsrechte.

wie PVÜ in Tradition des kontinentaleuropäischen Urheberrechts stehen, ist dies beim TRIPS-Abkommen, das deren Bestimmungen integriert, offensichtlich nicht mehr der Fall.¹⁰⁹

3.6 ENDE DER BALANCE?

Aus der besonderen Natur des Wissens ergaben sich sowohl in der angloamerikanischen Copyright- wie in der kontinentaleuropäischen Autorenrechtstradition Einschränkungen der immateriellen Eigentumsschutzrechte gegenüber den materiellen. Da ein einzelnes Werk nie mehr sein kann »als ein Kräuseln auf dem Meer des kollektiven Wissens«¹¹⁰, werden den Autoren ausschließliche Verwertungsrechte nur eingeräumt, um sie in die Lage zu versetzen, weitere Werke zu schaffen. Die Vererbbarkeit der Schutzrechte kann vor diesem Hintergrund schon als fragwürdig gelten. Obgleich Umschlags- und Verwertungszyklen sich fortlaufend beschleunigen, findet keine Verkürzung der über den Tod des Urhebers ausgedehnten Schutzfrist statt, sondern ihre Verlängerung (im Zeichen einer vorgeblichen internationalen »Harmonisierung«). So wurde 1993 innerhalb der EU die Schutzfrist auf 70 Jahre festgelegt, die Vereinigten Staaten folgten diesem Beispiel 1998 mit dem »Sonny Bono Copyright Term Extension Act«.¹¹¹

Da eine Verlängerung der Schutzfristen über den Tod hinaus nicht den Urhebern nutzen kann, sondern lediglich der Rechteindustrie, konstatieren verschiedene Autoren eine generelle Tendenz der Verschiebung von einer Interessenabwägung der verschiedenen beteiligten Parteien hin zu einem Investitionsschutz.¹¹² Diese Verschiebung ist Ausdruck der wirtschaftsliberalen Vorstellung, der Markt werde für einen gerechten Interessenausgleich zwischen Rechteinhabern und Nutzern sorgen. Wenn geistiges Eigentum nur hinreichend geschützt sei und somit seine Verwertbarkeit als Handelsware gesichert, stellten Marktmechanismen die Entstehung und optimale Verbreitung des Wissens sicher.

Die dem GATT-Abkommen zugrundeliegende Prämisse des libera-

¹⁰⁹ Auf dem TRIPS-Abkommen baut auch das seit 2007 unter Ausschluß der Öffentlichkeit verhandelte multilaterale *Handelsabkommen gegen Produktpiraterie* (Anti-Counterfeiting Trade Agreement, ACTA) auf, das diesen Paradigmenwechsel fortzusetzen scheint. Vgl. Florent Latrive, »Das gebunkerte Wissen. Das neue Abkommen über Produktpiraterie handeln die Industriestaaten unter sich aus«. In: *Le Monde diplomatique* 9137 (2010). URL: http://www.monde-diplomatique.de/pm/2010/03/12.mondeText.artikel_a0046.idx, 10 (besucht am 05.04.2010).

¹¹⁰ Grassmuck, *Freie Software zwischen Privat- und Gemeineigentum* (s. Anm. 29), S. 71.

¹¹¹ Dieses Gesetz wurde auch als »Mickey-Mouse-Law« bekannt. In den Vereinigten Staaten war bereits mit der großen Revision des Copyright-Gesetzes von 1976 die Schutzfrist für geistiges Eigentum erhöht worden. War diese zuvor auf maximal zweimal 28 Jahre nach Anmeldung festgesetzt, wurde sie nicht zuletzt auf Betreiben des Disneykonzerns, dessen weltberühmte Micky Maus 1984 gemeinfrei geworden wäre, auf die Lebenszeit des Autors plus 50 Jahre bzw. 75 Jahre bei Auftragswerken bestimmt. Micky Maus hätte nach dieser Regelung 2003 ihren Schutz verloren. Der *Sonny Bono Copyright Term Extension Act* dehnte diese Spannen auf die Lebenszeit des Autors plus 70 Jahre bzw. 95 Jahre aus. Micky Maus bleibt damit bis 2023 urheberrechtlich geschützt.

¹¹² Etwa Grassmuck, *Freie Software zwischen Privat- und Gemeineigentum* (s. Anm. 29), S. 71.

len Freihandels geht zurück auf das von Adam Smith vorbereitete und von David Ricardo entwickelte *Theorem der komparativen Kostenvorteile*. Dieses besagt, daß sich der Handel für zwei Länder immer als vorteilhaft erweist, wenn in beiden Ländern das Verhältnis der Produktionskosten unterschiedlich ist. Wenn in einem Land das Kostenverhältnis eines Gutes A zu einem Gut B kleiner ist als im Ausland, besitzt dieses Land einen komparativen Vorteil. Wenn es sich auf die Produktion dieses Gutes spezialisiert, wird es für ein produziertes Gut mehr Einheiten des anderen Gutes importieren können, als es selbst zu produzieren in der Lage wäre. Umgekehrt stellt es sich für seinen Handelspartner als vorteilhaft heraus, Gut B zu produzieren, für dessen Produktion dieses Land einen komparativen Vorteil besitzt. Vorausgesetzt ist diesem System, das einen Kernpunkt der Außenhandelstheorie darstellt, die Möglichkeit eines freien und grenzüberschreitenden Handelsverkehrs.

Exklusive geistige Eigentumsrechte gewähren dem Rechteinhaber Monopolrechte, da Dritte von der Nutzung der geschützten geistigen Güter ausgeschlossen werden, und insofern scheint das Immaterialgüterrecht per se mit der vom GATT ausdrücklich vertretenen Freihandelstheorie unvereinbar zu sein.¹¹³ Das GATT 1947 gestattete die Einschränkung des freien Handels nur in sehr wenigen Fällen und ausnahmsweise – neben den Vorschriften über Einfuhrmonopole (Art. II Abs. 4) und staatliche Handelsunternehmen (Art. XVII) wurde noch der Schutz des geistigen Eigentums als Handelshemmnis anerkannt (Art. XX (d)). Mit der zunehmenden Bedeutung von Dienstleistungen und Wissensproduktion für die Volkswirtschaften der sich in postindustrielle Gesellschaften transformierenden ehemaligen Industriegesellschaften drängten diese jedoch im Zuge der Uruguayer Runde auf die Etablierung eines internationalen Schutzsystems für geistige Güter, das einen Markt erst konstituieren sollte. Aus Sicht dieser Nationen sichert also erst ein weltweit durchsetzbares Immaterialgüterrecht ihre spezifischen »komparativen (Kosten-)Vorteile« und damit den Freihandel. Die Länder, die noch nicht diesen Entwicklungsstand erreicht hatten, betrachteten ein solches System hingegen als Marktöffnungs- und -sicherungsinstrument zum Vorteil von nur wenigen und sahen darin eine Abkehr von der Freihandelstheorie.¹¹⁴

Durchgesetzt hat sich die von den fortgeschrittenen, postindustriellen

113 »Während dem internationalen Handelssystem der Nachkriegszeit der Gedanke eines freien, nicht diskriminierenden und von staatlichen Maßnahmen unbeschränkten Warenhandels zugrundelag, war Ziel der Aufnahme der Rechte des geistigen Eigentums in den Rahmen der WTO die von staatlicher Seite zu gewährende Sicherung eines effektiven Schutzes der geistigen Eigentumsrechte sowie deren Durchsetzung zugunsten der einzelnen Rechtsinhaber als eine Form der Beseitigung von Handelshemmnissen. Damit bildet eine Materie den Gegenstand der internationalen Handelsregelungen, welche – entgegen dem diesem System zugrundeliegenden Prinzipien – einen stark monopolistischen und protektionistischen Charakter aufweist, d. h. grundsätzlich darauf ausgerichtet ist, Dritte von der Nutzung bestimmter Güter auszuschließen.« (Haas (s. Anm. 106), S. 19.)

114 Chakravarthi Raghavan, *Recolonization. GATT, the Uruguay Round & the Third World*. London, 1990, spricht diesbezüglich von einer »Rekolonisation« – einer neuen Form der Kolonisierung – und beklagt die Enteignung von Menschheitswissen, Wissen von Medizinmännern, Patentierung von jahrhundertealten Kulturpflanzen etc.

Gesellschaften vertretene Auffassung, daß der Schutz geistigen Eigentums und der freie Warenverkehr insofern aufeinander aufbauen, als erst mit der Herstellung eines adäquaten Immaterialgüterschutzes überhaupt ein freier und fairer Handel mit auf geistigen Leistungen basierenden Gütern möglich sei. In einem ersten Schritt soll der Eigentumsschutz die rechtliche Zuordnung der vom Handel erfaßten Güter zu konkreten Rechtssubjekten sicherstellen, worauf in einem zweiten Schritt dann das Handelssystem einen ungestörten Güteraustausch gewährleisten soll.¹¹⁵ Ohne einen zureichenden geistigen Eigentumsschutz würde, so die Theorie, der Erbringer intellektueller Leistungen in einen Wettbewerbsnachteil gegenüber einem Plagiator geraten und könnte nicht mehr einen Gegenwert der zur Erbringung der geistigen Leistung notwendigen Investitionen erwirtschaften.¹¹⁶ So gelangt man zu der paradoxen Situation, daß innerhalb eines sich dem freien und unbeschränkten Warenhandel verpflichteten internationalen Handelssystems protektionistische Regelungen getroffen werden. Die Propagandisten des TRIPS-Abkommens müssen denn auch einige geistige Pirouetten drehen, um dessen Regelungen zu begründen. Haas etwa schreibt: »Dem folgend, gelangt man in letzter Konsequenz zu dem paradoxen Ergebnis, daß die Entwicklung geistiger Leistungen sich schon alleine wegen der damit verbundenen Kosten für den Leistungserbringer als Wettbewerbsnachteil darstellt. Der mit der Leistungserbringung verbundene komparative Vorteil ginge damit für den Leistungserbringer verloren. Da hierbei überdies die rechtliche Zuordnung der geistigen Leistungen völlig unberücksichtigt bleibt, ist ein entsprechender Handel nicht als ein *rechtmäßiger Handel* zu qualifizieren und wird damit auch nicht mehr vom WTO-System erfaßt. Unter Berücksichtigung des monopolartigen Charakters der Eigentumsrechte kann davon gesprochen werden, daß der vom TRIPS-Abkommen bezweckte Immaterialgüterrechtsschutz weniger einen Bestandteil eines freien als eines *fairen* Handelssystems darstellt und insofern den Anwendungsbereich des alten Welthandelssystems erweitert hat.«¹¹⁷

Diese Argumentation läuft jedoch faktisch auf das Postulat einer prinzipiellen Gleichsetzung von materiellen und immateriellen Gütern hinaus. Ihr spezifischer Unterschied wird geleugnet bzw. verschwindet im Akt der juristischen Gleichmacherei. Haas kann denn auch bezüglich des exklusiven Charakters des Eigentumsschutzes »kein(en) maßgebliche(n) Unterschied zwischen faßbaren und immaterialen Gütern«¹¹⁸ mehr feststellen; ein solcher manifestiere sich nurmehr »in der Art und Weise der Erreichung des Eigentumsschutzes und den für deren Durchsetzung

115 Vgl. Haas (s. Anm. 106), S. 40.

116 Diese Vorstellung geht zurück auf die vom Mikrobiologen Garrett Hardin 1968 entwickelte These von der *Tragik der Allmende*. Danach führe Gemeinbesitz zwangsläufig zu einer Übernutzung eines knappen Guts, da es ökonomisch für den Einzelnen irrational sei, persönlich nicht so viel Ertrag wie möglich aus der Ressource zu erwirtschaften. Die Allmende führe zwangsläufig zu einer wohlfahrtsökonomisch fatalen Übernutzung. Der Zugang müsse reglementiert werden, etwa durch Privatisierung. Vgl. Garrett Hardin, "The Tragedy of the Commons." In: *Science* 162.3859 (Dec. 1968), pp. 1243–1248.

117 Haas (s. Anm. 106), S. 41, vgl. auch S. 19.

118 Ebd., S. 41.

erforderlichen Maßnahmen«¹¹⁹. Das TRIPS-Abkommen ist folglich als der Versuch zu werten, auf juristischem Weg immaterielle Güter materiellen gleichzumachen und dem Freihandel zu unterstellen. Die etwa von der US-Verfassung dem Kongreß gewährte Möglichkeit, ein Schutzsystem für geistige Güter zu erstellen, *insofern* dieses dem öffentlichen Interesse dient, ist in der Präambel des TRIPS-Abkommens der bloßen *Behauptung* gewichen, daß ein solches Schutzsystem per se dem öffentliche Interesse diene¹²⁰ – nämlich insofern es erst eine Grundlage für den auf die Förderung des Allgemeinwohls abzielenden Freihandel konstituiert. Die etwa in der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte formulierte Balance der geistigen Eigentumsrechte, die noch vor dem (ausschließenden) Urheberrecht ein *Recht auf Zugang* zu den geistigen Leistungen anderer postuliert, ist nach Haas denn auch unzulänglich: »Im Ergebnis wird der konkrete Schutz der Immaterialgüterrechte dann nicht gefördert und einer einheitlichen universellen Sicherung zugeführt, wenn nationale Interessen stets einen Eingriff in den Schutzbereich der Immaterialgüterrechte rechtfertigen können. (...) Damit ist die Anerkennung des geistigen Eigentums als Grundrecht alleine nicht ausreichend, um einen wirksamen universellen Mindestschutz zu begründen, der als Grundlage zur Regelung eines ›rechtmäßigen‹ internationalen Handels unter Einbeziehung der Immaterialgüterrechte dienen könnte.«¹²¹

So stellt das TRIPS-Abkommen denn einen Bruch sowohl mit der kontinentaleuropäischen naturrechtlichen wie mit der angloamerikanischen utilitaristischen Begründung des Immaterialgüterrechts dar – begründet wird es nunmehr ausschließlich mit seiner Funktion als Konstituens eines Marktes. Das TRIPS-Abkommen wird in der rechtswissenschaftlichen Literatur entsprechend als ein Handelsinstrument innerhalb des WTO-Systems gewertet¹²², dessen Durchsetzung im Konfliktfall Vorrang vor den zwar gleichlautenden, aber in einem anderen Kontext zu deutenden Vorschriften der Verbandsübereinkünfte besitzt. Auf dieses Konfliktpotential verweist auch der bereits erwähnte Art. 9, Abs. 1, Satz 2 des TRIPS-Abkommens, der die moralischen Urheberpersönlichkeitsrechte ausdrücklich aus der Vereinbarung ausnimmt. Und insofern diese Urheberpersönlichkeitsrechte der Zweckrichtung des TRIPS-Abkommens – die Förderung und Sicherung des internationalen Handelsverkehrs auf dem Gebiet des Immaterialgüterrechts – hinderlich sind, sind sie zu suspendieren. Hierbei konstituiert das TRIPS-Abkommen nicht mehr wie noch die RBÜ und die PVÜ einen minimalistischen, sondern vielmehr einen maximalistischen Schutzanspruch¹²³, der seine Schranke lediglich darin findet, daß »measures and procedures to enforce intellectual property rights

119 Ebd.

120 Im 4. Erwägungsgrund in der Präambel des TRIPS-Abkommens heißt es: »... in Erkenntnis der dem öffentlichen Interesse dienenden grundsätzlichen Ziele der Systeme der einzelnen Länder für den Schutz des geistigen Eigentums, einschließlich der entwicklungs- und technologiepolitischen Ziele ...«. Vgl. auch Art. 7, Ziele.

121 Haas (s. Anm. 106), S. 47.

122 Vgl. ebd., S. 86; 92–100.

123 Vgl. ebd., S. 93–98.

do not themselves become barriers to legitimate trade«, also nicht selbst zu Handelshemmnissen werden, wie es bereits im Einleitungssatz der Präambel heißt. So ist etwa nach Art. 8 das Recht der Mitgliedsstaaten, die geistigen Eigentumsrechte einschränkende »measures necessary to protect public health and nutrition, and to promote the public interest in sectors of vital importance to their socio-economic and technical development« zu ergreifen, begrenzt durch die Forderung »that such measures are consistent with the provisions of the Agreement«. Abweichungen, wie sie etwa das deutsche Urheberrecht noch zuhauf definiert¹²⁴, sind demnach nur noch gestattet, insofern sie nicht mit dem übergeordneten Ziel des Freihandels kollidieren, was allerdings häufig der Fall sein dürfte. Nach ihrer verwertungsrechtlichen Seite wirken die Schutzrechte maximal, nach ihrer persönlichkeitsrechtlichen Seite hingegen nur minimal: Zwar ist eine Berücksichtigung der Urheberpersönlichkeitsrechte grundsätzlich zulässig, jedoch nur solange »wie eine Kollision mit den (...) verfolgten wirtschaftlichen Zielen nicht besteht; anderenfalls genießen letztere Vorrang«. ¹²⁵

Aufgrund der zunehmenden wirtschaftlichen Bedeutung des Urheberrechts, die sich etwa in volkswirtschaftlichen Untersuchungen über die Wertschöpfung durch die »copyright industries«, die Verwertungsindustrien, niederschlägt, wird das Urheberrecht einem Paradigmenwechsel unterzogen. Als Persönlichkeitsrecht scheint es obsolet und wird daher transformiert in ein gewerbliches Schutzrecht – jedoch ohne bei der Schutzfristfrage entsprechende Konsequenzen zu ziehen.¹²⁶

Nun hat das Recht freilich ebensowenig eine eigenständige Geschichte wie die Religion, und in den folgenden Kapiteln dieses Teils soll die wachsende Bedeutung der immateriellen Produktion ökonomisch und politisch untersucht werden.

¹²⁴ Vgl. oben, S. 180.

¹²⁵ Haas (s. Anm. 106), S. 122.

¹²⁶ Vgl. Adolf Dietz, »Urheberrecht im Wandel. Paradigmenwechsel im Urheberrecht«. In: *Woher kommt das Urheberrecht und wohin geht es? Wurzeln, geschichtlicher Ursprung und Zukunft des Urheberrechts*. Hrsg. von Robert Dittrich. Wien: Manzsche Verlags- und Universitätsbuchhandlung, 1998, S. 200–213.

DAS ZEITALTER DES WISSENS I: TECHNISCHE UND BÜRGERLICHE RATIONALITÄT

Der Widerspruch zwischen der prinzipiellen Ubiquität von Wissen und dem Versuch, dieses in exklusives Privateigentum zu überführen, spiegelt sich auch in der technologischen und wissenschaftlichen Rationalität wider. Die technologisch-wissenschaftliche Rationalität ist aber die Rationalität der bürgerlichen Gesellschaft, der entfesselte Logos sich selbst heckenden Wertes, wie in Kapitel 1 anhand der Entwicklungsgeschichte der Maschine gezeigt wurde.

4.1 RATIONALITÄT IN DER BÜRGERLICHEN GESELLSCHAFT

Max Weber galt Rationalisierung, das heißt die zweckgerichtete Vernunft, als die zentrale Kategorie zum Verständnis der westlichen Gesellschaften. Kennzeichen der bürgerlichen Gesellschaft sei die Ausdehnung der Maßstäben rationalen Handelns unterworfenen Sphären. Alle Lebensbereiche würden durchrationalisiert und ökonomisiert. So bezeichnet er in seiner letzten Vorlesungsreihe vom Winter 1919/1920 »rationale Buchführung, rationale Technik, das rationale Recht aber ... nicht sie allein; es mußte ergänzend hinzutreten die rationale Gesinnung, die Rationalisierung der Lebensführung, das rationale Wirtschaftsethos«¹ als charakteristische Züge der modernen Gesellschaft. Die von der fortschreitenden Rationalisierung entfesselte Mechanisierung und Automation bewirke die sukzessive Verdrängung des Menschen aus dem Produktionsprozeß. Der Mensch entfremde sich somit vom Logos, der sich ihm gegenüber in der Maschine vergegenständliche und ein autonomes Eigenleben führe. Mit dem Ausdehnen der Rationalisierung auf alle gesellschaftlichen Bereiche würden diese einer vernunftbasierten Lenkung entzogen: Zweckrationalität behandle immer nur die rationale Wahl zwischen Strategien bei gegebenen Zielen und im gegebenen Zusammenhang. Die Wahl der Strategien entziehe sich so der Reflexion und erscheine als »technische Notwendigkeit«. Politische Herrschaft werde als solche unkenntlich gemacht. Rationalisierung, die in Zweckrationalität aufgeht, schlage derart ins Gegenteil der Rationalität um.²

1 Zitiert nach Daniel Bell, *Die nachindustrielle Gesellschaft*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1979, S. 243.

2 »Indem die Askese aus den Mönchszellen heraus in das Berufsleben übertragen wurde und die innerweltliche Sittlichkeit zu beherrschen begann, half sie an ihrem Teile mit daran, jenen mächtigen Kosmos der modernen, an die technischen und ökonomischen Voraussetzungen mechanisch-maschineller Produktion gebundenen, Wirtschaftsordnung zu erbauen – heute den Lebensstil aller Einzelnen, die in dieses Triebwerk hinein geboren werden – nicht nur der direkt ökonomisch Erwerbstätigen –, mit überwältigendem Zwange bestimmt und vielleicht bestimmen wird, bis der letzte Zentner fossilen Brennstoffs verglüht ist. (...) Indem die Askese die Welt umzubauen und in der Welt

An Webers Kritik des westlichen Rationalitätsbegriffs knüpfte 1964 Herbert Marcuse in seinem Buch *The One-Dimensional Man* an.³ Dem Industrieproletariat bescheinigt Marcuse darin ein eindimensionales Bewußtsein. Der einzelne Proletarier sei ins System integriert, das ihn in seiner Existenz sowenig negiere wie er umgekehrt dieses – die Arbeiterklasse sei nicht mehr Subjekt der Revolution. »Der Proletarier auf früheren Stufen des Kapitalismus war zwar das Lasttier, das durch die Arbeit seines Körpers für die Lebens- und Luxusbedürfnisse sorgte, während er in Dreck und Armut lebte. Damit war er die lebendige Absage an diese Gesellschaft. Demgegenüber verkörpert der organisierte Arbeiter in den fortgeschrittenen Bereichen der technologischen Gesellschaft diese Absage weit weniger deutlich und wird gegenwärtig, wie die anderen menschlichen Objekte der gesellschaftlichen Arbeitsteilung, der technischen Gemeinschaft der verwalteten Bevölkerung einverleibt. Überhaupt scheint in den erfolgreichsten Bereichen der Automation eine Art technischer Gemeinschaft die Menschenatome bei der Arbeit zu integrieren. Die Maschine scheint denen, die sie bedienen, einen betäubenden Rhythmus beizubringen.«⁴

Nach Marcuse schafft die technische Entwicklung einen totalitären Produktionsapparat, dessen Erhaltung im objektiven Interesse der einst sich antagonistisch gegenüberstehenden Klassen Bourgeoisie und Proletariat liege. »In dieser Gesellschaft tendiert der Produktionsapparat dazu, in dem Maße totalitär zu werden, wie er nicht nur die gesellschaftlich notwendigen Betätigungen, Fertigkeiten und Haltungen bestimmt, sondern auch die individuellen Bedürfnisse und Wünsche. Er ebnet so den Gegensatz zwischen privater und öffentlicher Existenz, zwischen individuellen und gesellschaftlichen Verhältnissen ein. Die Technik dient dazu, neue, wirksame und angenehmere Formen sozialer Kontrolle einzuführen.«⁵ Die Vorstellung einer Neutralität der Technik lasse sich nicht mehr aufrechterhalten, die Logik der totalen Herrschaft sei vielmehr der

sich auszuwirken unternahm, gewannen die äußeren Güter dieser Welt zunehmende und schließlich unentrinnbare Macht über den Menschen, wie niemals zuvor in der Geschichte. Heute ist ihr Geist – ob endgültig, wer weiß es? – aus diesem Gehäuse entwichen. Der siegreiche Kapitalismus jedenfalls bedarf, seit er auf mechanischer Grundlage ruht, dieser Stütze nicht mehr. Auch die rosige Stimmung ihrer lachenden Erbin: der Aufklärung, scheint endgültig im Verbleichen, und als ein Gespenst ehemals religiöser Glaubensinhalte geht der Gedanke der ›Berufspflicht‹ in unserm Leben um. (...) Niemand weiß noch, wer künftig in jenem Gehäuse wohnen wird und ob am Ende dieser ungeheuren Entwicklung ganz neue Prophetien oder eine mächtige Wiedergeburt alter Gedanken und Ideale stehen werden, *oder* aber – wenn keins von beidem – mechanisierte Versteinering, mit einer Art von krampfhaftem Sich-wichtig-nehmen verbrämt. Dann allerdings könnte für die ›letzten Menschen‹ dieser Kulturentwicklung das Wort zur Wahrheit werden: ›Fachmenschen ohne Geist, Genußmenschen ohne Herz: dies Nichts bildet sich ein, eine nie vorher erreichte Stufe des Menschentums erstiegen zu haben.« (Max Weber, *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*. In: Ders., *Die protestantische Ethik I*. Eine Aufsatzsammlung. Hrsg. von Johannes Winckelmann. 7. Aufl. Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus Mohn, 1984, S. 27–277, S. 188 f.)

3 Deutsch: Herbert Marcuse, *Der eindimensionale Mensch. Studien zur Ideologie der fortgeschrittenen Industriegesellschaft*. Darmstadt und Neuwied: Luchterhand, 1967.

4 Ebd., S. 46.

5 Ebd., S. 17.

Technik selbst inhärent. Die Technik selbst gilt Marcuse also als totalitär, in ihr »verschmelzen Kultur, Politik und Wirtschaft zu einem allgegenwärtigen System, das alle Alternativen in sich aufnimmt oder abstößt.«⁶ Doch determiniere die technische Entwicklung nicht einfach die gesellschaftliche. Es handele sich vielmehr um einen Dualismus: Herrschaft begrenze umgekehrt auch die technologische Entwicklung und halte sie in einem herrschaftsverträglichen Rahmen. Die Totalitarität bestehe in der Konvergenz von Technik und Politik. »Technologische Rationalität ist zu politischer Rationalität geworden.«⁷

Zwischen naturwissenschaftlicher Methode und Technik existiere eine dialektische Beziehung; beide bewegten sich in derselben Logik von Herrschaftsrationalität. Wissenschaftliche Rationalität sei in ihrem Kern instrumentalistisch. Sie begründe Technologie und werde zugleich durch Technologie begründet. »Die Prinzipien der modernen Wissenschaft waren *a priori* so strukturiert, daß sie als begriffliche Instrumente einem Universum sich automatisch vollziehender, produktiver Kontrolle dienen konnten; der theoretische Operationalismus entsprach schließlich dem praktischen. Die wissenschaftliche Methode, die zur stets wirksamer werdenden Naturbeherrschung führte, lieferte dann auch die reinen Begriffe wie die Instrumente zur stets wirksamer werdenden Herrschaft des Menschen über den Menschen *vermittels* der Naturbeherrschung. Theoretische Vernunft trat in den Dienst praktischer Vernunft und blieb dabei stets rein und neutral. Die Verschmelzung erwies sich als vorteilhaft für beide. Heute verewigt und erweitert sich die Herrschaft nicht nur *vermittels* der Technologie, sondern *als* Technologie, und diese liefert der expansiven politischen Macht, die alle Kulturbereiche in sich aufnimmt, die große Legitimation.«⁸ Nach Marcuse verkehrt sich Technologie von einer emanzipativen Kraft, die dem Menschen Herrschaft über die Naturprozesse verlieh und ihn so von seiner Unterworfenheit unter sie zu befreien versprach, in ihr Gegenteil, in Herrschaft noch über den Menschen: »Die befreiende Kraft der Technologie – die Instrumentalisierung der Dinge – verkehrt sich in eine Fessel der Befreiung, sie wird zur Instrumentalisierung des Menschen.«⁹

Doch gibt Marcuse das unabgeleitete Versprechen der Technik: den Menschen aus seiner Naturverfallenheit zu befreien und ihm die bewußte Gestaltung seiner Lebensprozesse zu ermöglichen, nicht auf. »Was ich herauszustellen versuche, ist, daß die Wissenschaft *aufgrund ihrer eigenen Methode* und Begriffe ein Universum entworfen und befördert hat, worin die Naturbeherrschung mit der Beherrschung des Menschen verbunden blieb – ein Band, das dazu tendiert, sich für dieses Universum als Ganzes verhängnisvoll auszuwirken. Wissenschaftlich begriffen und gemeistert, erscheint Natur aufs neue in dem technischen Produktions- und Destruktionsapparat, der das Leben der Individuen erhält und verbessert und sie zugleich den Herren des Apparats unterwirft. So verschmilzt die ra-

6 Ebd., S. 19.

7 Ebd.

8 Ebd., S. 172 f.

9 Ebd., S. 174.

tionale Hierarchie mit der gesellschaftlichen. Wenn dem so ist, würde die Änderung der Richtung des Fortschritts, die dieses verhängnisvolle Band lösen könnte, auch die Struktur der Wissenschaft selbst beeinflussen – den Entwurf der Wissenschaft. Ohne ihren rationalen Charakter zu verlieren, würden ihre Hypothesen sich in einem wesentlich anderen Erfahrungszusammenhang (in dem einer befriedeten Welt) entwickeln; die Wissenschaft würde folglich zu wesentlich anderen Begriffen der Natur gelangen und wesentlich andere Tatsachen feststellen.«¹⁰ Dies würde freilich auch die Entwicklung einer neuen Technik voraussetzen.¹¹

4.2 »TECHNO LOGOS« – DIE RATIONALITÄT DER TECHNIK

Viele frühe sozialistische Theoretiker suchten gegen die fortschreitende industrielle Entwicklung die Idee einer Gesellschaft unabhängiger Produzenten aufrechtzuerhalten – hierbei trafen sie sich durchaus mit der bürgerlichen Ideologie, deren Fiktion eine solche Gesellschaft unterstellte. Saint-Simon war einer der ersten Sozialisten, der die industrielle Pro-

10 Marcuse (s. Anm. 3), S. 180 f.

11 Die Hoffnung Marcuses auf eine »neue Wissenschaft und Technik« wird von Jürgen Habermas, dem sie sichtlich zu utopisch erscheint, abgelehnt. Technik sei nur auf ein Projekt der Menschengattung *insgesamt* zurückzuführen und nicht auf ein historisch überholbares. »Wenn man sich vergegenwärtigt, daß die technische Entwicklung einer Logik folgt, die der Struktur zweckrationalen und am Erfolg kontrollierten Handelns, und das heißt doch: der Struktur der *Arbeit*, entspricht, dann ist nicht zu sehen, wie wir je, solange die Organisation der menschlichen Natur sich nicht ändert, solange wir mithin unser Leben durch gesellschaftliche Arbeit und mit Hilfe von Arbeit substituierenden Mitteln erhalten müssen, auf Technik, und zwar auf *unsere* Technik, zugunsten einer qualitativ anderen sollten verzichten können. Marcuse hat eine alternative *Einstellung* zu Natur im Sinn, aber aus ihr läßt sich nicht die Idee einer Neuen *Technik* gewinnen. (...) So wenig die Idee einer Neuen Technik trägt, so wenig läßt sich die einer Neuen Wissenschaft konsequent denken, wenn anders Wissenschaft in unserem Zusammenhang die moderne, auf die Einstellung möglicher technischer Verfügbarkeit verpflichtete Wissenschaft heißen soll: auch für ihre Funktion, wie für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt überhaupt, gibt es kein Substitut, das ›humaner‹ wäre.« (Jürgen Habermas, *Technik und Wissenschaft als »Ideologie«*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1968, S. 56 f., 58.) Habermas, der den »Zusammenhang von Produktivkräften und Produktionsverhältnissen (...) durch den abstrakteren von Arbeit und Interaktion« ersetzen will (ebd., S. 92), setzt der Neuen Technik Marcuses seine Theorie kommunikativen Handelns entgegen. Eine Alternative zur bestehenden Technik könne sich nur auf eine alternative *Handlungsstruktur* beziehen: Dem zweckrationalen Handeln sei eine »symbolisch vermittelte Interaktion« entgegenzusetzen. (Ebd., S. 57.) Otto Ullrich, *Technik und Herrschaft. Vom Hand-werk zur verdinglichten Blockstruktur industrieller Produktion*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977, S. 390, wendet ein, daß Habermas' Begriff von Technik letztlich ein vorindustrieller sei, der sich an Arnold Gehlens Vorstellung von Technik als Organerweiterung anlehne, während die wissenschaftliche Technik ja gerade »den mensch- und naturzentrierten Bezug radikal verloren bzw. bewußt aufgegeben hat.« Das Erfordernis einer neuen Technik bestünde umgekehrt darin, die Entorganisierung aufzuheben und den Organbezug auf höherer Stufenleiter wiederherzustellen. »Habermas nimmt so die Diskussion über eine ›andere Technik‹ ernsthaft erst gar nicht auf.« (Ebd., S. 391.) Vgl. Ernst Bloch, *Das Prinzip Hoffnung*. 3 Bde. Gesamtausgabe Bd. 5. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1959, S. 771–778: »Entorganisierung wird erst Segen, wenn sie außer sozialer Ordnung auch die letzte Antizipation ›natürlicher Magie‹ (...) für sich hat: *Vermittlung der Natur mit dem menschlichen Willen – regnum hominis in und mit der Natur.*« (S. 777 f.)

duktion und die große Industrie in den Mittelpunkt seiner theoretischen Betrachtungen stellte. Auch Marx' Auffassung war in dieser Frage eindeutig: Die Gesellschaft, so Marx, zerfalle in zwei große Klassen, Bourgeoisie und Proletariat, die einander feindlich gegenüberstünden. Alle anderen Klassen und Schichten würden in diese beiden aufgehen; für unabhängige Produzenten und Handwerker, die sowohl Eigentümer wie auch Anwender ihrer Produktionsmittel sind, war in Marx' idealtypisch herausgearbeiteter bürgerlicher Gesellschaft kein Platz. Das »revolutionäre Subjekt« bildet bei Marx die Industriearbeiterschaft. Auch wenn der Kapitalismus abstrakt als spezifische Form der Aneignung gesellschaftlichen Reichtums und als Trennung der Produktionsmittel von den Produzenten bestimmt wird, ist es das Industrieproletariat, das, umfassend ausgebildet, die Produktion von ihren kapitalistischen Fesseln befreit. In diesem Sinne ist die Marxsche Utopie *technische Utopie*; die fortschreitende Industrialisierung sprengt die Fesseln der kapitalistischen Produktionsweise.¹² Es ist der der Technologie eingeschriebene Logos, der notwendig dazu führt.

Das Aufkommen von Aktiengesellschaften hielten Marx und Engels für ein Zeichen einer beginnenden Aufhebung des Kapitalismus. In den Aktiengesellschaften sei die Funktion der Leitung getrennt vom Eigentum, das Kapital als soziales Verhältnis mithin überflüssig geworden und nur noch Hindernis der freien Entfaltung der Produktivkräfte.¹³

Das Entstehen einer Kaste der Manager schien Marx denn auch der Vorschein der kommenden sozialistischen Gesellschaft zu sein. Das Problem der Bürokratie als eigenständiger gesellschaftlicher Kraft hatte er zwar in einer »vormaterialistischen« Frühschrift, der *Kritik der Hegelschen Rechtsphilosophie*¹⁴ behandelt. Die Vorstellung, die Bürokratie sei eine unabhängige soziale Kraft, die zwischen Staat und bürgerlicher Ge-

¹² Vgl. oben, Kapitel 1.1 auf Seite 31.

¹³ »Die Kooperativfabriken liefern den Beweis, daß der Kapitalist als Funktionär der Produktion ebenso überflüssig geworden, wie er selbst, in seiner höchsten Ausbildung, den Großgrundbesitzer überflüssig findet. Soweit die Arbeit des Kapitalisten nicht aus dem Produktionsprozeß als bloß kapitalistischem hervorgeht, also [nicht] mit dem Kapital von selbst aufhört; soweit sie sich nicht auf die Funktion beschränkt, fremde Arbeit zu exploitiieren; soweit sie also aus der Form der Arbeit als gesellschaftlicher hervorgeht, aus der Kombination und Kooperation vieler zu einem gemeinsamen Resultat, ist sie ganz ebenso unabhängig vom Kapital, wie diese Form selbst, sobald sie die kapitalistische Hülle gesprengt hat.« (Karl Marx, *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Dritter Band. Buch III: Der Gesamtprozeß der kapitalistischen Produktion*. MEW Bd. 25. Berlin (Ost): Dietz, 1964, S. 400.) – »In den Aktiengesellschaften ist die Funktion getrennt vom Kapitaleigentum, also auch die Arbeit gänzlich getrennt vom Eigentum an den Produktionsmitteln und an der Mehrarbeit. Es ist dies Resultat der höchsten Entwicklung der kapitalistischen Produktion ein notwendiger Durchgangspunkt zur Rückverwandlung des Kapitals in Eigentum der Produzenten, aber nicht mehr als das Privateigentum einzelner Produzenten, sondern als das Eigentum ihrer als assoziierter, als unmittelbares Gesellschaftseigentum. Es ist andererseits Durchgangspunkt zur Verwandlung aller mit dem Kapitaleigentum bisher noch verknüpften Funktionen im Reproduktionsprozeß in bloße Funktionen der assoziierten Produzenten, in gesellschaftliche Funktionen.« (Ebd., S. 455.)

¹⁴ Karl Marx, *Kritik der Hegelschen Rechtsphilosophie* (1843). In: Ders., *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 94–219, vgl. v. a. S. 130–135.

sellschaft stehe, gab er jedoch bald auf. Das Bestehen einer Bürokratie als eigenständiger Klasse galt ihm hernach als Merkmal des asiatischen Despotismus¹⁵, mithin einer untergegangenen bzw. zum Untergang verdamnten Gesellschaftsformation und somit als ein Ausdruck feudaler, keinesfalls aber bürgerlicher Verhältnisse.¹⁶

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts war die von Marx erwartete revolutionäre Entwicklung in den fortgeschrittenen Industrienationen jedoch ausgeblieben, und der Industriearbeiter schien durch den Verlauf der Rationalisierung tendenziell überflüssig zu werden. Eine neue Klasse von technischen Angestellten und öffentlichen Beamten trat auf den Plan, die zuerst 1912 von Emil Lederer in seiner Habilitationsschrift *Die Privatangestellten in der modernen Wirtschaftsentwicklung* beschrieben wurden.¹⁷ Lederer konstatierte auch zusammen mit Jacob Marschak das Entstehen eines »neuen Mittelstands« (1926).¹⁸ Nach Meinung von Lederer und Marschak kam diesem jedoch nicht der Status einer eigenständigen Klasse zu; vielmehr stelle dieser eine Zwischenklasse dar, die sich letztlich entweder auf die Seite des Proletariats oder auf die der Bourgeoisie stellen müsse. Dieser Ansicht schloß sich auch C. Wright Mills in seinem 1951 erschienenen Buch *White Collar* an.¹⁹

Colin Clark unterteilte in seinem 1940 in London erschienenen Buch *Conditions of Economic Progress*²⁰ die Wirtschaft in drei Sektoren: den

- 15 Vgl. Karl August Wittfogel, *Die orientalische Despotie. Eine vergleichende Untersuchung totaler Macht*. Köln und Berlin: Kiepenheuer & Witsch, 1962. – Der für die Landwirtschaft in den untersuchten asiatischen Gebieten erforderliche Bau von hydraulischen Bewässerungssystemen kann nicht durch die einzelnen Gemeinden geleistet werden, sondern erfordert größere Kooperation und bedingt die Herausbildung einer souveränen Schicht der Wissenden in der »hydraulischen Gesellschaft«. Der orientalische Despotismus beruht also auf einer Monopolisierung des Produktionswissens und stützt sich zur Absicherung dieses Monopols auf blanke Gewalt. Vgl. auch ders., *Wirtschaft und Gesellschaft Chinas. Versuch einer wissenschaftlichen Analyse einer großen asiatischen Agrargesellschaft*. Bd. 1: *Produktivkräfte, Produktions- und Zirkulationsprozeß*. Schriften des Instituts für Sozialforschung an der Universität Frankfurt am Main 3. Leipzig: C. L. Hirschfeld, 1931.
- 16 Nach Max Weber hingegen erfordert die fortschreitende Rationalisierung eine übergeordnete Verwaltung, und somit erlange die Bürokratie eine Sonderstellung in der Gesellschaft. Die Bürokratie beschreibt Weber als gigantischen Mechanismus, in den der einzelne Beamte als Rädchen integriert ist: Der Berufsbeamte »ist (...) nur ein einzelnes, mit spezialisierten Aufgaben betrautes, Glied in einem nur von der höchsten Spitze her, nicht aber (...) von seiner Seite, zur Bewegung oder zum Stillstand zu veranlassenden, rastlos weiterlaufenden Mechanismus, der ihm eine im wesentlichen gebundene Marschroute vorschreibt. Und er ist durch all dies vor allem festgeschmiedet an die Interessengemeinschaft aller in diesen Mechanismus eingegliederten Funktionäre daran, daß dieser weiterfunktioniere und die gesellschaftlich ausgeübte Herrschaft fortbestehe.« (Max Weber, *Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriß der verstehenden Soziologie* (1921). Hrsg. von Johannes Winkelmann. 5. Aufl. Tübingen: J. C. B. Mohr, 1976, S. 570.)
- 17 Emil Lederer, *Die Privatangestellten in der modernen Wirtschaftsentwicklung*. Tübingen: Mohr, 1912.
- 18 Emil Lederer und Jacob Marschak, »Der neue Mittelstand«. In: *Grundriß der Nationalökonomik*. Abt. 9, Teil 1. Tübingen: Mohr, 1926, S. 120–141.
- 19 Deutsch: C. Wright Mills, *Menschen im Büro. Ein Beitrag zur Soziologie der Angestellten*. Köln-Deutz: Bund, 1955.
- 20 Colin Clark, *The Conditions of Economic Progress*. Second edition, completely rewritten. London: Macmillan & Co., 1951.

primären der Rohstoffgewinnung, den sekundären der Warenproduktion sowie den tertiären der Dienstleistungen. Aus dem jeweiligen Produktivitätsgrad der Sektoren ergebe sich ihre gesellschaftliche Bedeutung; mit dem ökonomischen Fortschritt verlagere sich die Arbeit von einem Sektor auf den anderen. Der Übergang zur Industriegesellschaft ließ sich so als eine Verlagerung der gesellschaftlichen Ressourcen vom primären Sektor auf den sekundären darstellen. Clarks These lautete nun, daß mit fortschreitender Industrialisierung sich die westlichen Gesellschaften zunehmend in eine Dienstleistungsökonomie transformierten, insofern immer mehr Arbeitskräfte im Dienstleistungsgewerbe tätig seien, so daß sich eine Verschiebung vom sekundären in den tertiären Sektor konstatieren lasse.

Die Unterteilung der Ökonomie in diese drei Sektoren erscheint jedoch als unzureichend und recht willkürlich. Folgte man ihr, fielen weite Teile der Softwareproduktion in den sekundären, warenproduzierenden Sektor. In ihrem ausschließlichen Beharren auf der Besonderheit der Dienstleistung gegenüber dem materiellem Produkt: daß jene im Moment ihrer Produktion bereits konsumiert wird, verkennt sie die wesentliche Differenz zwischen materieller und immaterieller Produktion. Das eigentlich bemerkenswerte Phänomen in der Entwicklung der Produktivkräfte besteht meines Erachtens hingegen darin, daß nach einer ökonomisch-technologischen Umwälzung der Produktionsweise und der Herausbildung eines neuen produktiven Paradigmas auch die vorherigen zentralen ökonomischen Bereiche nach den neuen Prinzipien betrieben werden. Landwirtschaft wurde in der Folge der industriellen Revolution zu einem Anwendungsgebiet der chemischen Industrie und zu einem hochmaschinisierten Gewerbe. In der Folge der mikrotechnologischen Revolution und dem Übergang zur Wissensgesellschaft wird sie immer stärker durch gentechnologisches Prozeßwissen bestimmt. Und auch die große Industrie wird in diesem Zuge immer mehr zu einer Anwendung von Wissen. Das wird offensichtlich durch die zunehmende Maschinerisierung und die Verdrängung der lebendigen Arbeit aus dem industriellen Produktionsprozeß. Der Charakter der industriellen Produktion verändert sich durch eine dem Produktionsprozeß inhärente Verwissenschaftlichung. In den letzten 25 Jahren des 19. Jahrhunderts entstanden die ersten Industrielaboratorien.²¹

Die Vorstellung, das neue produktive Paradigma sei das der Dienstleistungen, war der soziologischen Beobachtung der Abwanderung großer Teile der Arbeitsbevölkerung in diesen Bereich geschuldet. Doch sollte der Fokus meines Erachtens stattdessen auf Wissen oder »Forschung und Entwicklung« gelegt werden – »Wissensgesellschaft« ist insofern ein adäquaterer Begriff als »Dienstleistungsgesellschaft«.

21 Nach Steven Rae entstand das erste Laboratorium für Industrieforschung, *Pennsylvania Railroad*, 1875; 1876 folgte das Labor von Thomas Edison, *Menlo Park*; 1886 *Eastman Kodak*; 1889 *Standard Oil*; 1890 *Du Pont de Nemours*; 1900 *General Electric* und 1903 *Westinghouse*. (Vgl. Geof Bowker, »Der Aufschwung der Industrieforschung«. In: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Hrsg. von Michel Serres. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994, S. 828–867, S. 843.)

In seiner 1973 im amerikanischen Original erschienenen Untersuchung der Transformation der US-amerikanischen Industrie- in eine *nachindustrielle Gesellschaft*²² differenziert Daniel Bell die Dienstleistungsberufe denn auch näher in persönliche (z. B. Einzelhandelsgeschäfte, Wäschereien, Garagen, Schönheitssalons), geschäftliche (wie Banken und Finanzen, Immobilien, Versicherungen), Transport, Verkehr und Versorgung sowie die für seine Analyse zentralen Bereiche Gesundheit, Ausbildung, Forschung und Verwaltung und konstatiert das Entstehen einer »neuen Intelligentsia« an den Universitäten, in den Forschungsinstituten, den akademischen Berufen und der Verwaltung.²³ Für die Vereinigten Staaten, seinem Untersuchungsgegenstand, sieht Bell neben dem Wandel in der sektoralen Verteilung der Arbeitsplätze auch einen Wandel in der Art der Tätigkeit: »Die Vereinigten Staaten haben sich zu einer Gesellschaft von Kopfarbeitern entwickelt, deren Zahl von insgesamt rund 5,5 Millionen im Jahre 1900 (d. h. etwa 17,6 Prozent der Arbeitnehmer) auf 35,6 Millionen (46,7 Prozent) im Jahre 1968 angestiegen ist und bis 1980 48,3 Millionen oder die *Hälfte* (genau 50,8 Prozent) aller Arbeitnehmer umfassen wird.«²⁴ Als kennzeichnend für eine nachindustrielle Gesellschaft nennt Bell »die zentrale Stellung des theoretischen Wissens und das zunehmende Übergewicht der Dienstleistungswirtschaft über die produzierende Wirtschaft«.²⁵ Die zunehmende Relevanz des theoretischen Wissens ziehe eine »zunehmende Abhängigkeit von der Wissenschaft als Mittel der Neuerung und Organisationsprinzip des technologischen Wandels«²⁶ nach sich. Während die die industrielle Gesellschaft bestimmenden Industrien ihren Ursprung im 19. Jahrhundert hätten und von »genialen Bastlern«, Schumpeterschen Unternehmern also, geschaffen wurden, sei die chemische Industrie die erste eigentlich »moderne« Industrie, da sie theoretisches Wissen über die zu manipulierenden molekularen Strukturen voraussetze.²⁷ Die Computer-, Elektronik- und Kunststoffindustrien, die zunehmend den produktiven Sektor der Gesellschaft beherrschten, bauten fraglos auf wissenschaftlicher Grundlage auf. Ihre Basis bilde die theoretische Arbeit, die der Herstellung vorangehen müsse, man könne sie daher als wissenschaftlich fundierte Industrien bezeichnen.²⁸

Kurz zuvor hatte Jürgen Habermas in Anknüpfung an Herbert Marcuses These, daß »die befreiende Kraft der Technologie – die Instrumentalisierung der Dinge – (...) sich in eine Fessel der Befreiung [verkehrt und] zur Instrumentalisierung des Menschen«²⁹ werde, eine »Verwissenschaftlichung der Technik«, die insbesondere durch die zunehmende Industrieforschung forciert worden sei, beschrieben. Die technische Entwicklung sei so mit dem Fortschritt der modernen Wissenschaft rückgekoppelt,

22 Bell (s. Anm. 1).

23 Ebd., S. 34.

24 Ebd., S. 138 f.

25 Ebd., S. 13.

26 Ebd.

27 Ebd., S. 13, 36 f.

28 Ebd., S. 40.

29 Marcuse (s. Anm. 3), S. 174.

Technik und Wissenschaft würden zur ersten Produktivkraft.³⁰ Im Anschluß an eine bereits von Marx in den *Grundrissen der Kritik der politischen Ökonomie* entwickelten Position vertritt Habermas die These, daß damit die Anwendungsbedingungen für die Marxsche Arbeitswerttheorie entfielen: »Es ist nicht länger sinnvoll, die Kapitalbeträge für Investitionen in Forschung und Entwicklung auf der Grundlage des Wertes der unqualifizierten (einfachen) Arbeitskraft zu berechnen, wenn der wissenschaftlich-technische Fortschritt zu einer unabhängigen Mehrwertquelle geworden ist, gegenüber der die von Marx allein in Betracht gezogene Quelle des Mehrwerts: die Arbeitskraft der unmittelbaren Produzenten, immer weniger ins Gewicht fällt.«³¹

Das vom Produzenten getrennte Prozeßwissen wird in der postindustriellen Gesellschaft beinahe die einzige Produktivkraft von Relevanz, da der Produzent und mit ihm der letzte Rest lebendigen Produktionswissens tendenziell vollständig durch den Automaten ersetzt wird. Dieses tote, vom Produzenten getrennte Wissen nimmt freilich auch schon in der Industriegesellschaft eine bestimmende Rolle ein, insofern die prinzipielle Möglichkeit der Trennung von Konzeption und Ausführung die Grundlage des Maschinenwesens darstellt. Das Spezifikum der postindustriellen Gesellschaft besteht dagegen in der Selbstreferenzialität der Konzeption; die Konzeption wird selbst die ausführende Instanz. Möglich werden kann solch scheinbar zauberhafte Vergegenständlichung bereits gedachter Gedanken erst durch die in den Computern realisierte Turing-Universalität; das Phänomen zeigt sich ähnlich in der damit verbundenen Aufhebung der Differenz zwischen Theorie und Modell.

In diesem Zusammenhang entwickelt Bell sein »Schema der gesellschaftlichen Entwicklung« von der vorindustriellen über die industrielle hin zur postindustriellen Gesellschaft. Während in den vorindustriell-agrarischen Gesellschaften das Leben in erster Linie durch die Auseinandersetzung mit der Natur bestimmt sei, sei für die güterproduzierenden Industriegesellschaften hingegen die Auseinandersetzung mit der zweiten, technisierten Natur zentral. Basis der Produktivität bilde in dieser technisierten und rationalisierten Welt die Energie; durch den Einsatz von Maschinen würden die ehemaligen Handwerkstätigkeiten in ihre Teilvorgänge zerlegt. Die Kopfarbeit werde von der Handarbeit geschieden und dabei letztere sukzessive durch Maschinen ersetzt. »Es ist eine koordinierte Welt, in der Menschen, Rohstoffe und Märkte zum Zwecke der Produktion und Güterverteilung genau aufeinander abgestimmt werden, eine geplante und programmierte Welt, in der die Produktionskomponenten zum rechten Zeitpunkt im richtigen Verhältnis zusammengebracht werden müssen, um den Güterfluß zu beschleunigen, eine hierarchisch und bürokratisch organisierte Welt, in der Menschen wie ›Sachen‹ behan-

³⁰ Vgl. Habermas, *Technik und Wissenschaft als »Ideologie«* (s. Anm. 11), S. 79.

³¹ Habermas, *Technik und Wissenschaft als »Ideologie«* (s. Anm. 11), S. 80; vgl. auch Karl Marx, *Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie*. MEW Bd. 42. Berlin (Ost): Dietz, 1983, S. 601. – Näher dazu weiter unten in dieser Arbeit, Abschnitte 5.3 bis 5.6 auf den Seiten 219–237, sowie Kapitel 6.1 auf Seite 241 ff.

delt werden, da sich Sachen leichter koordinieren lassen.«³² Der Einzelne werde zum bloßen Rädchen im System, das heißt zum jederzeit ersetzbaren Teil einer Megamaschine.

Die nachindustrielle Gesellschaft beruhe auf Dienstleistungen, mithin auf der Auseinandersetzung zwischen Personen. An die Stelle der Muskelkraft und der Energie sei die Information getreten, die wichtigste Produktivkraft sei das Wissen. Da das wissenschaftliche Wissen jedoch immer stärker von der unmittelbaren Erfahrungswelt der Menschen abstrahiere, drohten wesentliche gesellschaftliche Bereiche dem demokratischen Entscheidungsprozeß entzogen zu werden. »Information bedeutet alles und wird zur Machtquelle innerhalb der Organisationen. Damit rückt die fachliche Qualifikation zum Kriterium der Position auf, was indessen dem Trend, der breiten Bevölkerung mehr Rechte, ein stärkeres Mitspracherecht in gesellschaftlichen Belangen einzuräumen, zuwiderläuft. Wie für die Industriegesellschaft der im Betrieb ausgetragene Kampf zwischen Kapitalist und Arbeiter kennzeichnend ist, so ist es für die nachindustrielle Gesellschaft der Konflikt zwischen den Experten und dem Mann von der Straße in den Organisationen und auf kommunaler Ebene.«³³

Der österreichisch-französische Sozialphilosoph André Gorz hat Mitte der 1960er Jahre in diesem Konflikt die spezifische Form der Entfremdung des Arbeiters in der spätkapitalistischen Gesellschaft ausgemacht. Gorz stimmt mit Marcuses Feststellung überein, daß die Verelendungstheorie in ihrer absoluten Form obsolet geworden sei, nach der der Kapitalismus für das Proletariat die Negation des eigenen Lebens bedeute und somit bereits der Wille zum Leben die bestehende Gesellschaft revolutionär negiere.³⁴ Im die postindustrielle Gesellschaft kennzeichnenden »Neokapitalismus« gebe es aber eine spezifische Form der Entfremdung, die gerade aus dem Überfluß resultiere und die nicht minder revolutionär die Aufhebung der überkommenen Ordnung fordere: »Für die Proletarier des letzten Jahrhunderts bestand die Unmöglichkeit zu leben darin, daß sie ihre Arbeitskraft nicht reproduzieren konnten. Heute besteht die Unmöglichkeit zu leben für die Arbeitnehmer der wissenschaftlich-technischen Industrie und der Kulturindustrie darin, daß sie ihre schöpferischen Fähigkeiten nicht anwenden können. Die Industrie des letzten Jahrhunderts nahm aus der Landbevölkerung Menschen, die Muskeln, Lungen und ein Magen waren; diese brachten eine Weite des umgebenden Raums mit sich, die künftig fehlen sollte; sie atmeten eine von nun an verdorbene Luft und magerten ab, weil sie nichts zu essen hatten. Sie siechten dahin. (...) Die Industrie der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zieht tendenziell immer mehr Menschen heran, die von den Universitäten und Hochschulen kommen und dort die Fähigkeit zu schöpferischer oder autonomer Arbeit erworben haben: Sie entfalten Neugier, die Fähigkeit zur Synthese, zur Analyse, zur Erfindung und Verarbeitung, die jedoch

³² Bell (s. Anm. 1), S. 130 f.

³³ Ebd., S. 133.

³⁴ Vgl. André Gorz, *Zur Strategie der Arbeiterbewegung im Neokapitalismus*. Frankfurt am Main: Europäische Verlagsanstalt, 1967, S. 29 f.; Marcuse (s. Anm. 3), S. 46.

leerläuft und zu verkümmern droht, weil sie sich im Arbeitsprozeß nicht anwenden lassen.«³⁵

Diese These findet sich auch bei Antonio Negri und Michael Hardt wieder. Der Übergang zur beherrschenden Stellung von Dienstleistungen und Information könne als »Prozeß ökonomischer *Postmodernisierung* oder besser *Informatisierung*«³⁶ bezeichnet werden. Die Arbeit erfahre einen fundamentalen Wandel, die meisten Arbeiten im Bereich Dienstleistungen seien hochmodern und erforderten flexible Fertigkeiten; in ihnen komme Bildung, Kommunikation, Information und Affekt eine zentrale Bedeutung zu. Die postindustrielle Ökonomie sei also als »informationelle Ökonomie« zu begreifen.³⁷ Diese in ihrer Qualität fundamental veränderte Arbeit, die im Kern auf »produktiver Kommunikation« beruhe, bezeichnen Negri und Hardt als *immaterielle Arbeit*.³⁸

Immaterieller Arbeit sei die Kooperation unmittelbar immanent, sie bedürfe nicht mehr der äußeren Vermittlung durch das Kapital und die große Industrie. »Diese Tatsache stellt den alten, sowohl der klassischen Politischen Ökonomie als auch Marx' Kritik geläufigen, Begriff von Arbeitskraft als ›variables Kapital‹ in Frage, da in diesem Begriff die Arbeitskraft so verstanden wird, daß sie nur durch das Kapital ihren Zusammenhang erfährt und in Bewegung zu setzen ist; das kooperative Vermögen der Arbeitskraft (und insbesondere der immateriellen Arbeit) hingegen bietet der Arbeit die Möglichkeit der ›Selbstverwertung‹. Die Hirne und Körper brauchen auch weiterhin die anderen, um Wert zu produzieren, doch die anderen, die sie brauchen, stellen nicht mehr notwendigerweise das Kapital und seine Fähigkeit, die Produktion zu orchestrieren.«³⁹ Solcherart stelle immaterielle Arbeit »das Potenzial für eine Art des spontanen und elementaren Kommunismus bereit«.⁴⁰

Während so einerseits die Analyse der »Anthropologie des Cyberspace« dem »Erkennen der neuen Menschlichkeit« gleichkomme⁴¹ und sich die Demokratie der Multitude »somit auch als eine Art ›Open Source‹-Gesellschaft verstehen [lasse], als eine Gesellschaft, deren Quellcode sichtbar ist, sodaß wir alle gemeinsam daran arbeiten können, seine ›bugs‹ zu beseitigen und neue, bessere soziale ›Programme‹ zu entwickeln«⁴², führe

35 Gorz, *Zur Strategie der Arbeiterbewegung im Neokapitalismus* (s. Anm. 34), S. 132 f.

36 Michael Hardt und Antonio Negri, *Empire. Die neue Weltordnung*. Frankfurt am Main: Campus, 2002, S. 291.

37 Ebd., S. 296.

38 Der auch von Gorz verwendete Begriff der »immateriellen Arbeit« ist vielfach kritisiert worden. Wolfgang Fritz Haug etwa bezeichnet ihn als »falschen Begriff«, da sowohl Kopfwie Handarbeit »einerseits Verausgabung menschlicher Arbeitskraft im physiologischen Sinn«, und andererseits »in besonderer zweckbestimmter Form« sind. (Wolfgang Fritz Haug, »Editorial«. In: *Das Argument. Zeitschrift für Philosophie und Sozialwissenschaften* (235 2000): *Immaterielle Arbeit*. Hrsg. von Frigga Haug und Wolfgang Fritz Haug, S. 150–151, S. 151; Haug zitiert hier Karl Marx, *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Erster Band. Buch I: Der Produktionsprozeß des Kapitals*. MEW Bd. 23. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 61.) Dem widersprechen Negri und Hardt jedoch gar nicht, sie zielen vielmehr auf einen fundamentalen *inhaltlichen* Wandel der Arbeit ab, der bei Haug unreflektiert bleibt.

39 Hardt und Negri, *Empire* (s. Anm. 36), S. 305.

40 Ebd.

41 Ebd., S. 303.

42 Dies., *Multitude. Krieg und Demokratie im Empire*. Frankfurt am Main: Campus, 2004, S. 374.

die Dezentralisation und globale Diffusion der Produktionsprozesse und -standorte andererseits zu einer Zentralisation der Kontrolle über die Produktion durch multinationale Konzerne.⁴³ Diese Gegenbewegung drohe das Gemeinschaftseigentum zu enteignen und damit die Öffentlichkeit aufzulösen.⁴⁴

Auch Jeremy Rifkin warnt vor der drohenden Auflösung von Gesellschaft. Die umfassende Kommerzialisierung und Inwertsetzung aller Lebensbereiche inklusive der Umwandlung noch der kulturellen Zeit als des letzten verbliebenen nichtkommerziellen Teils der Lebenszeit führe dazu, daß nurmehr Geschäftsbeziehungen die Gesellschaft zusammenhielten. Das bezeichnet Rifkin als »die eigentliche Krise der Postmoderne«, da genau die nichtkommerzielle, kulturelle Zeit das im eigentlichen Sinne *menschliche*, das heißt nicht warenförmig vermittelte, Miteinander hervorbringe und konstitutiv für Gesellschaft sei, indem es soziales Vertrauen schaffe und verbindliche Normen für wirtschaftlichen Austausch produziere. Die kulturelle Sphäre sei gesellschaftlicher Produktion, auch unter kapitalistischem Vorzeichen, notwendig vorausgesetzt. »Denn bislang war Kultur die Quelle, aus der verbindliche Verhaltensnormen abgeleitet wurden. Diese Normen schaffen ein Klima des Vertrauens, in dem Handel und wirtschaftlicher Austausch überhaupt stattfinden können. Wenn aber die kommerzielle die kulturelle Sphäre verschlingt (...), droht sie, die gesellschaftlichen Grundlagen der Handelsbeziehungen zu zerstören.«⁴⁵

Das Paradox des kulturellen Kapitalismus besteht nach Rifkin darin, daß dieser fortwährend Bereiche verwerten will, die ihn doch erst konstituieren und die Bedingungen für Produktion und Austausch schaffen und somit der Wertschöpfung notwendig vorausgesetzt sind. Märkte gelten Rifkin als sekundäre, nicht als primäre Institutionen; sie seien im wesentlichen abgeleitet und basierten auf sozialem Vertrauen, das die Handelsbeziehungen absichere.⁴⁶ Das Fehlen dieses sozialen Vertrauens etwa mache die Staaten der ehemaligen Sowjetunion zu einem unsicheren Wirtschaftsraum.⁴⁷ Doch drohe auch den westlichen, demokratisch verfaßten Gesellschaften ein solcher Kollaps, wenn durch weitere Desintegration der kulturellen Sphäre die gesellschaftlichen Grundlagen zerstört würden. Während Kultur ihrem Wesen nach eine kollektive Erfahrung darstelle und so die Grundlage von Gesellschaft bilde, in dem sie überhaupt eine Gemeinschaft auf Basis allgemein akzeptierter Werte schaffe, wirke kulturindustrielle Produktion ihrem Wesen nach desintegrierend. Indem Kultur zur Ware werde, verliere sie ihren kollektiven Charakter – an ihre Stelle träten Angebote individueller, kommerziell organisierter Unterhaltung.⁴⁸

Deshalb liege in der neuesten Stufe des Kapitalismus auch der Keim seiner möglichen Zerstörung: »Das kulturelle Leben kann wie die Natur

43 Hardt und Negri, *Empire* (s. Anm. 36), S. 308.

44 Ebd., S. 313.

45 Jeremy Rifkin, *Access. Das Verschwinden des Eigentums*. 2. Aufl. Frankfurt am Main und New York: Campus, 2000, S. 20.

46 Ebd., S. 327.

47 Ebd.

48 Ebd., S. 215.

bis zur Erschöpfung ausgebeutet werden. Wird sie jedoch übermäßig ausgebeutet und verschwendet, droht der Markt die Henne zu verlieren, die ihm die goldenen Eier legt. Mit der kulturellen Diversität verhält es sich nicht anders als mit der Artenvielfalt. Wenn die reiche Vielfalt kultureller Erfahrungen überall auf der Welt im Interesse kurzfristiger Gewinne in der kommerziellen Sphäre geplündert wird, ohne daß sie Zeit bekommt, sich zu erneuern und wieder aufzufüllen, dann verliert die Wirtschaft das große Reservoir menschlicher Erfahrungen, die den Stoff der kulturellen Produktionen darstellen.«⁴⁹ Rifkin erklärt es zu einer »der wichtigsten politischen Aufgaben für das kommende Zeitalter, Kultur und Kommerz wieder in eine ausbalancierte Ökologie zu bringen.«⁵⁰

Dahinter steckt eine wichtige Einsicht: Kultur stellt für den Kapitalismus eine zentrale und gleichsam *natürliche* Ressource dar. Doch ist Kultur Kultur und eben nicht Natur, sie stellt keine natürlich nachwachsende Ressource dar, sondern steht prinzipiell mit der kapitalistischen Vergesellschaftung auf Augenhöhe – die ihrerseits Teil der Kultur ist – und ist mit ihr verknüpft. Die dem »Fetischismus der Warenform« eigentümliche Tendenz, den gesellschaftlichen Verhältnissen dinghaften Charakter und eine Eigengesetzlichkeit zuzusprechen, bedroht im Falle einer Inwertsetzung der gesamten kulturellen Produktion die produktive Basis kapitalistischer Akkumulation.

Auch Bell, der Gorz' These von der spezifischen Form der Entfremdung des Wissensarbeiters im »Neokapitalismus« in ihrer Radikalität ablehnt⁵¹, konstatiert einen grundlegenden Konflikt zwischen der gesellschaftlichen Form wissenschaftlicher Forschung und kapitalistischer Aneignungsprozesse. Die zentrale Relevanz des Wissens in der nachindustriellen Gesellschaft führe zu einer anderen Struktur der Wissensproduktion – Wissen werde nunmehr ironischerweise geradezu industriell, in Wissensfabriken, hergestellt: »Offensichtlich ist die Erweiterung einer Universität von 5000 auf 50 000 Studenten nicht schlicht ein lineares Größenwachstum, sondern notwendig auch mit einer einschneidenden Strukturveränderung verbunden. Waren früher (...) Wirtschafts-, Verwaltungs-, Prüfungs- und Lehrfunktionen in der Hand einer einzigen akademischen Körperschaft vereint, so ist heute an ihre Stelle eine komplexe Hierarchie von Finanz- und Verwaltungsbeamten, Dekanen, Institutsleitern, Prüfungsbeauftragten und Professoren getreten, deren gegenseitiges Verhältnis durch ein neues kompliziertes Netz bürokratischer Beziehungen geregelt wird. Dieselben Differenzierungsprozesse – und derselbe Druck – sind auch an wissenschaftlichen Instituten und Forschungsakademien am Werk. Dieses Übergreifen der funktionsbedingten Spezialisierung vom wirtschaftlichen auf den geistigen Bereich bildet den entscheidenden Unterschied zwischen der ersten und der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts.«⁵²

Die postindustrielle Gesellschaft entwickle sich so zur geplanten Gesellschaft; dank der neuen Qualität der durch die Entwicklung der Com-

49 Ebd., S. 333.

50 Ebd., S. 339.

51 Bell (s. Anm. 1), S. 174.

52 Ebd., S. 175 f.

putertechnologie möglich gewordenen sozialen und technologischen Prognosen könne nunmehr der technologische Wandel selbst geplant werden.⁵³ Der »intellektuellen Technologie«, die von einer neuen Klasse, der technischen Intelligenz, getragen werde, komme so eine zentrale Bedeutung zu.⁵⁴ Sie sei die verselbständigte, radikal gewordene und entfesselte Zweckrationalität. »Unter *intellektueller* Technologie nun verstehe ich die Substituierung intuitiver Urteile durch Algorithmen (...), wie sie in einem Automaten, einem Computerprogramm oder einer Reihe auf statischen oder mathematischen Formeln beruhender Instruktionen zum Ausdruck kommen, wobei die statischen und logischen Techniken, die im Zusammenhang mit der ›organisierten Komplexität‹ zur Anwendung gelangen, eine gewisse Anzahl von Entscheidungsregeln zu formalisieren suchen. (...) Nur dank dem Computer als Werkzeug der intellektuellen *Technologie* ist es möglich, eine Kette multipler Kalkulationen durchzuführen, durch die verschiedensten Analysen die Wechselwirkung vieler Variablen in allen Einzelheiten zu verfolgen und gleichzeitig mehrere hundert Gleichungen zu lösen, mit einem Wort, die Grundlagen zur ›umfassenden Rechenkenntnis‹ zu legen.«⁵⁵

Bell zufolge führten die neuen Systeme aufgrund ihrer inhärenten Komplexität zu Techniken, die notwendig gegenintuitiv seien. Der Mensch werde also, folgt man Bells Darstellung, zunehmend aus der Kontrolle über den Produktionsprozeß verdrängt und durch Expertensysteme ersetzt.⁵⁶ Die neue, postindustrielle Gesellschaft sei die geordnete und geplante. Bell sieht hier die materialen Grundlagen der Vision einer Gesellschaftstechnik, wie sie vielfach verfochten wird⁵⁷: »Im Grunde strebt die neue intellektuelle Technologie nichts Geringeres als die Verwirklichung eines sozialen Alchimistenraumes an: des Traums, die Massengesellschaft zu ›ordnen‹. In dieser Gesellschaft treffen täglich Millionen Menschen Billionen von Entscheidungen – was sie kaufen, wie viele Kinder sie haben, wen sie wählen, welchen Beruf sie ausüben wollen usw. Dabei mag jede einzelne Unterscheidung so unvorhersehbar sein wie die Reaktion eines Quantenatoms auf das Meßinstrument, in der Summierung, der Gesamtheit jedoch lassen sie sich mit derselben Präzision bestimmen, mit der der Geometer seine Dreiecksmessungen durchführt. Wo der Computer der Diener ist, ist die Entscheidungstheorie König. Wie Pascal sich wünschte,

53 Bell (s. Anm. 1), S. 41.

54 In Habermasscher Terminologie handelt es sich hierbei um die Technokratie bzw. das durch diese getragene »technokratische Bewußtsein«.

55 Ebd., S. 44 f.

56 Vgl. Bell (s. Anm. 1), S. 47. – Expertensysteme sind Softwaresysteme, die auf der Basis von algorithmisiertem und formalisiertem »Expertenwissen« zur Lösung oder Bewertung bestimmter Problemstellungen kommen sollen. Entstanden als ein Teilgebiet der Artifizialen Intelligenz in den 1970er Jahren, sind Expertensysteme seit den 1980ern auch im produktiven Einsatz, etwa im medizinischen oder militärischen Bereich. Eine Kritik von Expertensystemen aus feministischer Sicht wie auch aus Perspektive dieser Arbeit gibt Eva Jelden, »Frauen am Computer: Männlich programmiert?« In: *Bits und Bytes vom Apfel der Erkenntnis. Frauen – Technik – Männer*. Hrsg. von Martina Ritter. Münster: Westfälisches Dampfboot, 1999, S. 156–170.

57 Etwa vom frühen Otto Neurath. Vgl. unten, Kapitel 10.2.2 auf Seite 355 ff.

mit Gott Würfel zu spielen, und die Physiokraten versuchten, ein Wirtschaftsnetz aufzuziehen, an Hand dessen sich der Austausch zwischen den Menschen von A bis Z regeln ließe, so geht es den Entscheidungstheoretikern um ihr eigenes *tableau entier* – den Kompaß der Rationalität, die ›beste‹ Lösung für all die Entscheidungen, vor die sich der Mensch zu seiner Verwirrung gestellt sieht.«⁵⁸ In Anknüpfung an Max Webers Kritik der Zweckrationalität verwirft er diese Visionen der Lenkung der Gesellschaft durch technologische Rationalität. Da ihnen die bloß instrumentelle Vernunft zugrundeliege, seien sie außerstande, sich aus sich selbst heraus zu begründen. »Daß es mit diesem Traum – auf seine Art nicht minder utopisch als die Träume von einem vollkommenen Gemeinwesen – nur so stockend vorangeht, wird von seinen Anhängern dem Widerstreben der Menschen gegen die Rationalität zu Last gelegt, könnte aber unter Umständen auch an der Idee der Rationalität selbst liegen, die sie auf ihr Banner geschrieben haben und die als Definition der Funktion ohne vernunftbedingte Rechtfertigung aufgefaßt wird.«⁵⁹ Bell zufolge steht die Gesellschaft vor zwei wesentlichen Wandlungsprozessen. Zum einen werde die Ökonomie der Politik untergeordnet,⁶⁰ zum anderen werde das Eigentum vom gesellschaftlichen Status getrennt. In der postindustriellen, wissensbasierten Gesellschaft verschwinde das Eigentum in seiner überkommenen Form. An seine Stelle trete ein »neues Eigentum«, das vornehmlich aus öffentlichen Zuschüssen und rechtlichen Ansprüchen der Einzelnen bestehe.⁶¹ Während ehemals durch die Bewahrung materiellen Reichtums und seiner Vererbung eine Kontinuität der Rechte entstanden sei, verliere »in der im Entstehen begriffenen neuen Gesellschaft dagegen (...) das Privateigentum seinen sozialen Zweck (...), und übrig bleibt nur noch die Funktion.«⁶² Statt Besitz werde zunehmend Können relevant, die Gesellschaft entwickle sich mit der mit zunehmender Rationalisierung steigenden Relevanz von Planung des Produktionsprozesses auch auf gesamtgesellschaftlicher Ebene hin zu einer Meritokratie.⁶³ »Die Erklärung für den Aufstieg der neuen, auf ihr Können basierenden Eliten ist schlicht die, daß in einer modernen Gesellschaft Wissen und Planung – militärische, wirtschaftliche, gesellschaftliche Planung – die Grundvoraussetzung allen organisierten Handelns bilden. Die Formulierung und Analyse der dem politischen Urteil zugrunde liegenden Entscheidungen, ja, die Machtausübung überhaupt, wären heute ohne diese neue technokratische Elite und ihre modernen Entscheidungstechniken (Systemanalyse, lineare Programmierung, ›program budgeting‹) nicht mehr denkbar. So hat also die Ausbreitung von Bildung, Forschung und Verwaltung eine neue Wählergruppe ins Leben gerufen – die technische akademische

58 Bell (s. Anm. 1), S. 48.

59 Ebd.

60 Ebd., S. 264 f.

61 Ebd., S. 257. – Damit einhergehe eine neue politische Forderung nach sozialer Gleichheit, die jedem gemäß seinen Fähigkeiten und seinen Bedürfnissen zu behandeln fordert.

62 Ebd., S. 265. – Das entspricht freilich fast wörtlich der Marxschen Vorstellung, wenn Bell auch gänzlich andere Schlußfolgerungen zieht.

63 Zum Begriff der Meritokratie siehe oben, Anm. 26 auf Seite 73.

Intelligenz.«⁶⁴ Innerhalb dieser technologischen Intelligenz gebe es jedoch eine inhärente Interessendivergenz, die die fatale Eigendynamik bloß technischer Rationalität möglicherweise aufzusprengen vermöge. In der Struktur des Wissens und der Wissensproduktion lägen Momente, die die Grenzen kapitalistischer Profitakkumulation überschritten und nicht in dieser aufgingen. Während die größten Teile der technologischen Klasse ganz im fatalen Logos der Zweckrationalität gefangen blieben, verrete die wissenschaftliche Oberschicht der neuen Elite wesentlich andere Werte als die bislang gültigen Normen des wirtschaftlichen Eigennutzes, »die unter Umständen als Grundlage für ein neues Klassenethos dienen könnten«⁶⁵.

Als das Unabgeholte der Wissensgesellschaft erscheint nunmehr die Wissenschaft selbst.

4.3 DAS ETHOS DER WISSENSCHAFT

Zwar folgt die Methodik wissenschaftlicher Forschung dem Prinzip der Quantifizierung der Welt, ihrer Gleichmachung nach Maßgabe ihrer Beherrschbarkeit, und scheint somit unrettbar in instrumenteller Vernunft verfangen. Wissenschaft und Technik scheinen ineinander aufzugehen. Doch übersieht eine solche Gleichsetzung ihre spezifische Differenz: Wissenschaft bedarf, um zu funktionieren, eines besonderen Ethos, das selbst nicht der technologischen Rationalität unterworfen sein darf. Dieses Ethos gründet wesentlich auf die Autonomie der Wissenschaft⁶⁶: Wissenschaft im modernen Sinne entsteht erst mit dem Aufkommen von Akademien und wissenschaftlichen Gesellschaften im 17. Jahrhundert (in England die *Royal Society*, in Frankreich die *Académie royale* und die *Académie française*, in Italien die *Accademia dei Lincei*, in Deutschland die *Leopoldina* und die *Preußische Akademie der Wissenschaften*). Die Wissenschaft entstand abseits der von der scholastischen Lehre geprägten Universität durch die organisierte Konversation der Forscher, erst im 19. Jahrhundert begann ihre allmähliche Eingliederung in die Universität. Dabei hat sie sich jedoch ihre Autonomie bewahrt, das heißt der Staat gewährt den Wissenschaftlern eine Freiheit der Forschung. Es ist die wissenschaftliche Gemeinschaft selbst, die sowohl die Forschungsthemen wählt wie auch autonom über die Wahrheit wissenschaftlicher Aussagen entscheidet.

Das Ethos der Wissenschaft wurde von Robert K. Merton bereits in den 1940er Jahren in einem kurzen Aufsatz mit dem Titel *Science and Technology in a Democratic Order*⁶⁷ beschrieben.

64 Bell (s. Anm. 1), S. 256.

65 Ebd.

66 Die freilich voraussetzt, daß einige Individuen von den Zwängen der unmittelbaren Produktionsarbeit befreit sind. Wissenschaft setzt historisch die Klassengesellschaft voraus.

67 Deutsch: Robert K. Merton, »Die normative Struktur der Wissenschaft« (1942/1949). In: Ders., *Entwicklung und Wandel von Forschungsinteressen. Aufsätze zur Wissenschaftssoziologie*. Mit einer Einl. von Nico Stehr. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1985, S. 86–99.

Nach Merton besteht das wissenschaftliche Ethos aus einem Komplex von Werten und Normen, der vom einzelnen Wissenschaftler internalisiert wird und gleichsam sein wissenschaftliches Gewissen darstellt; es bildet somit den moralischen Konsensus der Wissenschaftler.⁶⁸ Es zeichnet sich durch vier charakteristische Komplexe aus: Universalismus, Uneigennützigkeit, organisierter Skeptizismus und Kommunismus.

Der *Universalismus* unterstellt die prinzipielle Gleichheit aller Menschen als potentielle Mitglieder der wissenschaftlichen Gemeinschaft. Behauptungen sind zu prüfen aufgrund vorab aufgestellter, unpersönlicher Kriterien und nicht aufgrund der sozialen oder individuellen Herkunft ihres Urhebers. Rasse, Geschlecht, Religion, Klasse etc. sind irrelevant für die Beurteilung des Wahrheitsgehalts einer wissenschaftlichen Aussage.⁶⁹

Die *Uneigennützigkeit* (disinterestedness), das heißt die Absenz von Betrug, ist ein weiterer charakteristischer Bestandteil des wissenschaftlichen Ethos. Sie ist nicht einem Altruismus der einzelnen Forscher zuzuschreiben, sondern stellt einen normativen Imperativ dar, der durch die institutionalisierte Wissenschaft bei Androhung von Sanktionen erzwungen wird. Die Ergebnisse der einzelnen Wissenschaftler sind der ständigen Überwachung unterworfen, die durch die unter den Wissenschaftlern herrschende Konkurrenz bedingt ist, und insofern hat die Uneigennützigkeit eine Basis im öffentlichen, nachprüfbar Charakter der Wissenschaft.⁷⁰ Wissenschaft ist *organisierter Skeptizismus*.⁷¹

Der *kommunistische Charakter* der Wissenschaft schließlich subsumiert sowohl ihren Universalismus wie das Prinzip der Uneigennützigkeit, insofern alle drei Momente auf das Allgemeine abzielen. Wissen ist als soziales Produkt zu verstehen, das dem Erbe der Vergangenheit entstammt und somit Teil der *Commons*, des Allgemeinguts, ist. Deshalb muß es auch künftigen Generationen ohne Einschränkung weitergegeben werden. Hierin liegt die *differentia specifica* zur Technik: Während man technische Erfindungen patentieren kann, ist dies für wissenschaftliche Entdeckungen und die ihnen zugrundeliegenden Theorien nicht möglich. Auch wenn Technologie wie Wissenschaft als bloße Anwendung ihres Gegenübers erscheinen, ist doch offensichtlich, daß Technik auf die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung als Allgemeingut, also als gesellschaftlich Produziertes *und* gesellschaftlich Anzueignendes, zurückgreifen muß.

Ich gebe hier den entsprechenden Abschnitt aus Mertons Aufsatz ausführlich wieder, da im folgenden häufig auf diese Figur zurückgegriffen wird:

»Kommunismus« – nicht im engeren Sinne, sondern in der umfassenden Bedeutung des gemeinsamen Besitzes von Gütern – ist ein zweiter wesentlicher Bestandteil des wissenschaftlichen Ethos. Die substantiellen Erkenntnisse der Wis-

68 Ebd., S. 88.

69 Ebd., S. 90 ff.

70 Ebd., S. 96 ff.

71 Ebd., S. 99.

senschaft sind Produkt gesellschaftlicher Zusammenarbeit und werden der Gemeinschaft überantwortet. Sie bilden ein gemeinsames Erbe, auf das der individuelle Produzent nur sehr begrenzte Ansprüche erheben kann. Ein grundlegendes Gesetz, das den Namen seines Entdeckers trägt, geht doch nicht in den ausschließlichen Besitz dieses Entdeckers oder seiner Erben über, und diesen werden auch keine besonderen Nutzungs- oder Verfügungsrechte zuerkannt. Gemäß den Grundsätzen der wissenschaftlichen Ethik sind Eigentumsrechte innerhalb der Wissenschaft weitgehend beschnitten. Die Ansprüche des Wissenschaftlers auf ›seinen‹ geistigen ›Besitz‹ beschränken sich auf Anerkennung und Ansehen, die, wenn die Institution auch nur mit einem Minimum an Effizienz funktioniert, in etwa der Bedeutung seiner Beiträge zum gemeinsamen Wissensfundus entsprechen. So ist die Eponymie, die Benennung von Gesetzen und Theorien nach ihren Entdeckern (...), eine Gedächtnisstütze auch in dem Sinne, daß sie das Andenken an den jeweiligen Entdecker bewahrt.

(...) Die Prioritätsstreitigkeiten, die die ganze Geschichte der modernen Wissenschaft durchziehen, erwachsen aus dieser institutionellen Betonung der Originalität. Daraus ergibt sich eine konkurrenzbedingte Kooperation. Die Produkte dieser Konkurrenz werden dem gemeinsamen Besitz zugeführt, während das Ansehen dafür den Produzenten zufällt. (...)

Mit der institutionellen Konzeption von Wissenschaft als eines Teils der öffentlichen Sphäre, des *public domain*, verbindet sich der Imperativ, neue Erkenntnisse anderen mitzuteilen. Geheimhaltung ist das genaue Gegenteil dessen, was diese Norm besagt, vollständige, offene Kommunikation ist ihre Erfüllung. Der Druck zur Verbreitung von Forschungsergebnissen wird durch das institutionelle Ziel, die Grenzen des Wissens zu erweitern, ebenso verstärkt wie durch den Anreiz, Anerkennung bei anderen zu finden, was natürlich nur aufgrund von Veröffentlichung möglich ist. (...)

Daß Wissenschaft gemeinsamer Besitz ist, spiegelt sich auch darin, daß sich die Wissenschaftler ihrer Abhängigkeit von einem kulturellen Erbe bewußt sind, auf das sich keiner mit mehr Recht berufen kann, als der andere. Newtons Bemerkung ›Wenn ich weiter gesehen habe als andere, so deshalb, weil ich auf den Schultern von Riesen stehe‹ drückt zugleich die Verbundenheit mit dem gemeinsamen Erbe und den wesentlich kooperativen und selektiv kumulierenden Charakter von wissenschaftlicher Arbeit aus. Die Bescheidenheit des wissenschaftlichen Genies ist nicht bloß eine Sache des Anstands, sie ergibt sich auch aus der Erkenntnis, daß

zum wissenschaftlichen Fortschritt die Zusammenarbeit der vergangenen und gegenwärtigen Generationen gehört.«⁷²

Auch sei, fährt Merton fort, der den Wissenschaften inhärente Kommunismus mit der Definition von Technik als Privateigentum, wie sie in der bürgerlichen Rechtsordnung vertreten wird, letztlich diametral entgegengesetzt.

Doch während früher Wissenschaft und Technik institutionell getrennt waren und die Wissenschaft ihre Autonomie als sich selbst verwaltemde Gemeinschaft behaupten konnte, ist diese Autonomie durch die gegenwärtig zu beobachtende Auflösung der Trennung bedroht. Die enge Verzahnung von Wissenschaft und Kapital in der »Big Science«, der industriell betriebenen Forschung, verändert hierbei notwendig Normen und Ethos der Wissenschaft. Wissenschaft wird abhängig vom Kapital, das nunmehr wissenschaftliche Forschung koordiniert und kontrolliert – inklusive ihrer Ergebnisse, die zum exklusiven Eigentum einer Firma oder eines Konsortiums werden.⁷³

In der wissensbasierten Ökonomie treten die Erfordernisse der Kapitalakkumulation in Widerspruch zu dem wissenschaftlichen Ethos. Das äußert sich etwa in den Versuchen der Wirtschaft, immer weitere Bereiche der geistigen Produktion dem Patentrecht zu unterwerfen und die Schutzrechte »geistigen Eigentums« beständig auszudehnen. Die etablierte Wissenschaft gerät so in einen objektiven Gegensatz zu den Produktionsverhältnissen. Wissenschaft wird revolutionär, wie auch Bell feststellt: »Der charismatische Aspekt ›heilig‹ sie in den Augen ihrer Mitglieder als eigene Lebensform oder verleiht ihr, ähnlich wie dem Christentum, utopisch-messianische Züge.«⁷⁴ So wie sich die bürgerliche Produktionsweise parallel als Alternative zur vorherrschenden feudalen entwickelt hatte, so bildet auch die Wissenschaft eine alternative Produktionsform und steht außerhalb der bürgerlichen Gesellschaft: »Gewiß, die nachindustrielle Gesellschaft läßt sich auf die notwendig wissenschaftliche Basis der Produktionsmethoden und die hierdurch bedingte Umgestaltung der chemischen und der Elektroindustrie zu Beginn des 20. Jahrhunderts zurückführen, aber wie Robert Heilbroner bemerkt: ›Die Wissenschaft im heutigen Sinn begann lange vor dem Kapitalismus, wie sie sich auch umgekehrt erst voll entfaltete, nachdem dieser längst festen Fuß gefaßt hatte‹ – und wie sie ihn als gewissermaßen autonome Kraft auch überdauern wird. Wenn dem aber so ist, kann man den wissenschaftlichen Stand – sein Ethos und seine Organisation – als die Monade bezeichnen, die das Bild der künftigen Gesellschaft in sich trägt.«⁷⁵

Doch wenn Wissen zur ersten Produktivkraft wird und selbst zum Gegenstand sich selbst verwertenden Werts, muß dies zu einem Konflikt mit den skizzierten wissenschaftlichen Produktionsprinzipien führen.

72 Merton, »Die normative Struktur der Wissenschaft« (s. Anm. 67), S. 95–97.

73 Vgl. Bell (s. Anm. 1), S. 276.

74 Ebd., S. 290.

75 Ebd., S. 269.

4.4 ÜBERSCHREITUNG DER GRENZE VON WISSENSCHAFT UND TECHNIK

Die Entwicklung der Produktivkräfte erheischt unter Beibehaltung der überkommenen Eigentumsverhältnisse die Ausdehnung des Konzepts des Privateigentums auf wissenschaftliche Erkenntnis. Damit aber drohen die Grundlagen der weiteren Entwicklung der Produktivkräfte zerstört zu werden. Eigentum – genauer: das exklusive Privateigentum an Produktionsmitteln – erscheint so als gleichermaßen zentrale und aktuelle wie auch als historisch obsoletere Kategorie der gegenwärtigen gesellschaftlichen Konfiguration. Diesen Widerspruch möchte ich anhand der Diskussion um Softwarepatente exemplifizieren.

Die Auseinandersetzung um Softwarepatente ist längst zum Politikum geworden. Die wirtschaftlichen Interessen der Befürworter lassen sich beispielhaft an einem 2006 vor dem US-Supreme-Court verhandelten Fall erkennen. Dort wurde über eine Klage des Unternehmens MercExchange aus Great Falls (Virginia) entschieden, dessen Gründer Thomas Woolston sich im April 1995 drei Patente für Programme und Verfahren von Internet-Auktionen gesichert hatte, in denen auch eine »Sofort Kaufen«-Funktion beschrieben wird. Gegen das Online-Auktionshaus eBay, das eine solche Funktion verwendet, reichte Woolston Klage ein.

Sowohl ein US-Bezirksgericht wie auch ein Berufungsgericht entschieden in der Sache gegen eBay, allerdings weigerte sich die Berufungsinstanz, eBay mittels einer einstweiligen Verfügung zur Entfernung der »Sofort Kaufen«-Funktion zu zwingen. Nach Auffassung der nächsthöheren Berufungsinstanz hätte eine solche Verfügung aber ergehen müssen. Das oberste US-Bundesgericht wies dies zurück, den zuständigen Richtern müsse zugestanden werden, flexibel darüber zu entscheiden, ob eine solche Verfügung zu ergehen habe. Auch die Lobby der IT-Unternehmen lehnte dieses Ansinnen ab, da die Geschäftstätigkeit der beklagten Unternehmen dadurch bereits vor der endgültigen Entscheidung in der Hauptverhandlung in gravierender Weise beeinträchtigt werde. Patentinhaber, die eine Rechtsverletzung geltend machen, könnten so den Geschäftsbetrieb beklagter Unternehmen blockieren.

MercExchange erhielt hingegen publizistische Rückendeckung von der Pharmaindustrie, die nicht zuletzt mit patentgeschützten Arzneimitteln 2004 einen Umsatz von weltweit mehr als 550 Milliarden US-Dollar erzielte. In der Hauptsache wurde eBay im Dezember 2007 zu einer Zahlung von rund 30 Millionen US-Dollar verurteilt.⁷⁶

⁷⁶ Vgl. Meldungen im heise-Newsticker vom 18. 03. 2005, *eBay erleidet Niederlage im Patentstreit*. URL: <http://heise.de/-146027>; 28. 11. 2005, *Neue Runde vor Gericht im Patentstreit um eBays »Sofort Kaufen«*. URL: <http://heise.de/-152626>; 27. 03. 2006, *US-Industrie erwartet Patentrechts-Anhörung vor dem Supreme Court mit Spannung*. URL: <http://heise.de/-113159>; 15. 05. 2006, *eBay erringt Sieg in Patentstreit vor oberstem US-Gericht*. URL: <http://www.heise.de/-124897>; 30. 07. 2007, *eBay darf weiterhin Sofort-Kaufen-Funktion anbieten*, URL: <http://www.heise.de/-157123>; 13. 12. 2007, *eBay muss wegen Sofort-Kaufen-Funktion 30 Millionen US-Dollar zahlen*, URL: <http://www.heise.de/-170063>.

Geistiges Eigentum ist notwendig ein Maßverhältnis. Als gesellschaftlich vermitteltes Wissen baut es auf Erkenntnissen vorheriger Generationen ebenso auf wie auf den offenen wissenschaftlichen Diskurs; sein immaterieller Charakter macht es zudem unerschöpflich, so daß das sachliche Eigentumsrecht nicht einfach übernommen werden kann. Die verschiedenen Typen des Eigentumsrechts: Patentrecht auf der einen, Urheberrecht/Copyright auf der anderen Seite, reflektieren die unterschiedlichen Gesteigungsprozesse von materieller und geistiger Produktion. Der Gesteigungsprozeß von Software gleicht eher dem Schreiben eines Buches als erfinderischer Tätigkeit; die Kreativität ist eine literarische. Zudem benötigt eine materielle Erfindung zumeist andere finanzielle Ressourcen als ein künstlerisches Werk.⁷⁷

Wissenschaft basiert auf einer anderen Form des Austauschs; ihre Produktion bedarf eines freien, durch keinerlei private Patentansprüche gehinderten Austauschs. Damit steht sie in einem Spannungsverhältnis zur Technik, wie Robert Merton betont: »Der Kommunismus des wissenschaftlichen Ethos läßt sich mit der Definition von Technik als ›Privateigentum‹ innerhalb einer kapitalistischen Ökonomie nicht vereinbaren. Äußerungen aus neuerer Zeit über die ›Behinderung von Wissenschaft‹ spiegeln diesen Konflikt wider. Patente beanspruchen ausschließliche Nutzungsrechte und oft auch das Recht, bestimmte Erfindungen ungenutzt zu lassen. Die Unterdrückung von Erfindungen negiert die Grundsätze der Produktion und Verbreitung von Wissenschaft, so etwa, wenn das Urteil im Prozeß *Vereinigte Staaten gegen American Bell Telephone Co.* bestimmt: ›Der Erfinder ist jemand, der etwas von Wert entdeckt hat. Es ist sein uneingeschränkter Besitz. Er darf dessen Kenntnis der Öffentlichkeit vorenthalten.‹ Es hat unterschiedliche Reaktionen auf diese Konfliktsituation gegeben. Einige Wissenschaftler haben sich durch Patentierung ihrer Arbeit gewehrt, um auf diese Weise sicherzustellen, daß sie einer öffentlichen Nutzung zugänglich gemacht wird. So haben etwa Einstein, Milikan, Compton und Langmuir Patente erwirkt. Man hat Wissenschaftlern geraten, selbst neue Wirtschaftsunternehmen zu gründen. Andere versuchen den Konflikt zu lösen, indem sie den Sozialismus befürworten. In all diesen Vorschlägen – ob sie nun eine ökonomische Gegenleistung für wissenschaftliche Entdeckungen fordern oder nach einer Veränderung des Gesellschaftssystems rufen, damit die Wissenschaft ihre Aufgaben weiterhin erfüllen kann – schlagen sich die gegensätzlichen Auffassungen von geistigem Eigentum nieder.«⁷⁸

Im Gegensatz zur Wissenschaft ist ihre *produktive Anwendung* durch Maschinen und Technik durchaus mit der Warenform verknüpft. Die gesellschaftliche Produktion umfaßt die Produktion von Konsumtionsmitteln wie die von Produktionsmitteln – Marx spricht diesbezüglich von zwei Abteilungen der gesellschaftlichen Produktion. Maschinen und Technik sind Produktionsmittel, die selbst produziert werden wollen.

77 Jedoch wird etwa Software zum Teil mit erheblichen finanziellen Mitteln entwickelt. Doch auch Hollywood-Blockbuster-Produktionen fallen unter das Urheberrecht, nicht unter das Patentrecht.

78 Merton, »Die normative Struktur der Wissenschaft« (s. Anm. 67), S. 95 f.

Technische *Erfindungen* können patentiert werden, sie sind gleichsam geistiges Eigentum. Wissenschaftliche *Entdeckungen* hingegen nicht, sie sind als Naturgesetze gemeinfrei. Lediglich das konkrete Werk, in dem sie beschrieben werden, ist urheberrechtlich geschützt; das darin kristallisierte Wissen dagegen kann von jedem Lernenden genutzt und ausgebeutet werden. Eben das gilt auch von der Mathematik und der Logik: Algorithmen werden nicht erfunden, sondern entdeckt; es handelt sich hier um Gesetzmäßigkeiten, die, so die allgemeine Ansicht, analytischen und nicht synthetischen Charakter haben. Computer, zu deutsch Rechner, operieren innerhalb eines formalen Systems; auf der Basis logischer Operationen findet eine Symbolmanipulation statt. Die Software-Algorithmen haben also streng analytischen Charakter, weshalb sie selbst bisher als nicht schutzwürdig galten, lediglich ihre konkrete Ausformulierung war *urheberrechtlich* geschützt.

Gemeinhin wird zwischen traditionellen und Softwarepatenten unterschieden in Hinblick auf ihren Gegenstand: Während sich traditionelle Patente auf technische Erfindungen beziehen, deren Gültigkeit in Experimenten mit Naturkräften überprüft werden kann, beziehen sich Softwarepatente auf Ideen, deren Überprüfung in den Bereich des logischen Deduktionismus fällt. Doch zeigt sich, daß diese Unterscheidung in der Praxis nur schwer zu halten ist; der Computer ist eine universelle Maschine, und die materielle Welt schwimmt immer mehr mit der virtuellen. Produktion ist längst eine Angelegenheit der Software, die die Maschinen steuert, die ihrerseits von Maschinen produziert wurden, die durch Software gesteuert wurden.

Software ist per definitionem eine Maschinenbeschreibung; durch sie wird eine Maschine in eine zweite verwandelt. Handelt es sich hierbei auch zunächst nur um virtuelle Abbilder von realen Prozessen, so läßt die fortschreitende Automatisierung der Produktion mit der Tendenz zur Vollautomation die virtuelle Universalität zurück in die materielle Welt fließen; der komplette Produktionsprozeß wird tendenziell formalisierbar und damit in Software realisierbar. Auf den ersten Blick scheint daher die Patentierung von Algorithmen angemessen. Denn aus dieser Perspektive stellen Algorithmen »computerimplementierte Erfindungen« dar; umgekehrt war eine Patentschrift immer schon eine Verfahrensvorschrift und hatte somit den Charakter von Software.

Das traditionelle Patent war eine »technische Erfindung«. Technik ist im Kontext von Software jedoch untrennbar mit Wissen verbunden, ja mit ihm identisch. Die Zweiteilung von Wissenschaft und Technik ist nicht mehr haltbar, sie sind eins geworden.⁷⁹ Das bedeutet aber auch, daß jedes einigermaßen komplexe Computerprogramm sich notwendigerweise auf das menschliche Wissen als soziales Produkt stützen muß,

79 Diese Tendenz scheint der technologischen Entwicklung selbst eingeschrieben zu sein. So schreibt Ullrich (s. Anm. 11), S. 117: »Mit komplexer werdenden Prozessen werden die Kosten der Entwicklung der Technologie immer größer, und der Entwicklungsprozeß dieser technologischen Anwendung wird zunehmend selbst wissenschaftlicher. Bei manchen Projekten ist eine Trennung zwischen technologischer Entwicklungsarbeit und »eigentlicher« wissenschaftlicher Tätigkeit kaum mehr möglich.«

auf Wissen als Produkt gesellschaftlicher Zusammenarbeit. Jede Software besteht aus einer Kombination vieler verschiedener, für sich besehen zumeist trivialer Algorithmen. Wenn es einem Inhaber eines Patents auf ein wesentliches Verfahren erlaubt sein sollte, andere von seinem Gebrauch kategorisch auszuschließen, fürchten die Softwareunternehmen, daß Märkte verschlossen blieben. Mehr noch, scheint es für Softwareunternehmen nahezu unmöglich, bereits im Vorfeld einer Entwicklung mögliche Patentverletzungen zu vermeiden – der potentiell patentierten Algorithmen sind einfach zu viele. So fürchten viele kleinere Softwarehersteller, ins Hintertreffen zu geraten, da die notwendige Patentrecherche schlicht zu aufwendig und kostspielig ist und die Entwicklungskosten um ein mehrfaches überschreite. Wenn der Rechteinhaber dann noch von seinem Exklusivrecht Gebrauch macht, hat der unabhängige Softwareproduzent dem nichts entgegenzusetzen, wohingegen die Großen der Branche selbst über eine Vielzahl von Patenten verfügen, mit denen sie im Sinne einer *Balance of Power* wiederum dem Konkurrenten drohen könnten.⁸⁰ Patente sind von einem Vehikel zu einem Hindernis für den Marktzugang geworden. Doch verweist dieser Zustand lediglich darauf, daß Patente in einer Zeit, in der die Produktion wesentlich eine Produktion von und durch Wissen ist, generell obsolet sind: Die durchaus stringente Argumentation der Befürworter von Softwarepatenten vergißt *notwendig* die gesellschaftliche Fundierung der Schutzrechte des geistigen Eigentums.

In den beiden abschließenden Kapiteln dieses Teils soll der ökonomische Widerspruch untersucht werden, der sich aus der Kommodifizierung und Proprietarisierung von Wissen und wissenschaftlicher Erkenntnis ergibt und der in diesem Kapitel als ein Widerspruch innerhalb der technologischen und wissenschaftlichen Rationalität nachgezeichnet wurde.

80 Auch für freie Software stellen Softwarepatente eine ernsthafte Bedrohung dar: Die patentierten, zum Teil trivialen Algorithmen wären dem Bereich der geistigen Allmende entzogen. Hinzu kommt, daß gerade kleinere Projekte durch die bloße Möglichkeit, ungewollt Patentverletzungen zu begehen, praktisch verunmöglicht würden. Umgekehrt blieben Großprojekte wie Linux, Mozilla oder OpenOffice durch ihre schiere Größe und die mit ihnen verbundenen ökonomischen Investitionen effektiv geschützt.

DAS ZEITALTER DES WISSENS II: DIE POLITISCHE ÖKONOMIE DER WISSENSGESELLSCHAFT

5.1 PRIMAT DER POLITIK ODER PRIMAT DER ÖKONOMIE?

Sowohl Daniel Bell wie auch Herbert Marcuse und Jürgen Habermas unterstellen die Herausbildung einer totalitären Gesellschaftsordnung, in der die technologische Herrschaftsrationalität (Marcuse und Habermas) bzw. die Technokratie (Bell) Ökonomie und Politik integrierten. Die Autoren eint die Auffassung, daß mit der fortschreitenden Entwicklung der Technologie die Ökonomie der Politik untergeordnet würde – eine These, die sich heute (allerdings mehr als 40 Jahre nach Erscheinen des *eindimensionalen Menschen*) als offensichtliche Fehleinschätzung erweist. Die Politik scheint fest entschlossen, sich selbst abzuschaffen und geriert nur noch als Exekutor einer ökonomischen Vernunft. Sie ordnet sich der Ökonomie unter. Ist mit der These vom Primat der Politik auch der Rest der analytischen Erkenntnisse über die fortgeschrittenen kapitalistischen Industrienationen hinfällig geworden? Das Buch von Marcuse ist einer zeitgenössischen Kritik unterworfen worden, die auch Bells und Habermas' Beiträge betrifft. Eine Auseinandersetzung mit ihr könnte geeignet sein, den Wahrheitsgehalt der in Kapitel 4.1 auf Seite 189 ff. dargelegten Aussagen herauszuarbeiten.

In seiner *Kritik an Herbert Marcuse*¹, die Marcuse als »die einzige solide und wirkliche Kritik«, die sein Buch gefunden habe, bezeichnet haben soll, hält Paul Mattick der These von der Allmacht technologischer Herrschaftsrationalität die Krisengesetzlichkeit des Kapitalismus entgegen, die durch staatliche Eingriffe in die Ökonomie lediglich aufgeschoben, nicht jedoch aufgehoben werden könne. So werde »jede wirksame Opposition gegen das kapitalistische System erst durch dessen Fähigkeit ausgeschaltet (...), die Lebensbedingungen der arbeitenden Bevölkerung ständig zu verbessern. Sollte es sich zeigen, daß dies kein kontinuierlicher Prozeß ist, dann mag der gegenwärtige ›Zusammenhalt‹ des kapitalistischen Systems durchaus wieder verlorengehen – wie es in früheren langanhaltenden Krisen bereits der Fall war.«²

Mattick versucht den Nachweis zu führen, daß auch der Spätkapitalismus notwendig inhärent krisenhaft ist. Die Steigerung der Produktivität führe keinesfalls zu weiterer Stabilisierung und gesellschaftlicher Integration, sondern müsse vielmehr selbst in der Krise münden.³ So seien die fortschreitenden staatlichen Eingriffe in die Privatwirtschaft bereits unmittelbarer Ausdruck der Krise: »Ungeachtet der langen Perioden des

¹ Paul Mattick, *Kritik an Herbert Marcuse. Der eindimensionale Mensch in der Klassengesellschaft*. Frankfurt am Main: Europäische Verlagsanstalt, 1969.

² Ebd., S. 9.

³ Ebd., S. 10 f.

›Wohlstandes‹ in den industriell fortgeschrittenen Ländern, gibt es keinen Grund für die Annahme, daß die kapitalistische Produktionsweise die ihr innewohnenden Widersprüche durch staatliche Eingriffe in die Wirtschaft überwunden hat. Die Eingriffe selbst zeigen das Fortbestehen der Krise der kapitalistischen Produktion, und das Anwachsen der staatlich bestimmten Produktion ist ein sicheres Anzeichen für den fortschreitenden Verfall der privatkapitalistischen Marktwirtschaft. Diesen Verfall aufhalten zu wollen, würde nicht nur die Einschränkung der bereits sehr ausgedehnten staatlich induzierten Produktion verlangen, sondern auch die Wiederherstellung der expandierenden Kräfte der kapitalistischen Produktion; kurz, dies würde die Umkehrung des allgemeinen Entwicklungstrends des Kapitalismus im 20. Jahrhundert bedeuten.«⁴

Zunächst legt Mattick dar, daß im Zentrum kapitalistischen Wirtschaftens nicht die Produktion als Selbstzweck stehe, sondern die Profiterzielung durch Kapitalakkumulation.⁵ Ab einem gewissen Punkt jedoch könnten die Möglichkeiten einer vergesellschaftlichten Produktion innerhalb kapitalistischer Produktionsverhältnisse nicht mehr voll realisiert werden; das Kapitalverhältnis werde »zum Hindernis einer weiteren Entfaltung der gesellschaftlichen Produktivkräfte und (...), vom Standpunkt der Produktionsmöglichkeiten, von einer ehemals fortschrittlichen zu einer rückschrittlichen Kraft. Nur die Zerstörung des kapitalistischen Systems kann heute eine weitere fortschrittliche gesellschaftliche Entwicklung sichern.«⁶

Mattick bezieht sich auf Marx, der die Produktivkräfte und gesellschaftlichen Beziehungen aller Entfremdung zum Trotz als Seiten der Entwicklung des gesellschaftlichen Individuums begriff. Während sie dem Kapital nur Mittel seien, »um von seiner bornierten Grundlage aus zu produzieren«, seien sie objektiv »die materiellen Bedingungen, um sie in die Luft zu sprengen«.⁷ Lediglich die lebendige Arbeit ist wertschöpfend und damit Quelle von Mehrwert und Profit (Marx spricht daher von dem in sie ausgelegtem Kapital als dem *variablen*). Das in Maschinen und Anlagen ausgelegte Kapital gibt seine Werthaltigkeit im Produktionsprozeß nur sukzessive an das Produkt ab (und wird daher von Marx *konstantes Kapital* genannt). Da nun aber die technologische Entwicklung den Anteil des konstanten am Gesamtkapital ständig erhöht, wird beständig lebendige Arbeit durch bereits verausgabte, vergegenständlichte ersetzt. »Ein stets geringerer aliquoter Anteil des ausgelegten Gesamtkapitals setzt sich in lebendige Arbeit um, und dies Gesamtkapital saugt daher, im Verhältnis zu seiner Größe, immer weniger Mehrarbeit auf, obgleich das Verhältnis des unbezahlten Teils der angewandten Arbeit zum bezahlten Teil derselben gleichzeitig wachsen mag.«⁸ Daß der technische Fortschritt Arbeit ersetzt

4 Mattick, *Kritik an Herbert Marcuse* (s. Anm. 1), S. 15.

5 Ebd., S. 11.

6 Ebd., S. 17.

7 Karl Marx, *Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie*. MEW Bd. 42. Berlin (Ost): Dietz, 1983, S. 602.

8 Ders., *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Dritter Band. Buch III: Der Gesamtprozeß der kapitalistischen Produktion*. MEW Bd. 25. Berlin (Ost): Dietz, 1964, S. 226.

ist freilich nur ein anderer Ausdruck dafür, daß die Produktion aufgrund erhöhter Arbeitsproduktivität steigt. »Die progressive Tendenz der allgemeinen Profitrate zum Sinken ist also nur *ein der kapitalistischen Produktionsweise eigentümlicher Ausdruck* für die fortschreitende Entwicklung der gesellschaftlichen Produktivkraft der Arbeit.«⁹ Die »organische Zusammensetzung« des Kapitals verändert sich zugunsten ihres konstanten Anteils, der im Verhältnis zum variablen Teil wächst, und mit der relativen Verdrängung der allein Mehrwert produzierenden lebendigen Arbeit sinkt der erzielte Mehrwert im Verhältnis zum ausgelegten Gesamtkapital. Damit aber ist dem Kapital durch die technische Entwicklung selbst eine objektive Schranke der Akkumulation gesetzt: »Die *wahre Schranke* der kapitalistischen Produktion ist *das Kapital selbst*, ist dies: daß das Kapital und seine Selbstverwertung als Ausgangspunkt und Endpunkt, als Motiv und Zweck der Produktion erscheint; daß die Produktion nur Produktion für das *Kapital* ist und nicht umgekehrt die Produktionsmittel bloße Mittel für eine stets sich erweiternde Gestaltung des Lebensprozesses für die *Gesellschaft* der Produzenten sind. Die Schranken, in denen sich die Erhaltung und Verwertung des Kapitalwerts, die auf der Enteignung und Verarmung der großen Masse der Produzenten beruht, allein bewegen kann, diese Schranken treten daher beständig in Widerspruch mit den Produktionsmethoden, die das Kapital zu seinem Zweck anwenden muß und die auf unbeschränkte Vermehrung der Produktion, auf die Produktion als Selbstzweck, auf unbedingte Entwicklung der gesellschaftlichen Produktivkräfte der Arbeit lossteuern. Das Mittel – unbedingte Entwicklung der gesellschaftlichen Produktivkräfte – gerät in fortwährenden Konflikt mit dem beschränkten Zweck, der Verwertung des vorhandenen Kapitals. Wenn daher die kapitalistische Produktionsweise ein historisches Mittel ist, um die materielle Produktivkraft zu entwickeln und den ihr entsprechenden Weltmarkt zu schaffen, ist sie zugleich der beständige Widerspruch zwischen dieser ihrer historischen Aufgabe und den ihr entsprechenden gesellschaftlichen Produktionsverhältnissen.«¹⁰

Nach Mattick verschärfen die Versuche der westlichen Industriegesellschaften, den normalen zyklischen Krisen durch Abschöpfung der Gewinne in Prosperitätszeiten und *deficit spending* in Krisenzeiten zu begegnen, noch die *Akkumulationskrise*, werde doch in Prosperitätszeiten ein beträchtlicher Teil des gesellschaftlichen Mehrprodukts der Akkumulationssphäre entzogen und in Krisenzeiten die Konjunktur nur durch die Hoffnung auf spätere Gewinne angekurbelt. Die erhöhte Arbeitsproduktivität münde notwendig in hoher Arbeitslosigkeit, die wiederum abzufedern versucht werde, was einen Teufelskreis in Gang setze. Die Krise werde durch keynesianische Methoden lediglich verschoben, jedoch nicht beseitigt: »Der hohe Lebensstandard, der in den industriell fortgeschrittenen Ländern erreicht wurde, muß schließlich selbst die Kapitalakkumulation gefährden. Denn um diesen Lebensstandard bei sinkenden Profitraten aufrechtzuerhalten, muß die nichtprofitable Pro-

⁹ Ebd., S. 223.

¹⁰ Ebd., S. 260.

duktion ständig ausgedehnt werden, und dies zwingt wiederum zu größerer Arbeitsproduktivität, was angesichts der herrschenden Verhältnisse mit ständig wachsender Arbeitslosigkeit gleichbedeutend ist. Die Arbeitslosigkeit verursacht ständig wachsende Kosten, die zusammen mit allen anderen Kosten des ›Überflusses‹, früher oder später selbst die größte ›wirtschaftliche und technische Leistungsfähigkeit‹ aufs äußerste belasten wird. Der ›Überfluß‹ läßt sich nicht erhalten, wenn nicht das Wesen der Gesellschaft selbst verändert wird. Gerade dieser ›Überfluß‹ und die gesellschaftlichen Schwierigkeiten, die aus seinem Rückgang erwachsen, verwandeln sich in revolutionäre Kräfte.«¹¹

Nach Mattick sind die von Marcuse beschriebenen Tendenzen Ausdruck einer Ideologie – und da die herrschenden Ideen immer die Ideen der herrschenden Klasse seien, herrsche in einer Gesellschaft ohne Opposition eine eindimensionale Ideologie.¹² Marcuse hat aber gerade nicht nur den ideologischen Charakter des eindimensionalen Denkens und Verhaltens betont, sondern die Ideologie bereits in der Zweckrationalität der technologischen Entwicklung selbst verortet, das heißt in der vorherrschenden Form des Umgangs des Menschen mit seiner Natur. Während nach Marcuse der technische Fortschritt die eindimensionale Ideologie festigt, vermag er nach Mattick diese zu sprengen, da er die Möglichkeit kapitalistischer Akkumulation sukzessiv untergrabe.

Im folgenden soll die Marxsche These von der Akkumulationskrise nachgezeichnet und ihr Wahrheitsgehalt mit Blick auf die gegenwärtige Entwicklung der Produktivkräfte überprüft werden. Wenn Marx auch die kapitalistische Akkumulation als ein automatisches System dargestellt hat, so hat er dieses System doch durch zwei Daten historisch verortet: 1. in seiner Entstehung in der Phase der sogenannten ursprünglichen Akkumulation, und 2. in seinem prognostizierten Niedergang in der Phase der grundlegenden Krise der Mechanismen dieses Systems.

5.2 URSPRÜNGLICHE AKKUMULATION

Kapitalistische Akkumulation setzt die Konzentration der Bedingungen der Produktion in den Händen Einzelner, also bereits akkumuliertes Kapital voraus. Damit hat das Kapitalverhältnis ein Konstitutionsproblem: es ist sich selbst vorausgesetzt. Der kapitalistischen Akkumulation muß daher ein Akkumulationsprozeß historisch vorhergegangen sein, der selbst noch nicht auf kapitalistischer Grundlage funktionierte, aber die Bedingungen für diese schuf. Diesen Prozeß entziffert Marx als die Trennung des Arbeiters von den Arbeitsmitteln und damit der Schaffung einer Arbeiterklasse: »Das Kapitalverhältnis setzt die Scheidung zwischen den Arbeitern und dem Eigentum an den Verwirklichungsbedingungen der Arbeit voraus. Sobald die kapitalistische Produktion einmal auf eigenen Füßen steht, erhält sie nicht nur jene Scheidung, sondern reproduziert

¹¹ Mattick, *Kritik an Herbert Marcuse* (s. Anm. 1), S. 58.

¹² Ebd.

sie auf stets wachsender Stufenleiter. Der Prozeß, der das Kapitalverhältnis schafft, kann also nichts anderes sein als der Scheidungsprozeß des Arbeiters vom Eigentum an seinen Arbeitsbedingungen, ein Prozeß, der einerseits die gesellschaftlichen Lebens- und Produktionsmittel in Kapital verwandelt, andererseits die unmittelbaren Produzenten in Lohnarbeiter. Die sog. ursprüngliche Akkumulation ist also nichts als der historische Scheidungsprozeß von Produzent und Produktionsmittel. Er erscheint als »ursprünglich«, weil er die Vorgeschichte des Kapitals und der ihm entsprechenden Produktionsweise bildet.«¹³

Die ursprüngliche Akkumulation ist nach Marx im wesentlichen ein Prozeß, in dem der Arbeiter als freier Arbeiter geschaffen wird, als subjektives Arbeitsvermögen, dem die objektiven Bedingungen der Produktion als fremdes Eigentum gegenüberstehen: Kapital. Es handelt sich mithin um einen Auflösungsprozeß, »der einerseits eine Masse Individuen einer Nation etc. in *δυνάμει* freie Lohnarbeiter – nur durch ihre Eigentumslosigkeit zur Arbeit und zum Verkauf ihrer Arbeit gezwungne Individuen – verwandelt«, und zugleich »diese *objektiven Bedingungen der Arbeit* – Grund und Boden, Rohmaterial, Lebensmittel, Arbeitsinstrumente, Geld oder alles dies – *δυνάμει* freimacht von ihrem *bisherigen Gebundensein* an die nun von ihnen losgelösten Individuen.«¹⁴

δυνάμει [dunamei]:
der Möglichkeit nach

Diesen Scheidungsprozeß zergliedert Marx analytisch in vier Elemente: 1. in das »Auflösen des Verhaltens zur Erde – Grund und Boden – als natürlicher Produktionsbedingung –, zu der [der Arbeiter] sich als seinem eignen unorganischen Dasein verhält«; 2. in das »Auflösen der *Verhältnisse*, worin er als *Eigentümer des Instruments* erscheint«; 3. in das Scheiden von den Konsumtionsmitteln sowie, für meine Argumentation am wichtigsten, 4. in die »*Auflösung* andererseits ebensosehr der *Verhältnisse*, worin die *Arbeiter selbst*, die *lebendigen Arbeitsvermögen* selbst noch *unmittelbar unter die objektiven Produktionsbedingungen* gehören und als solche angeeignet werden – also Sklaven oder Leibeigene sind. Für das Kapital ist der Arbeiter keine Produktionsbedingung, sondern nur die Arbeit. Kann es sie durch Maschinen verrichten lassen oder gar durch Wasser, Luft, tant mieux. Und es eignet sich nicht den Arbeiter an, sondern seine Arbeit – nicht unmittelbar, sondern vermittelt durch Austausch.«¹⁵

Es ist augenscheinlich, daß der Prozeß der Enteignung der Arbeitsmittel von den Produzenten nicht auf der Sparsamkeit und dem Fleiß

13 Karl Marx, *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Erster Band. Buch I: Der Produktionsprozeß des Kapitals*. MEW Bd. 23. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 742.

14 Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 410. – »Derselbe Prozeß, der die Masse als freie Arbeiter den *objektiven Arbeitsbedingungen* gegenübergestellt, hat auch diese Bedingungen als *Kapital* den freien Arbeitern gegenübergestellt. Der historische Prozeß war die Scheidung bisher verbundner Elemente – sein Resultat ist daher nicht, daß eins der Elemente verschwindet, sondern, daß jedes derselben in negativer Beziehung auf das andre erscheint – der freie Arbeiter (der Möglichkeit nach) auf der einen Seite, das Kapital (der Möglichkeit nach) auf der andren. Die Scheidung der objektiven Bedingungen von seiten der Klassen, die in freie Arbeiter verwandelt worden, muß ebensosehr als eine Verselbständigung dieser selben Bedingungen am entgegengesetzten Pol erscheinen.« (Ebd., S. 410 f.)

15 Ebd., S. 405 f.

Einzelner, die durch eigene Arbeit Eigentum anhäufte, beruhte und somit weitgehend friedlich vonstatten ging (insofern er nicht gewaltsam von außen etwa durch Räubereien gestört wurde), sondern ein inhärent äußerst gewaltsamer gewesen ist.¹⁶ Marx schildert denn auch eindringlich die Grausamkeit der ursprünglichen Akkumulation; »von den gemütlchen Einbildungen, wonach der Kapitalist und der Arbeiter Assoziation schließen etc., weiß weder die Geschichte etwas noch findet sich davon eine Spur in der Begriffsentwicklung des Kapitals.«¹⁷

Die Idylle, die die bürgerliche ökonomische Wissenschaft für die Entstehungsgeschichte des Kapitals postuliert, ist also ein rein gedankliches Konstrukt, das der historischen Prüfung nicht standhält. Von der Freiheit und Gleichheit des bürgerlichen Vertragsverhältnisses ist hier keine Spur zu finden. Gleichwohl gehört diese Anhäufung von Werten zu den, wie Marx sagt, »antediluvianischen«, vorsintflutlichen, »Bedingungen des Kapitals, zu seinen *historischen Voraussetzungen*, die eben als solche *historische Voraussetzungen* vergangne sind und daher der *Geschichte seiner Bildung* angehören, keineswegs aber zu seiner *kontemporären* Geschichte, d. h. nicht in das wirkliche System der von ihm beherrschten Produktionsweise gehören.«¹⁸ Die ursprüngliche Akkumulation, die Bedingungen des Werdens des Kapitals fallen ausdrücklich »nicht in die Sphäre der Produktionsweise, der das Kapital als Voraussetzung dient; [sie] liegen als historische Vorstufen seines Werdens hinter ihm, ebenso wie die Prozesse, wodurch die Erde aus einem flüssigen Feuer- und Dunstmeer in ihre jetzige Form übergang, jenseits ihres Lebens als fertige Arbeit liegen.«¹⁹

Diese Verortung der ursprünglichen Akkumulation als eines vergangenen Prozesses verweist freilich auch auf die Historizität des Kapitalverhältnisses und des mit ihm verknüpften politisch-ökonomischen Systems. Die kapitalistische Ökonomie entpuppt sich als historisch gewordene und nicht dem geschichtlichen Prozeß enthobene: Die Menschheit befindet sich noch nicht am Ende der Geschichte, sondern noch in ihrer Vorgeschichte. Es lassen sich, so Marx, Punkte ausmachen, »an denen die Aufhebung der gegenwärtigen Gestalt der Produktionsverhältnisse – und so foreshading der Zukunft, werdende Bewegung sich andeutet. Erscheinen einerseits die vorbürgerlichen Phasen als *nur historische*, i. e. aufgehobne Voraussetzungen, so die jetzigen Bedingungen der Produktion als *sich selbst aufhebende* und daher als *historische Voraussetzungen*

16 Thomas Morus beschrieb etwa in seiner »Utopia« Großbritannien als das sonderbare Land, in dem die Schafe die Menschen aufessen: »Eure Schafe!«, heißt es bei Morus. »Eigentlich gelten sie als recht zahm und genügsam; jetzt aber haben sie, wie man hört, auf einmal angefangen, so gefräßig und wild zu werden, daß sie sogar Menschen fressen, Länder, Häuser, Städte verwüsten und entvölkern.« (Thomas Morus, *Ein wahrhaft kostbares und ebenso bekömmliches wie kurzweiliges Buch über die beste Staatsverfassung und die neue Insel Utopia* (1516). Übers. von Gerhard Ritter. München: Beck, 1997, S. 35) Morus bezieht sich dabei auf die Umwandlung von Ackerland in Viehweiden, die den Untergang vieler kleiner schottischer Pächter und gewaltige Hungersnöte verursachten.

17 Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 413.

18 Ebd., S. 372.

19 Ebd., S. 373.

für einen neuen Gesellschaftszustand setzende.«²⁰ Die auf kapitalistischer Akkumulation beruhende Produktionsweise steht nicht außerhalb der Geschichte: Was einen Anfang hat, hat zumindest potentiell auch ein Ende.

5.3 LOGOS DES KAPITALS

Die ursprüngliche Akkumulation bildet die Vorgeschichte der auf kapitalistischer Akkumulation beruhenden Produktionsweise. Der Prozeß kapitalistischer Akkumulation hat hingegen den Charakter eines geschlossenen Systems; dieser systemische Charakter geht soweit, daß man das Kapital als »kybernetische Wertmaschine« darstellen kann, als Automaten also, der sich subjektlos selbst reguliert.²¹

Grundlage der Entwicklung früherer Gemeinwesen war »die *Reproduktion vorausgesetzter* (...) Verhältnisse des einzelnen zu seiner Gemeinde und ein *bestimmtes*, ihm *vorherbestimmtes objektives* Dasein«. ²² Mit der Entwicklung der gesellschaftlichen Produktivkräfte lösten sich die ökonomischen Bedingungen auf, auf denen die feudale Gesellschaftsform beruhte; diese erscheinen in ihrer Statik damit als borniert und beschränkt. Das Kapital hingegen »setzt die *Produktion des Reichtums* selbst und daher die universelle Entwicklung der Produktivkräfte, die beständige Umwälzung seiner vorhandenen Voraussetzungen als Voraussetzung seiner Reproduktion.«²³ Die universelle Entwicklung der Produktivkräfte wird zum Prinzip des Kapitals, jede Schranke dieser Entwicklung gilt als Hindernis, das es aufzuheben gilt. Auf dieser Basis erhebt sich freilich ebenfalls die »Möglichkeit der universellen Entwicklung des Individuums und die wirkliche Entwicklung der Individuen von dieser Basis aus als beständige Aufhebung ihrer *Schranke*, die als Schranke gewußt ist, nicht als *heilige Grenze* gilt. Die Universalität seiner realen und ideellen Beziehungen. Daher auch Begreifen seiner eignen Geschichte als eines *Prozesses* und Wissen der Natur (ebenso als praktische Macht über sie vorhanden) als seines realen Leibes.«²⁴

Das System des Kapitals ist also nicht statisch, sondern basiert auf der Entwicklung der Produktivkräfte. Es folgt dabei einem inneren *Logos*, der über die Entwicklung der Manufaktur hin zur großen Industrie verläuft. Das System der großen Industrie kennzeichnet jedoch wesentlich die »Anwendung von wissenschaftlicher Power« und der Verlegung des »gemeinschaftlichen Geists der Arbeit in die Maschine«²⁵: »Das entwickelte

²⁰ Ebd.

²¹ So etwa Stefan Meretz, *Linux & Co. Freie Software – Ideen für eine andere Gesellschaft*. Neu-Ulm: AG SPAK, 2000; vgl. auch André Gorz, *Wissen, Wert und Kapital. Zur Kritik der Wissensökonomie*. Zürich: Rotpunkt, 2004, S. 96.

²² Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 395.

²³ Ebd., S. 447.

²⁴ Ebd.

²⁵ Ebd., S. 488. – »Das produktive Kapital oder die dem Kapital entsprechende Produktionsweise kann nur eine doppelte sein: Manufaktur oder große Industrie. In der ersten herrscht die Teilung der Arbeit vor; in der zweiten Kombination von Arbeitskräften (mit gleichmäßiger Arbeitsweise) und Anwendung von wissenschaftlicher Power, wo

Prinzip des Kapitals ist grade, das besondere Geschick überflüssig zu machen und die Handarbeit, die unmittelbar körperliche Arbeit überhaupt als geschickte Arbeit sowohl wie als Muskelanstrengung überflüssig zu machen; das Geschick vielmehr in die toten Naturkräfte zu legen.«²⁶ »Der gesellschaftliche Geist der Arbeit erhält eine objektive Existenz außer den einzelnen Arbeitern.«²⁷

Die Maschinerie erscheint so als »beseeltes Ungeheuer«, das »den wissenschaftlichen Gedanken objektiviert und faktisch das Zusammenfassende ist«²⁸, zusammengesetzt »aus zahlreichen *mechanischen und mit Verstand begabten Organen*«. ²⁹ Das Kapital entwickelt aus sich heraus ein automatisches System der Maschinerie, »in Bewegung gesetzt durch einen Automaten, bewegende Kraft, die sich selbst bewegt; dieser Automat, bestehend aus zahlreichen mechanischen und intellektuellen Organen, so daß die Arbeiter selbst nur als bewußte Glieder desselben bestimmt sind.«³⁰ Die Maschine erscheint dabei nicht mehr als Arbeitsmittel des Arbeiters, vielmehr hat sich das Verhältnis verkehrt: der Arbeiter vermittelt nur noch die Arbeit der Maschine. Die Maschine, schreibt Marx, wird zum eigentlichen Virtuosen. Der Prozeß der Entwicklung der Produktivkräfte stellt also zugleich einen Enteignungs- und Degenerationsprozeß dar; er produziert Arbeiter, die den Produktionsprozeß nicht mehr zu überschauen vermögen – »halbe Idioten«³¹, »die von Natur nur zu einseitiger Sonderfunktion taugen«³², wie Marx es ausdrückte. Das Wissen, das die Produzenten verlieren, konzentriert sich ihnen gegenüber im Kapital. Der Arbeiter selbst wird derart zum Werkzeug degradiert, wird zum bloßen Ausführungsorgan des im Kapital konzentrierten Produktionswissens.³³ Der Produktionsprozeß wird zur »technologischen Anwendung der Wissenschaft«, »und die unmittelbare Arbeit herabgesetzt zu einem bloßen Moment dieses Prozesses.«³⁴ Dabei stellt Marx sich vor, daß die Arbeiter sich potenziell leicht die Produktionsmittel aneignen können. Die

die Kombination und sozusagen der gemeinschaftliche Geist der Arbeit in die Maschine etc. verlegt ist. In dem ersten Zustand muß die Masse der Arbeiter (akkumulierten) groß sein im Verhältnis zum amount of capital; im zweiten das Capital fixe groß zur Zahl der vielen zusammenwirkenden Arbeiter.« (Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 487 f.)

26 Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 490.

27 Ebd., S. 435. Siehe auch Kapitel 1 auf Seite 23 ff. dieser Arbeit.

28 Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 382.

29 Ebd., S. 590. Marx zitiert hier emphatisch Andrew Ure, *Philosophie des manufactures, ou économie industrielle de la fabrication du coton, de la laine, du lin et de la soie, avec la description des diverses machines employées dans les ateliers anglais*. T. 1.2, Bruxelles 1836, S. 18 f.

30 Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 592.

31 Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 13), S. 383.

32 Ebd., S. 369.

33 »Die Wissenschaft, die die unbelebten Glieder der Maschinerie zwingt, durch ihre Konstruktion zweckgemäß als Automat zu wirken, existiert nicht im Bewußtsein des Arbeiters, sondern wirkt durch die Maschine als fremde Macht auf ihn, als Macht der Maschine selbst. (...) In der Maschinerie tritt die vergegenständlichte Arbeit der lebendigen Arbeit im Arbeitsprozeß selbst als die sie beherrschende Macht gegenüber, die das Kapital als Aneignung der lebendigen Arbeit seiner Form nach ist.« (Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 593.)

34 Ebd., S. 595.

Entfremdung durch die Maschinerie entspringe nur ihrer Formbestimmtheit, das heißt ihres Einsatzes als Kapital. Ihrem Inhalt, das heißt ihrer technischen Struktur nach, gilt sie ihm hingegen als neutral. »Wenn aber das Kapital in der Maschinerie und andren stofflichen Daseinsformen des *capital fixe*, wie Eisenbahnen etc. (...) sich erst seine adäquate Gestalt als Gebrauchswert innerhalb des Produktionsprozesses gibt, so heißt das keineswegs, daß dieser Gebrauchswert – die Maschinerie an sich – Kapital ist oder daß ihr Bestehn als Maschinerie identisch ist mit ihrem Bestehn als Kapital; sowenig, wie das Gold aufhörte, seinen Gebrauchswert als Gold zu haben, sobald es nicht mehr *Geld* wäre. Die Maschinerie verliert ihren Gebrauchswert nicht, sobald sie aufhörte, Kapital zu sein.«³⁵ Die Idee der inhaltlichen Neutralität der Produktionsmittel ist wohl einer der größten (und folgenschwersten) Irrtümer Marxs! Verändern die Produktionsmittel nicht ihre technische Struktur, verweigern sie sich der *konkreten Verfügung* durch die Produzenten. Eine solche Verewigung des Kapitals mit proletarischen Mitteln stellt aber keine Aufhebung des Kapitalverhältnisses dar, sondern lediglich seine Umwandlung in einen Staatskapitalismus.³⁶

Das Diktum, daß »die objektiven Bedingungen der Arbeit eine immer kolossalere Selbständigkeit, die sich durch ihren very extent darstellt, gegen die lebendige Arbeit annehmen«³⁷, findet seine erste Vollendung in der Entwicklung jener »universalen Maschine«, die von Alan Turing 1937 theoretisch begründet wurde³⁸ und praktisch mit der Entwicklung der elektronischen Rechenmaschinen realisiert wurde und die heute in Gestalt des Computers und des Internets aus unserem Alltag nicht mehr

35 Ebd., S. 595 f. – »Das Arbeitsmittel macht den Arbeiter selbständig – setzt ihn als Eigentümer. Die Maschinerie – als *Capital fixe* – setzt ihn als unselbständig, setzt ihn als angeeignet. Diese Wirkung der Maschinerie gilt nur, soweit sie als *capital fixe* bestimmt, und sie ist nur dadurch als solche bestimmt, daß der Arbeiter als Lohnarbeiter und das tätige Individuum überhaupt als bloßer Arbeiter sich zu ihr verhält.« (Ebd., S. 598.) Diese Vorstellung einer inhaltlichen Neutralität der Produktionsmittel ist notorisch bei Marx, sie findet sich bereits 1846: »Die Maschine ist ebensowenig eine ökonomische Kategorie wie der Ochse, der den Pflug zieht. Die gegenwärtige *Anwendung* der Maschinen gehört zu den Verhältnissen unseres gegenwärtigen Wirtschaftssystems, doch die Art, wie die Maschinen ausgenutzt werden, ist etwas völlig anderes als die Maschinen selbst. Pulver bleibt Pulver, ob man sich seiner bedient, um einen Menschen zu verletzen oder um die Wunden eines Verletzten zu heilen.« (Ders., »Brief an Pawel Wassiljewitsch Annenkow vom 28. Dezember 1846«. In: Ders., *MEW*. Bd. 27: *Briefe Februar 1842 bis Dezember 1851*. 2. Aufl. Berlin (Ost): Dietz, 1965, S. 451–463, S. 456.)

36 Unzweifelhaft aber trägt die universelle Entwicklung der Produktivkräfte in sich zugleich einen humanisierenden Charakter. Die Entwicklung des allgemeinen gesellschaftlichen Wissens umfaßt nicht bloß das Entwickeln der Fähigkeiten zur Produktion, sondern zugleich auch der Fähigkeiten und Mittel des Genusses und rückt die bewußte Gestaltung des gesellschaftlichen Lebensprozesses in eine mögliche Reichweite. Vgl. Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 395 f., 607.

37 Ebd., S. 722.

38 Alan M. Turing, "On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem". In: *Proceedings of the London Mathematical Society, Second Series* 42 (1936), pp. 230–265; deutsch: Ders., »Über berechenbare Zahlen mit einer Anwendung auf das Entscheidungsproblem«. In: Ders., *Intelligence Service*. Schriften. Hrsg. von Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987, S. 17–60.

wegzudenken ist.³⁹ Mit der Entwicklung der universalen Maschinen ist die vollautomatische Produktion denkbar geworden, das Gießen der Verfahrensvorschriften der Produktion in Software, in ein immaterielles Gut. Wissen wird so unmittelbar zur ersten Produktivkraft.

Und obwohl Marx die Entwicklung der Universalität als das ureigene Prinzip des Kapitals begriff, sah er mit ihrer Vollendung zugleich den Zeitpunkt kommen, an dem das Kapital sich selbst als größte Schranke dieser Tendenz gegenübertritt.⁴⁰ »Das Kapital ist selbst der Widerspruch, daß es die *notwendige Arbeitszeit* (und dies ist zugleich die Reduktion des Arbeiters auf ein Minimum, i. e. seine Existenz als bloßes lebendiges Arbeitsvermögen) beständig aufzuheben sucht, aber die *Surplusarbeitszeit* nur gegensätzlich, nur im Gegensatz zur notwendigen Arbeitszeit existiert, also das Kapital notwendige Arbeitszeit als *notwendig* setzt für die Bedingung seiner Reproduktion und Verwertung. Eine Entwicklung der materiellen Produktivkräfte – die zugleich Entwicklung der Kräfte der Arbeiterklasse – auf einem gewissen Punkt *hebt das Kapital selbst auf*.«⁴¹ Die fortschreitende Entwicklung der Produktivkräfte führe also notwendig zu einer Krise kapitalistischer Akkumulation. Diese Wesenskrise des Kapitalismus begründet Marx mit dem »Gesetz vom tendenziellen Fall der Profitrate«, das ich nachfolgend kritisch erörtern werde.

5.4 AKKUMULATIONSKRISE

Auch wenn für den einzelnen Kapitalisten nur die Profitrate von Interesse ist, das heißt das Verhältnis des Gewinns zum gesamten ausgelegten Kapital, ist es doch nur der Teil des Kapitals, der in Arbeitslohn ausgelegt wird, der die lebendige Arbeit befähigt, wertschöpfend tätig zu werden. Der andere Teil des Kapitals überträgt lediglich sukzessive den in ihm kristallisierten Wert auf das Produkt, ohne diesem darüber hinaus etwas hinzuzufügen. Während dieser deshalb auch als konstant (*c*) bezeichnet wird, heißt das in Arbeitslohn ausgelegte Kapital das variable (*v*). Die Rate des Mehrwerts stellt die Masse der Mehrarbeit (*m*) in Bezug zur notwendigen Arbeit, das heißt zum vom Kapitalisten in Arbeitslohn ausgelegtem Kapital, während die Rate des Profits die Masse der Mehrarbeit in Bezug zum gesamten ausgelegten Kapital setzt. Die Rate des Mehrwerts wird also immer höher sein als die Rate des Profits, vom unwahrscheinlichen Fall einmal abgesehen, daß der Kapitalist ausschließlich Auslagen in Arbeitslohn zu tätigen hat und keine in Maschinen, Gebäude, Rohstoffe etc.

³⁹ Zu universalen Turingmaschinen siehe oben, Kapitel 1.3 auf Seite 39 ff.

⁴⁰ »Daraus aber, daß das Kapital jede solche Grenze als Schranke setzt und daher *ideell* darüber weg ist, folgt keineswegs, daß es sie *real* überwunden hat, und da jede solche Schranke seiner Bestimmung widerspricht, bewegt sich seine Produktion in Widersprüchen, die beständig überwunden, aber ebenso beständig gesetzt werden. Noch mehr. Die Universalität, nach der es unaufhaltsam hintreibt, findet Schranken an seiner eignen Natur, die auf einer gewissen Stufe seiner Entwicklung es selbst als die größte Schranke dieser Tendenz werden erkennen lassen und daher zu seiner Aufhebung durch es selbst hintreiben.« (Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 323 f.)

⁴¹ Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 448 f.

$$\frac{m}{c+v} < \frac{m}{v} \quad (5.1)$$

Das Verhältnis nun, in dem variables und konstantes Kapital zueinander stehen, bezeichnet Marx als die »organische Zusammensetzung des Kapitals«, und es ist augenscheinlich, daß diese organische Zusammensetzung sich mit fortschreitender Entwicklung der Produktivkräfte zu Ungunsten des variablen Anteils verändert.⁴²

$$\left. \frac{v}{c} \right|_{t_2} < \left. \frac{v}{c} \right|_{t_1} \quad \forall t_2 > t_1 \quad (5.2)$$

Marx nahm nun an, daß diese Verschiebung in der organischen Zusammensetzung des Kapitals so groß ist, daß sie sich nicht durch eine Erhöhung der Ausbeutungsrate kompensieren läßt, daß also die Profitrate tendenziell sinken würde und das Kapital sich mit fortschreitender Entwicklung selbst negiere.⁴³

$$\left. \frac{m}{c+v} \right|_{t_2} < \left. \frac{m}{c+v} \right|_{t_1} \quad \forall t_2 > t_1, m = m(v) \quad (5.3)$$

Gegen dieses Gesetz vom »tendenziellen Fall der Profitrate« ist von Kritikern immer wieder eingewandt worden, daß aus dem Sinken des variablen Kapitalanteils noch keineswegs ein Sinken der Profitrate abzuleiten sei, da die Produktivkraft der Arbeit, das heißt das Verhältnis von variablem Kapital und Mehrwert, vom Standpunkt der technischen Entwicklung abhängt und damit selbst wiederum eine Funktion des konstanten Kapitals ist. Die Masse des Mehrwerts ist mithin abhängig vom jeweils erreichten Stand der Produktivkraftentwicklung und somit keineswegs, wie von Marx unterstellt, lediglich eine Funktion des variablen Kapitals ($m = m(v)$), sondern eine Funktion sowohl von variablen wie von konstanten Kapital – mathematisch ausgedrückt: $m = m(v, c)$.⁴⁴

42 Ich danke Martin Winter, Neuburg, für Unterstützung bei der mathematischen Formulierung. – t_n bezeichnet im folgenden einen Zeitpunkt n .

43 »Je geringer also die gegen lebendige Arbeit ausgetauschte Portion wird, um so geringer wird die Rate des Profits. In demselben Verhältnis also, worin in dem Produktionsprozeß das Kapital als Kapital größeren Raum einnimmt in Proportion zu der unmittelbaren Arbeit, je mehr also der relative Surpluswert wächst – die wertschaffende Kraft des Kapitals –, um so mehr fällt die Rate des Profits.« (Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 639.)

44 Marx selbst nannte verschiedene entgegenwirkende Tendenzen, hauptsächlich die Erhöhung des Exploitationsgrads der Arbeit, ein Herunterdrücken des Arbeitslohns unter seinen Wert, die Verwohlfleinerung der Elemente des konstanten Kapitals, die relative Überbevölkerung, den auswärtigen Handel sowie die Zunahme des Aktienkapitals. Vgl. Marx, *Das Kapital Bd. III* (s. Anm. 8), S. 242–250. – Der »Klassiker« der Zusammenbruchstheorie ist Henryk Grossmann, *Das Akkumulations- und Zusammenbruchsgesetz des kapitalistischen Systems* (1929). Mit einer Einl. von Wolf Rosenbaum. Frankfurt am Main: Neue Kritik, 1967. Eine allgemeine Kritik am Theorem liefert Nobuo Okishio, »Technische Veränderung und Profitrate« (1961). In: *Die Marxsche Theorie und ihre Kritik. Eine Textsammlung zur Kritik der Politischen Ökonomie*. Hrsg. von Hans G. Nutzinger und Elmar Wolfstetter. Bd. 2. Frankfurt am Main und New York: Campus, 1974, S. 173–191.

Ich möchte die Erörterung der Probleme der Theorie vom tendenziellen Fall der Profitrate an dieser Stelle nicht weiter verfolgen, da es für meine Argumentation unerheblich ist, ob die Profitrate mit fortschreitender Entwicklung der Produktivkräfte fällt oder ob die Gegentendenzen stärker sind. Tatsächlich ist der Fall der Profitrate keinesfalls zwingend – auch nicht »tendenziell«. Unbestreitbar hingegen ist sicherlich, daß die Tendenz des Kapitals, lebendige Arbeit durch vergangene, vergegenständlichte, mithin durch konstantes Kapital zu ersetzen, nicht folgenlos bleiben kann: Das Kapital schließt die unmittelbare Arbeit, die doch das einzige wertbestimmende Moment der Produktion ist, immer mehr aus dem Produktionsprozeß aus. Die unmittelbare Arbeit wird immer abhängiger von der wissenschaftlichen Arbeit, der technologischen Anwendung der Naturwissenschaften, die nunmehr als erste Produktivkraft erscheint: »Das Kapital arbeitet so an seiner eignen Auflösung als die Produktion beherrschende Form.«⁴⁵

Neben der soeben skizzierten, zumindest fragwürdigen *ökonomischen* Argumentation begründet Marx die erwartete Selbstauflösung des Kapitals auch *soziologisch* als Verhältnis des Arbeiters zu den Bedingungen seiner Produktion. »Es ist nicht mehr der Arbeiter, der modifizierten Naturgegenstand als Mittelglied zwischen das Objekt und sich einschleibt; sondern den Naturprozeß, den er in einen industriellen umwandelt, schiebt er als Mittel zwischen sich und die unorganische Natur, deren er sich bemeistert. Er tritt neben den Produktionsprozeß, statt sein Hauptagent zu sein. In dieser Umwandlung ist es weder die unmittelbare Arbeit, die der Mensch selbst verrichtet, noch die Zeit, die er arbeitet, sondern die Aneignung seiner eignen allgemeinen Produktivkraft, sein Verständnis der Natur und die Beherrschung derselben als Gesellschaftskörper – in einem Wort die Entwicklung des gesellschaftlichen Individuums, die als der große Grundpfeiler der Produktion und des Reichtums erscheint. Der *Diebstahl an fremder Arbeitszeit, worauf der jetzige Reichtum beruht*, erscheint miserable Grundlage gegen diese neuentwickelte, durch die große Industrie selbst geschaffne. Sobald die Arbeit in unmittelbarer Form aufgehört hat, die große Quelle des Reichtums zu sein, hört und muß aufhören die Arbeitszeit sein Maß zu sein und daher der Tauschwert [das Maß] des Gebrauchswerts. Die *Surplusarbeit der Masse* hat aufgehört Bedingung für die Entwicklung des allgemeinen Reichtums zu sein, ebenso wie die *Nichtarbeit der wenigen* für die Entwicklung der allgemeinen Mächte des menschlichen Kopfes. Damit bricht die auf dem Tauschwert ruhnde Produktion zusammen, und der unmittelbare materielle Produktionsprozeß erhält selbst die Form der Notdürftigkeit und Gegensätzlichkeit abgestreift.«⁴⁶ Wenn sich die Form menschlicher Arbeit fundamental wandelt, muß dies auch Auswirkungen auf die Realabstraktion des Warenwerts haben. Eine geschichtsmaterialistische Theorie wie die Marxsche muß mithin die historische Gebundenheit auch der Arbeitswerttheorie reflektieren. Diese ist aber aufs Engste mit einem Arbeitsbe-

⁴⁵ Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 596.

⁴⁶ Ebd., S. 601.

griff verbunden, der die Arbeit im wesentlichen als Pein und Entsagung definiert.⁴⁷

So verstanden, bleibt ungeachtet der empirischen Wirklichkeit des tendenziellen Falls der Profitrate die berühmte Aussage von Marx gültig, daß das »Kapital selbst der prozessierende Widerspruch [dadurch ist], daß es die Arbeitszeit auf ein Minimum zu reduzieren strebt, während es andererseits die Arbeitszeit als einziges Maß und Quelle des Reichtums setzt«⁴⁸, und es nimmt nicht Wunder, daß Marx das Gesetz vom tendenziellen Fall der Profitrate für das »in jeder Beziehung (...) wichtigste Gesetz der modernen politischen Ökonomie und das wesentlichste, um die schwierigsten Verhältnisse zu verstehn«⁴⁹ hält: Es »zeigt sich, daß die schon vorhandne materielle, schon herausgearbeitete, in der Form von capital fixe existierende Produktivkraft, wie die scientific power, wie die Bevölkerung etc., kurz, alle Bedingungen des Reichtums, daß die größten Bedingungen für die Reproduktion des Reichtums, i. e. die reiche Entwicklung des sozialen Individuums – daß die durch das Kapital selbst in seiner historischen Entwicklung herbeigeführte Entwicklung der Produktivkräfte, auf einem gewissen Punkt angelangt, die Selbstverwertung des Kapitals aufhebt, statt sie zu setzen.«⁵⁰

Das Kapitalverhältnis wird so notwendig ab einem gewissen Punkt zur Schranke für die Entwicklung der Produktivkräfte der Arbeit, die es selbst doch unweigerlich forttreiben muß. Das Kapital wird zur bornierten Grundlage der Produktion, und Marx erwartete, daß an diesem Punkt das Kapital an sein historisches Ende kommen und »als Fessel notwendig abgestreift« werde. »Die letzte Knechtsgestalt, die die menschliche Tätigkeit annimmt, die der Lohnarbeit auf der einen, des Kapitals auf der andren Seite, wird damit abgehäutet, und diese Abhäutung selbst ist das Resultat der dem Kapital entsprechenden Produktionsweise; die materiellen und geistigen Bedingungen der Negation der Lohnarbeit und des Kapitals, die selbst schon die Negation früherer Formen der unfreien gesellschaftlichen Produktion sind, sind selbst Resultate seines Produktionsprozesses.«⁵¹ Diese »Abhäutung« werde durch die Entstehung immer größerer Krisen vorangetrieben, durch »regularly recurring catastrophes« which »lead to their repetition on a higher scale, and finally to its violent overthrow.«⁵²

Doch bestreiten verschiedene marxistische Autoren die von Marx für die Wissensgesellschaft postulierte notwendige Aufhebung kapitalistischer Akkumulationsprozesse vehement.

47 So begründet etwa Adam Smith das Prinzip der abstrakten Arbeit mit dem entgangenen Nutzen. (Vgl. Adam Smith, *Reichtum der Nationen*. [Eine Untersuchung seiner Natur und seiner Ursachen] (1776). Paderborn: Voltmedia, o. J. (2004), S. 35 f.) Und auch Marx definiert die abstrakte Arbeit als »produktive Verausgabungen von menschlichem Hirn, Muskel, Nerv, Hand usw.« (Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 13), S. 58.)

48 Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 601.

49 Ebd., S. 641.

50 Ebd.

51 Ebd., S. 641 f.

52 Ebd., S. 643.

5.5 IMMATERIALITÄT

Die Steigerung der Produktivkraft der Arbeit ist ein anderer Ausdruck für die Ersetzung immer weiterer Bereiche menschlicher Arbeit durch Tätigkeit von Maschinen. Der Mensch tritt neben den Produktionsprozeß, er überwacht und bewahrt ihn vor Störungen.⁵³ Die Produktion wird immer mehr zur Anwendung der Wissenschaft, die zur wichtigsten Produktivkraft wird. Wissenschaft ist als Produktion von Wissen jedoch eigenen ökonomischen Gesetzen unterworfen. Marx gilt die Wissenschaft als eine »Produktivkraft, die ihm [dem Kapital] nichts kostet«, wie »alle mit dem Wachstum der Population und der historischen Entwicklung der Gesellschaft sich entwickelnden gesellschaftlichen Kräfte«.⁵⁴ Die moderne bürgerliche Ökonomie spricht in diesem Zusammenhang auch von »positiven externen Effekten«, von Prozessen also, die nicht durch den Markt vermittelt werden, diesen aber zugleich beeinflussen. Diese *positiven Externalitäten* sind gemeinnützige Ergebnisse des Zusammenlebens und des allgemeinen Verkehrs; zu ihnen zählen Alltagswissen und -kultur, aber auch Kommunikationsweisen und -regeln. Sie bilden für das Kapital eine unerschöpfliche Ressource, die ihm unentgeltlich zur Verfügung steht.

Es stellt sich freilich die Frage, inwieweit nicht durch künstliche Verknappung (also geistige Schutzrechte, Patente etc.) die Entwicklungskosten in die Produktionskosten hineingenommen werden und somit den gesellschaftlich notwendigen Aufwand adäquat reflektieren könnten. Sabine Nuss etwa kritisiert »das Dogma von der Nicht-Knappheit digitaler Güter« und weist darauf hin, daß die künstliche Erzeugung von Knappheit, eben weil diese eine Voraussetzung der Warenform ist, grundsätzlich bei allen für den Warenaustausch produzierten Gütern erforderlich sei: »Bürgerliches Eigentum *ist* die Erzeugung künstlicher Knappheit.«⁵⁵ Das Beharren auf der prinzipiellen Nicht-Knappheit digitaler Güter sei eben jene bereits von Marx der bürgerlichen politischen Ökonomie vorgeworfene »brutale Interessiertheit für den Stoff«, über die »jeder Formunterschied vernachlässigt« werde.⁵⁶ Die Kritik werfe stofflich und sozial Konstituiertes durcheinander. Es sei »durchaus nicht der Fall, daß Immaterielles gegenüber Materiellem eigentumstheoretisch etwas ganz anderes ist, es werden lediglich hier nur verschiedene Mittel eingesetzt für die Etablierung des herrschenden Eigentumsverhältnisses bezogen auf die Spezifik dieser Gütersphäre«.⁵⁷ Die Produkte geistiger Arbeit würden unter die herrschende Eigentumsform subsumiert wie die Produkte materieller Arbeit, beide seien gleichermaßen Eigentum. Öffentliche Güter würden nur solange nicht proprietarisiert, solange ihr

53 Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 593.

54 Ebd., S. 657.

55 Sabine Nuss, *Copyright & Copyriot. Aneignungskonflikte um geistiges Eigentum im informationellen Kapitalismus*. Münster: Westfälisches Dampfboot, 2006, S. 205.

56 Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 13), S. 565; Nuss (s. Anm. 55), S. 208. – Marx setzt sich an dieser Stelle freilich mit den Formen des Arbeitslohns auseinander.

57 Nuss (s. Anm. 55), S. 182 f.

Ausschluß zu angemessenen Kosten nicht möglich sei oder die notwendigen Ausschluß-Technologien noch nicht hinreichend entwickelt seien. Der Kampf für öffentliche Güter dürfe daher nicht auf das spezifische Terrain digitaler Güter und damit auf stofflich spezifische Inhalte beschränkt bleiben, sondern müsse auf die Warenform selbst übertragen werden.⁵⁸

Unbedacht bleibt bei dieser Argumentation freilich, daß der Prozeß der Übertragung des Arbeitsvermögens auf die Maschinerie, der eine Voraussetzung kapitalistischer Akkumulation bildet, nunmehr als Software einerseits von seiner physikalischen Realisierung in der Maschinerie abgetrennt ist, andererseits selbst wertschöpfend sein soll.⁵⁹ Marx selbst hielt warenförmig betriebene Wissensproduktion für ein Randphänomen. In den als *Theorien über den Mehrwert* veröffentlichten Voruntersuchungen zum *Kapital* geht Marx im Rahmen der Analyse von produktiver und unproduktiver Arbeit auch auf die Möglichkeit nichtmaterieller Warenproduktion ein. Marx unterscheidet zwischen der Produktion in stofflicher Form, also etwa von Büchern, und der Produktion von Dienstleistungen, also etwa Lehre, Schauspiel und ärztlicher Kunst. Im ersten Fall, der Produktion stofflicher Güter, sei »kapitalistische Produktion nur in sehr beschränktem Maße anwendbar, soweit z. B. ein Schriftsteller zu einem gemeinschaftlichen Werk – Enzyklopädie z. B. – eine Masse anderer als Handlanger exploitiert«, es bleibe »hier meistens bei der *Übergangsform* zur kapitalistischen Produktion, daß die verschiedenen wissenschaftlichen oder künstlerischen Produzenten, Handwerker oder Professionelle, für ein gemeinschaftliches Kaufmannskapital der Buchhändler arbeiten, ein Verhältnis, das mit der eigentlichen kapitalistischen Produktionsweise nichts zu tun hat und selbst formell noch nicht unter sie subsumiert ist.« Im Fall der Produktion von Dienstleistungen »findet kapitalistische Produktionsweise nur in geringem Umfang statt und kann der Natur der Sache nach nur in einigen Sphären stattfinden.« Abschließend stellt er fest, daß kapitalistische Wissensproduktion eine Randerscheinung sei, einer näheren Untersuchung nicht würdig: »Alle diese Erscheinungen der kapitalistischen Produktion auf diesem Gebiet sind so unbedeutend, verglichen mit dem Ganzen der Produktion, daß sie gänzlich unberücksichtigt bleiben können.«⁶⁰

Angesichts der Bedeutung, die Marx der wissenschaftlichen Produkti-

58 Ebd., S. 212. – Ähnlich Joachim Bischoff: Durch die Verwissenschaftlichung der Produktion werde der materielle Gehalt des Produkts nicht tangiert, der ebenso wie die Produktionslogik unter der Regie der Verwertung des Kapitals bleibe. Somit verschoben sich lediglich die Gewichte von materieller und geistiger Produktion, ohne daß sich damit der Gesamtarbeitskörper in Kopfarbeit auflöse. Der Klassenkampf verbleibe in der Argumentation der Verfechter der Wissensgesellschaft auf der Ebene der Verteilungskämpfe. (Vgl. Joachim Bischoff, *Mythen der New Economy. Zur politischen Ökonomie der Wissenschaft*. Hamburg: VSA, 2001, S. 62 f.)

59 Wenn Wolfgang Fritz Haug die Diskussion um *immaterielle Arbeit* rigoros mit dem Argument abkanzelt, es handele sich um einen »falschen Begriff« (Wolfgang Fritz Haug, »Editorial«. In: *Das Argument. Zeitschrift für Philosophie und Sozialwissenschaften* (235 2000): *Immaterielle Arbeit*. Hrsg. von Frigga Haug und Wolfgang Fritz Haug, S. 150–151, S. 151), verweigert er sich der Debatte um das Verhältnis vom Inhalt gesellschaftlicher Arbeit und Wert. Vgl. dazu auch Anm. 66 auf Seite 229 in diesem Abschnitt.

60 Karl Marx, *Theorien über den Mehrwert*. MEW Bd. 26.1. Berlin (Ost): Dietz, 1973, S. 385 f.

on für die Entwicklung der Produktivkräfte zuschrieb, mag dies überraschen. Doch offensichtlich erschien Marx die Inwertsetzung des geistigen Kerns wissenschaftlicher Produktion als eine praktische Unmöglichkeit. In einem Exzerpt von Hobbes' *Leviathan* schließt Marx denn auch unmittelbar an Hegels Position zur Sonderrolle der Produkte der geistigen Arbeit und der Wissenschaft⁶¹ an: »Das Produkt der geistigen Arbeit – die Wissenschaft – steht immer tief unter ihrem Wert. Weil die Arbeitszeit, die nötig ist, um sie zu reproduzieren, in gar keinem Verhältnis steht zu der Arbeitszeit, die zu ihrer Originalproduktion erforderlich ist. Z. B. den binomischen Lehrsatz kann ein Schuljunge in einer Stunde lernen.«⁶²

Geistige Arbeit läßt sich nicht in die Wertform pressen. Von ihr produzierte Erkenntnis ist, so ist es zumindest implizit in dieser Aussage enthalten, frei verfügbar. Wissenschaftliche Produktion ist nach Marx denn auch »allgemeine Arbeit« (was nicht zu verwechseln ist mit »abstrakt allgemeiner Arbeit«, also dem Prinzip des Kapitalismus, die unterschiedlichsten Arbeiten auf abstrakte, einfache Arbeit zurückzuführen). »Nebenbei bemerkt, ist zu unterscheiden zwischen allgemeiner Arbeit und gemeinschaftlicher Arbeit. Beide spielen im Produktionsprozeß ihre Rolle, beide gehn ineinander über, aber beide unterscheiden sich auch. Allgemeine Arbeit ist alle wissenschaftliche Arbeit, alle Entdeckung, alle Erfindung. Sie ist bedingt teils durch Kooperation mit Lebenden, teils durch Benutzung der Arbeit Früherer. Gemeinschaftliche Arbeit unterstellt die unmittelbare Kooperation der Individuen.«⁶³

Die »allgemeine Arbeit des menschlichen Geistes« ist bei Marx nicht selbst schon wertförmig, sondern erst das Produkt vermittelt ihrer »gesellschaftlichen Anwendung durch kombinierte Arbeit«. Wissenschaft erhöht so primär die gesellschaftliche Produktivkraft, und sie tut das umsonst. »Man sah, daß die aus Kooperation und Teilung der Arbeit entspringenden Produktivkräfte dem Kapital nichts kosten. Sie sind Naturkräfte der gesellschaftlichen Arbeit. Naturkräfte, wie Dampf, Wasser usw., die zu produktiven Prozessen angeeignet werden, kosten ebenfalls nichts. Wie aber der Mensch eine Lunge zum Atmen braucht, braucht er ein ›Gebild von Menschenhand‹, um Naturkräfte produktiv zu konsumieren. Ein Wasserrad ist nötig, um die Bewegungskraft des Wassers, eine Dampfmaschine, um die Elastizität des Dampfes auszubeuten. Wie mit den Naturkräften verhält es sich mit der Wissenschaft. Einmal entdeckt, kostet das Gesetz über die Abweichung der Magnetnadel im Wirkungskreise eines elektrischen Stroms oder über Erzeugung von Magnetismus im Eisen, um das ein elektrischer Strom kreist, keinen Deut. Aber zur Ausbeutung dieser Gesetze für Telegraphie usw. bedarf es eines sehr kostspieligen und weitläufigen Apparats.«⁶⁴

61 Vgl. oben, Kapitel 3.3 auf Seite 174.

62 Marx, *Theorien über den Mehrwert I* (s. Anm. 60), S. 329.

63 Marx, *Das Kapital Bd. III* (s. Anm. 8), S. 113 f.

64 Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 13), S. 407 f. – Und in einer Anmerkung zu diesem Abschnitt heißt es: »Die Wissenschaft kostet den Kapitalisten überhaupt ›nichts‹, was ihn durchaus nicht hindert, sie zu exploitiere. Die ›fremde‹ Wissenschaft wird dem Kapital einverleibt wie fremde Arbeit. ›Kapitalistische‹ Aneignung und ›persönliche«

Marx nahm die Wissenschaft als einen getrennten Bereich wahr, der nicht der kapitalistischen Akkumulation unterworfen ist, gleichsam ein außen, ein fremdes, und von dieser nur einverleibt wird, selbst aber nach anderen Prinzipien funktioniert. Lediglich die Technik, die Realisierung der Wissenschaft in der kapitalistischen Produktion, funktioniert nach den Prinzipien wertförmiger Produktion. Die Naturwissenschaft bereitet denn auch, wie er in den *Ökonomisch-philosophischen Manuskripten* von 1844 schreibt, »die menschliche Emanzipation vor (...), so sehr sie unmittelbar die Entmenschung vervollständigen mußte«. ⁶⁵

Immaterielle Produktion steht außerhalb des Kapitalverhältnisses und kommt diesem von außen zu wie auch der Reichtum der Natur, obwohl diese doch als moderne Wissenschaft zugleich untrennbar mit der Entwicklung der großen Industrie und damit des Kapitalverhältnisses verbunden ist. Wissenschaft stellt somit eine notwendige Infrastruktur dar, deren Schaffung nicht Aufgabe der einzelnen Kapitale ist, sondern der bürgerlichen Gesellschaft als ganzes.

Wissen ist grundsätzlich nicht dazu geeignet, als Ware behandelt zu werden. Nicht nur, daß seine Vervielfältigungskosten gegen den Herstellungspreis seines Trägers tendieren, und damit im Zeitalter des Internets gegen Null. Auch sind seine Gestehungskosten oftmals unbestimmbar. Neues Wissen läßt sich nicht auf einfache Arbeit zurückführen, der Prozeß seiner Neuschöpfung ist eben nicht algorithmisierbar. ⁶⁶ Aus gutem

Aneignung, sei es von Wissenschaft, sei es von materiellem Reichtum, sind aber ganz und gar disparate Dinge. Dr. Ure selbst bejammerte die grobe Unbekanntschaft seiner lieben, Maschinen exploitierenden Fabrikanten mit der Mechanik, und Liebig weiß von der haarsträubenden Unwissenheit der englischen chemischen Fabrikanten in der Chemie zu erzählen.«

65 Ders., *Ökonomisch-philosophische Manuskripte* (1844). In: Ders., *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 292–378, 317 f., vgl. auch S. 316–318.

66 Dies läßt sich auch anhand der Marxschen Bestimmung des Arbeitswerts zeigen. Um qualitativ unterschiedliche Güter wie Brot und Stuhl vergleichen zu können, bedarf es eines vergleichbaren Dritten, das beiden gemeinsam ist. Die Arbeit sperrt sich zunächst diesem Ansinnen, ist doch zweifellos diejenige Arbeit, die zur Herstellung eines Stuhles erforderlich ist, eine andere als die, die in die Herstellung eines Laibes Brot eingeht. Erforderlich ist ein Begriff von Arbeit, der von ihrer jeweiligen Konkretisierung vollkommen absieht, mithin abstrakt ist. John Locke leitete das Eigentum aus dem Produkt der unmittelbaren, selbständigen Arbeit her. Zugleich war damit die Arbeit als allgemeines Prinzip des Wohlstands und Maß des Wertes gesetzt. Die reale historische Entwicklung und die Entstehung eines Industrieproletariats machte diese, auf einem selbständigen Bürger-Produzenten beruhende Vorstellung, jedoch alsbald obsolet. Adam Smith begründete das Prinzip der abstrakten Arbeit mit dem in einer Produktionseinheit entgangenen Nutzen: »Wie aber ein quantitatives Maß, wie z. B. der natürliche Fuß, die Armlänge oder die Handvoll, welches selbst sich beständig verändert, niemals einen genauen Maßstab für die Quantität anderer Dinge abgeben kann, so kann auch eine Ware, die ihre eigenen Werte beständig verändert, niemals ein genauer Maßstab für den Wert anderer Waren sein. Gleiche Quantitäten Arbeit sind (...) zu allen Zeiten und an allen Orten für den Arbeiter von gleichem Werte. Bei gewöhnlichem Stande seiner Gesundheit, Kraft und Aufgelegtheit, bei gewöhnlichem Grade seiner Geschicklichkeit und Fertigkeit muß er immer denselben Teil seiner Bequemlichkeit, seiner Freiheit und seines Glücks hingeben. Der Preis, den er zahlt, bleibt immer derselbe, wie groß auch die Quantität der Güter ist, die er dafür erhält.« (Smith (s. Anm. 47), S. 35 f.) Diese Definition von abstrakter Arbeit als Pein: Entäußerung, Entfremdung, nicht jedoch als Bildung und Wachsen des Arbeitenden selbst, findet sich

Grund bildet seit dem Mittelalter auch der »Wissenskommunismus der Wissenschaften« (Robert K. Merton) eine Grundbedingung des Funktionierens des Kapitalismus.⁶⁷

Immaterielle Güter sind, insofern sie Massenprodukte sind, tendenziell wertlos, da sie sich beliebig vervielfältigen lassen und auf jede Kopie nur noch ein verschwindend geringer Teil der Herstellungskosten entfällt. Aber auch insofern sie keine Massenprodukte sind und etwa für einen einzelnen Auftraggeber speziell erstellt werden, entziehen sie sich der Logik kapitalistischer Akkumulation, da sie sowohl aus dem allgemeinem Pool (der Allmende) schöpfen müssen wie auch selbst Allgemeines schaffen, also Wissenschaft sind. Sie sind gerade nicht auf einfache Arbeit zurückzuführen.

Die Abstrusität des Versuchs, Wissen einzuhegen, wird auch deutlich an Versuchen der Industrie, durch kontraktierte externe Softwareentwickler erarbeitete Lösungen der Konkurrenz zu entziehen. Im Automotive-Bereich, der Elektronik und Software für Automobilhersteller zuliefert, herrscht eine relativ stark Konzentration. Dabei greifen die Automotive-Hersteller wie Bosch, Continental etc. auf die Dienste von Ingenieurbüros zurück und beschäftigen Ingenieure und Softwareentwickler als Leiharbeiter. Diese hochqualifizierten Leiharbeiter arbeiten also an Projekten in ähnlichen Bereichen für wechselnde Hersteller. Dabei unterzeichnen sie jeweils Geheimhaltungsabkommen, denen sie in der Folge gerecht werden müssen: Eine einmal gefundene Lösung darf nicht für einen anderen Hersteller eins zu eins übernommen werden. Den Geheimhaltungsabkommen gerecht zu werden, erzeugt aber eine schizophrene Situation: Die Leiharbeiter müssen sich immerzu fragen, ob sie ein selbst erarbeitetes Wissen kennen dürfen oder nicht.⁶⁸ Der Kantische Fragenkanon: Was kann ich wissen? Was soll ich tun? Was darf ich hoffen? Was ist der Mensch? wird mithin einer radikalen Änderung unterworfen. Die zentrale Frage, die sich nunmehr stellt, lautet: Was *darf* ich wissen? Die Epistemologie wird der theologischen Betrachtung untergeordnet.

auch bei Marx: »Schneiderei und Weberei, obgleich qualitativ verschiedene produktive Tätigkeiten, sind beide produktive Verausgabungen von menschlichem Hirn, Muskel, Nerv, Hand usw., und in diesem Sinn beide menschliche Arbeit.« (Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 13), S. 58 f.) Marx begriff diesen peinlichen Charakter der Arbeit freilich als historisch und der bürgerlichen Gesellschaft eigentümlich: »Wie nun in der bürgerlichen Gesellschaft ein General oder Bankier eine große, der Mensch schlechthin dagegen eine sehr schäbige Rolle spielt, so steht es auch hier mit der menschlichen Arbeit. Sie ist Verausgabung einfacher Arbeitskraft, die im Durchschnitt jeder gewöhnliche Mensch, ohne besondere Entwicklung, in seinem leiblichen Organismus besitzt.« (Ebd., S. 59) Marx hofft sich dieser historischen Gebundenheit zu entziehen, indem er nicht mehr vom Wert der (Ware) Arbeit spricht, sondern vom Wert der (Ware) Arbeitskraft, der begrifflich jede emanzipative Komponente geraubt ist, insofern sie nur noch auf den Nutzen ihrer Anwendung durch das Kapital abzielt. (Vgl. ebd., S. 61, Anm. 16.) So wird eine andere Form von Arbeit begrifflich denkbar, die von der Pein befreit ist: Arbeit, die konkret und nicht mehr abstrakt und mithin dem Verwertungszwang entzogen wäre.

67 Vgl. Robert K. Merton, »Die normative Struktur der Wissenschaft« (1942/1949). In: Ders., *Entwicklung und Wandel von Forschungsinteressen. Aufsätze zur Wissenschaftssoziologie*. Mit einer Einl. von Nico Stehr. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1985, S. 86–99. – Siehe auch oben, Kapitel 4.3 auf Seite 204 ff.

68 Persönliches Gespräch mit einem bei einem Ingenieurbüro angestellten Entwickler.

Auch die Krise der Musikindustrie und Hollywoods ist nur die Vorboten einer umfassenden und allgemeinen Verwertungskrise. Immaterielle Güter sind ihrem Wesen nach frei, Allmendegüter. Wird diese Freiheit beschnitten, führt es innerhalb der Produktion nur zu dem Patentunwesen, das heute zu beobachten ist und mit einem Heer von Patentanwälten moderne Wegelagerer erzeugt.⁶⁹

Die Akkumulationskrise entsteht also nicht, wie Marx glaubte, durch ein Ungleichgewicht in der organischen Zusammensetzung des Kapitals, das heißt seiner Wertzusammensetzung. Sie entsteht vielmehr aus der völligen Entwertung aller Agentien der Produktion, die sich nunmehr nicht mehr auf einfache Arbeit zurückführen lassen. Marx selbst hat diesen Zusammenhang durchaus erahnt, als er als Grundbedingung für nichtentfremdete, freie Arbeit angab, »daß 1. ihr gesellschaftlicher Charakter gesetzt ist, 2. daß sie wissenschaftlichen Charakters, zugleich allgemeine Arbeit ist, nicht Anstrengung des Menschen als bestimmter dressierter Naturkraft, sondern als Subjekt, das in dem Produktionsprozeß nicht in bloß natürlicher, naturwüchsiger Form, sondern als alle Naturkräfte regelnde Tätigkeit erscheint.«⁷⁰

Immaterielle Güter rücken ins Zentrum der Ökonomie vor. Diese haben aber tendenziell keinen Wert, da sie nicht mehr auf der Aneignung lebendiger Arbeit und damit der Produktion von Mehrwert beruhen. Damit wird das Wertgesetz sukzessive außer Kraft gesetzt.⁷¹

Doch bedeutet der Übergang in die Wissensgesellschaft keinesfalls notwendig die von Marx postulierte »Abhäutung der letzten Knechtsgestalt, die die menschliche Tätigkeit annimmt«⁷², wie im folgenden gezeigt wird.

5.6 PROPRIETARISIERUNG ALS REAKTION

Geistiges Eigentum wird zur zentralen ökonomischen Kategorie. Doch läßt sich geistiges Eigentum nicht bilanzieren wie Sachkapital. Der Ökonom James Tobin hatte 1968 vorgeschlagen, das Verhältnis zwischen Marktwert und Buchwert einer Firma als Indikator zu nehmen, ob ein Unternehmen über- oder unterbewertet ist. Diese nach ihm benannte Maßzahl *Tobin's Q* sollte bei einem Unternehmen idealerweise einen Wert von 1 haben – ein *Q* kleiner 1 deutet auf eine Unterbewertung des Unternehmens hin, ein *Q* größer 1 auf eine Überbewertung. Auf die ganze Volkswirtschaft angewandt, sollte *Q* nach Tobin immer exakt 1 sein – schließlich bildet der Handelswert lediglich den tatsächlichen Wert auf

69 Vgl. oben, Kapitel 4.4 auf Seite 208. – Insofern die Patentanwälte allerdings lediglich als Angestellte in großen Kanzleien tätig sind, findet Mehrwertproduktion und damit produktive Arbeit statt. Ihre Arbeit, sofern diese nicht auch automatisiert würde, wäre im Extrem einer vollautomatischen Produktion somit das letzte Refugium der Produktion von Mehrwert. Im emphatischen Sinn bleibt die Arbeit von Patentanwälten freilich unproduktiv bzw. wirkt sogar zerstörerisch.

70 Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 512.

71 Vgl. auch Jürgen Habermas, *Technik und Wissenschaft als »Ideologie«*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1968, S. 79 f.

72 Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 7), S. 641.

dem Markt ab. In einer Ära, in der Eigentum an Sachkapital immer mehr als Ballast empfunden wird, taugt *Tobin's Q* indes nicht mehr als Indikator. Microsoft etwa besaß im November 1996 Fabriken, Anlagen und Immobilien im Wert von nur 930 Millionen US-Dollar, IBM hingegen solche im Wert von 16,6 Milliarden. Doch betrug die Marktkapitalisierung Microsofts 85,5 Milliarden US-Dollar, die IBMs »lediglich« 70,7.⁷³ Microsofts *Q*-Wert betrug also etwa 92, der des Patentweltmeisters IBM immerhin noch 4,3. Legte man *Tobin's Q* zugrunde, wäre Microsoft 92fach und IBM mehr als vierfach überbewertet. Apple, das überhaupt keine eigenen Produktionskapazitäten besitzt und praktisch nur von seinem »geistigen Eigentum« lebt, war im August 2011 erstmals die höchstbewertete Firma der Welt mit einem Börsenwert von 337,17 Milliarden US-Dollar vor ExxonMobil (330,77 Milliarden US-Dollar).⁷⁴

Dieses Mißverhältnis zwischen Markt- und Buchwert⁷⁵ verweist auf die Strukturkrise des gegenwärtigen Kapitalismus, der sich immer mehr in einen Raubritterkapitalismus transformiert und die Bindung an den durch die materielle Produktion vermittelten Arbeitswert verliert. »Geistiges Eigentum« ist inhärent wertlos, seine Vermarktung basiert auf künstlichem Ausschluß, auf künstlich hergestellter Knappheit, wo unmittelbarer Reichtum herrschen könnte. Sie basiert auf Enteignung, mithin auf einem reinen Gewaltverhältnis, statt auf dem zumindest formell egalitären Tausch von Äquivalenten. »Wie zum Beispiel«, fragt Rifkin, »sollten die alten Bewertungsverfahren den Wert des geistigen Eigentums, etwa die ungefähr 140 000 Gene bewerten, die den Bauplan der menschlichen Rasse ausmachen?«⁷⁶ Die *Business Week* hat es als »technologisches Paradox« ausgemacht, daß mit fortschreitender Automatisierung der Produktwert gegen Null tendiert und sorgt sich um den Absatz: »The new rules require more than ingenuity, agility, and speed. They call for redefining value in an economy where the cost of raw technology is plummeting toward zero. Sooner or later, this plunge will obliterate the worth of almost any specific piece of hardware or software. Then, value will be in establishing a long-term relationship with a customer – even if it means giving the first generation of a product away. This won't happen with cars and other products built from bulk materials such as steel, but it's already happening with the electronics systems that are increasingly becoming an integral part of these products.«⁷⁷

73 Vgl. Jeremy Rifkin, *Access. Das Verschwinden des Eigentums*. 2. Aufl. Frankfurt am Main und New York: Campus, 2000, S. 70.

74 Meldung im heise-Newsticker vom 11. 08. 2011: *Apple wertvollstes börsennotiertes Unternehmen*. URL: <http://heise.de/-1321594>.

75 Im Sinne der Kritik der politischen Ökonomie handelt es sich freilich sowohl beim Markt wie beim Buchwert um eine *Preisbestimmung*. Wenn beide Indikatoren denn auch nicht, wie man bei oberflächlicher Betrachtung zunächst glauben könnte, Auskunft über das Wert-Preis-Verhältnis geben können, so illustrieren sie doch recht eingängig den heutigen zentralen Stellenwert der immateriellen Produktion.

76 Ebd., S. 73.

77 Neil Gross, Peter Coy, and Otis Port, "How companies can thrive as prices drive." In: *Business Week* (Mar. 6, 1995), pp. 76–77. URL: <http://www.businessweek.com/1998/35/z3414001.htm>, S. 76; vgl. Rifkin (s. Anm. 73), S. 128.

Doch wie soll man sich die zukünftige Gesellschaft, beherrscht von den multinationalen Konzernen, vorstellen? Jeremy Rifkin entwirft das Bild einer allseitig kommerzialisierten Gesellschaft. Mit der Transformation einer auf materieller Produktion in eine auf Prozeßwissen beruhende Ökonomie gehe eine Metamorphose des industriellen in einen vermarktenden Kapitalismus einher, die Marketingperspektive werde zum vorherrschenden ökonomischen Paradigma. Marketing werde zum zentralen Rahmenwerk, und die totale Kontrolle über den Kunden stelle das Ziel alles wirtschaftlichen Handelns dar.⁷⁸ Das menschliche Leben werde komplett kommerzialisiert und der Zugang zu allen kulturellen Bildungselementen vermarktet: »Im neuen Zeitalter kaufen die Menschen ihre bloße Existenz in kleinen kommerziellen Segmenten.«⁷⁹

Der Kapitalismus suche sein Heil (seine Profite) in der Zuflucht zum letzten verbleibenden Sektor, dem dritten oder kulturellen. »Wir müssen uns eine Welt vorstellen, in der praktisch jede Aktivität außerhalb der Familie zum bezahlten Erlebnis wird, eine Welt, in der gegenseitige Verpflichtungen und Erwartungen – vermittelt durch Vertrauen, Empathie und Solidarität – durch Vertragsbeziehungen ersetzt werden, durch Mitgliedschaften, Abonnements, Eintrittsgebühren, Vorauszahlungen und Beiträge.«⁸⁰ Während ehemals die Warenform auf die Akte des Verkaufens und Kaufens und des Produzierens beschränkt und die restliche Lebenszeit frei von marktvermittelten Beziehungen war, ist der neuzeitliche Kapitalismus total, indem er sämtliche Bereiche des gesellschaftlichen Lebens enteignet und kommerzialisiert; der Einzelne wird »zum Gefangenen einer alles durchdringenden ›Kommerzialisierung‹.«⁸¹

Manuel Castells benennt das neue Produktionssystem als *informationellen Kapitalismus*, dessen zentrales Moment eine »kumulative Rückkopplungsspirale zwischen Innovation und Einsatz« bilde und in denen »der menschliche Verstand eine unmittelbare Produktivkraft und nicht nur ein entscheidendes Element im Produktionssystem« darstelle.⁸² Damit werde die der Menschheit eigentümliche Fähigkeit zur Symbolverarbeitung als direkte Produktivkraft genutzt.⁸³ »Die Automatisierung, die ihre volle Bedeutung erst durch die Anwendung der Informationstechnologie erhielt, steigert dramatisch die Bedeutung des Beitrages des menschlichen Gehirns im Arbeitsprozeß.«⁸⁴ Das führe zugleich zu einer »zunehmenden Integration zwischen Gehirnen und Maschinen«; Mensch und Maschine verschmelzen tendenziell.⁸⁵

Nach André Gorz führt die fortschreitende Maschinerisierung und Automatisierung (oder – was dasselbe ist – Informatisierung des Produktionsprozesses) zur Verwandlung materieller Produktionsarbeit in eine

78 Ebd., S. 138.

79 Ebd., S. 15.

80 Ebd., S. 17.

81 Ebd., S. 130.

82 Manuel Castells, *Das Informationszeitalter*. Bd. 1: *Der Aufstieg der Netzwerkgesellschaft*. Opladen: leske + budrich, 2001, S. 34.

83 Ebd., S. 107 f.

84 Ebd., S. 271.

85 Ebd., S. 35.

»Verwaltung ununterbrochener Informationsflüsse«. ⁸⁶ Wenn die formalisier- und quantifizierbare Arbeitsleistung jedoch nicht mehr die zentrale Rolle spielt, muß sich notwendigerweise die Form der Arbeit wandeln. Es sind die sogenannten sekundären Qualitäten, die nunmehr an der Arbeit geschätzt werden, die Eloquenz, Innovativität, Teamfähigkeit des Arbeiters, sein Vermögen, sich neuen Situationen anzupassen und angemessen zu reagieren, etc. Der Arbeiter ist angehalten, sich stetig selbst als Humankapital zu produzieren. Alle seine Lebenstätigkeit ist, dieser Logik zufolge, dem Zweck der Selbstproduktion als verwertbarem Wert unterworfen. Jeder Theaterbesuch, jedes Musizieren, jedes gelesene Buch, jede soziale Aktivität soll der Erhöhung der eigenen Werthaltigkeit dienen. ⁸⁷ Der ganze Mensch gerät so in die Mühle der Wertmaschine, Arbeit wird tendenziell wieder zu einem Dienst, »einem *servicium, obsequium*, welcher der Person des Lehnsherren in der vormodernen Gesellschaft geschuldet war.« ⁸⁸

Auch ein Wandel im vorherrschenden Eigentumsbegriff weist auf eine solche »Refeudalisierung der Verhältnisse« hin. Die vorkapitalistische Gesellschaft hatte Eigentum als ein Recht auf ein Einkommen angesehen und noch nicht als exklusive Verfügungsgewalt über eine Sache. Der Kapitalismus bringt nun erneut Eigentumsformen hervor, die den alten, begrenzten Rechten gleichen. Neben den Revenuen der Aktiengesellschaften und Pensionsfonds ⁸⁹ sind dies in jüngerer Zeit vor allem die Formen von Eigentum an immateriellen Gütern: Geistiges Eigentum wird lizenziert, und die Nutzungsrechte an der käuflich erworbenen Musik-CD sind ebenso beschränkt wie die der Software, die dem Rechner beilag. Die über die Nutzungsrechte bestimmende Rechteindustrie gleicht gewissermaßen Feudalherren, die den in »Nutzer« verwandelten Käufern nur noch partikuläre Rechte zuspricht.

Mit Blick auf die Konzentration der Massenmedien und ihre technische wie inhaltliche (mittels Werbung) Verschränkung mit der großen Industrie beschrieb Jürgen Habermas bereits 1961 in seiner Habilitationsschrift eine »Refeudalisierung der Öffentlichkeit«. ⁹⁰ Der Habermasche

86 Gorz, *Wissen, Wert und Kapital* (s. Anm. 21), S. 18.

87 Es liegt im Geist dieser Logik, wenn, wie Otto Meyer berichtet, einem Hartz-IV-Empfänger vom ARGE-Berater die Kürzung der Unterstützungsleistungen angedroht wird, da das politische Engagement für die WASG ein seinen Bewerbungsbemühungen abträgliches Unterfangen sei. (Otto Meyer, »Die Freiheit eines Hartz-IV-Empfängers«. In: *Ossietzky. Zweiwochenschrift für Politik, Kultur, Wirtschaft* 18 (3. Sep. 2005), S. 643–644. URL: <http://www.sopos.org/aufsaeetze/433062e17dceb/1.phtml> (besucht am 06. 10. 2005).)

88 Gorz, *Wissen, Wert und Kapital* (s. Anm. 21), S. 19; vgl. auch Kathy Laster und Heinz Steinert, »Keine Befreiung: Herr und Knecht in der Wissensgesellschaft«. In: *Zeitschrift für kritische Theorie* 9.16 (2003), S. 114–130.

89 Vgl. Crawford B. Macpherson, *Demokratiethorie. Beiträge zu ihrer Erneuerung*. München: Beck, 1977, S. 209 f.

90 »Die bürgerliche Öffentlichkeit nimmt im Maße ihrer Gestaltung durch public relations wieder feudale Züge an: die ›Angebotsträger‹ entfalten repräsentativen Aufwand von folgebereiten Kunden. Publizität ahmt jene Aura eines persönlichen Prestiges und übernatürlicher Autorität nach, die repräsentative Öffentlichkeit einmal verliehen hat.

Von einer Refeudalisierung der Öffentlichkeit muß noch in einem anderen, genaueren

Begriff ist u. a. von Jean Ziegler aufgegriffen worden, der die seit Beginn der industriellen Revolution durch technischen und wissenschaftlichen Fortschritt bedingte enorme Steigerung der Produktivkräfte und damit des gesellschaftlichen Reichtums in Bezug zu einer fortschreitenden »Re-feudalisierung der Welt« durch die demokratischer Kontrolle entzogenen transnationalen Konzerne setzt.⁹¹

Lawrence Lessig, der es sich in seinem 1999 im amerikanischen Original erschienen Buch *Code und andere Gesetze des Cyberspace* zur Aufgabe gemacht hat, die »Architektur des Netzes« zu untersuchen, stellt die Frage des *Eigentums* am Code des Cyberspace. Menschliches Handeln wird nicht nur durch Recht, Normen und den Markt reguliert, sondern ebenfalls durch die Architektur des sozialen Raums. Die Architektur des Cyberspace wird aber durch seinen Code bestimmt. Wer die Kontrolle über den Code des Netzes hat, hat damit zugleich die Kontrolle über das Handeln der Menschen im Netz erlangt. Die Offenheit des Codes stellt für Lessig eine Grundbedingung für offene, demokratische Strukturen in der Wissensgesellschaft dar: »In einer Weise, die von den Gründervätern Amerikas instinktiv verstanden worden wäre, ist ›freie Software‹ (...) selbst ein Instrument zur Kontrolle willkürlicher Macht. Als struktureller Garant verfassungsmäßig zugesicherter Freiheit wirkt er in ähnlicher Weise wie die Gewaltenteilung in der amerikanischen Verfassungstradition. Er steht neben substanziellen Schutzrechten wie Meinungs- oder Pressefreiheit, hat aber fundamentalere Bedeutung.«⁹² Wirtschaftliche Verwertungsinteressen schüfen, sich selbst überlassen, eine geschlossene Architektur, in der der Einzelne nur über streng regulierte und abgesicherte Kanäle Zugang zu Wissens- und Kulturgütern erlangen könne und einer totalen Kontrolle unterworfen werde: Ziel der Verwertungsindustrie sei die Schaffung eines Netzes von kryptographisch abgesicherten »Trusted Systems«, die den zum Konsumenten geschrumpften Menschen identifizierbar und in seinen Konsumgewohnheiten kontrollierbar mache.

Sinne die Rede sein. Jene Integration von Massenunterhaltung und Werbung, die in Gestalt der public relations bereits »politischen« Charakter annimmt, unterwirft ihrem Kodex nämlich auch noch den Staat selber. Weil die privaten Unternehmen ihren Kunden bei Verbraucherentscheidungen das Bewußtsein von Staatsbürgern suggerieren, muß der Staat seine Bürger wie Verbrecher »ansprechen«. So wirbt auch die öffentliche Gewalt um publicity.« (Jürgen Habermas, *Strukturwandel der Öffentlichkeit. Untersuchung zu einer Kategorie der bürgerlichen Gesellschaft*. 16. Aufl. Darmstadt und Neuwied: Luchterhand, 1984, S. 233.) – Ungefähr zur gleichen Zeit wurde vom amerikanischen Libertären George Reisman der Begriff »Neo-Feudalismus« gegen sozialstaatliche Begründungsversuche in Anschlag gebracht. (George Reisman, »Galbraith's Modern Brand of Neo-Feudalism«. In: *Human Events* XVIII.6 (3. Feb. 1962), S. 77–80. URL: http://gateway.proquest.com/openurl?url_ver=Z39.88-2004&res_dat=xri:pao:&rft_dat=xri:pao:article:7604-1961-018-05-000014 (besucht am 10. 02. 2009).)

- 91 Jean Ziegler, *Das Imperium der Schande. Der Kampf gegen Armut und Unterdrückung*. München: Bertelsmann, 2005; vgl. auch Karl Zinn, »Im Übergang vom Spätkapitalismus zum Neofeudalismus? Die amerikanische Wirtschaft zu Beginn des 21. Jahrhunderts«. In: *Neoliberalismus - Hegemonie ohne Perspektive*. Beiträge zum 60. Geburtstag von Herbert Schui. Hrsg. von Werner Goldschmidt, Dieter Klein und Klaus Steinitz. Heilbronn: Distel, 2000, S. 104–123.
- 92 Lawrence Lessig, *Code und andere Gesetze des Cyberspace*. Berlin: Berlin Verlag, 2001, S. 27.

Dies treffe sich mit dem Interesse des Staats an einer Entanonymisierung und Regulierung der Kommunikation.⁹³

Die von einer scheinbaren technologischen Neutralität verdeckten wirtschaftlichen Interessen der Verwertungsindustrie führten zu einer Privatisierung des öffentlichen Raums; weite Teile des politischen Felds würden der demokratischen Diskussion entzogen: »In unserer heutigen Welt werden Softwareproduzenten Gesetzgebern immer ähnlicher. Sie bestimmen, welche Mängel das Internet aufweisen und ob die Privatsphäre darin geschützt wird, welches Maß an Anonymität erlaubt ist und in welchem Umfang ein freier Zugang besteht. Sie bestimmen die Natur des Cyberspace. Die Entscheidungen, die sie heute bei der Gestaltung der Software treffen, definieren das zukünftige Netz.«⁹⁴ Dies zeige sich insbesondere bei der Frage der Urheberrechte: Die geistigen Schutzrechte, die immer ein Maßverhältnis darstellten und den natürlichen Kommunismus gesellschaftlichen Wissens reflektierten, würden nunmehr durch in Code realisierte Schutzsysteme bedroht, die – im Gegensatz zu rechtlich eventuell nicht bindenden, da im Widerspruch zu geltendem Recht stehenden Lizenzvereinbarungen – eine Umgehung verunmöglichten.⁹⁵ Nicht mehr das Recht bestimme über den Zugang zu Wissen, sondern Code.

So bleibt denn auch die Wissensgesellschaft eine Klassengesellschaft, in der verschiedene gesellschaftliche Kräfte miteinander streiten. Hierbei ist keinesfalls ausgemacht, welche Seite den Sieg davontragen wird. Die Marxsche Vorstellung, die fortschreitende Maschinisierung und Rationalisierung des Produktionsprozesses und seine sukzessive Umwandlung in Wissenschaft führe notwendig zum Ende der *Vorgeschichte der menschlichen Gesellschaft*, ist nicht haltbar. Auch wenn die Herrschaftsverhältnisse und Ausbeutungsprozesse sich verändern, so bleiben sie doch zunächst einmal bestehen. Diese Veränderungen müssen auch Auswirkungen auf die analytischen Kategorien haben: Inwieweit taugen die Kategorien zur Beschreibung der bürgerlichen Gesellschaft noch zur Analyse der Wissensgesellschaft?

Die Marxsche Theorie ist eine »Theorie der Industriegesellschaft«. Was aber passiert, wenn die industrielle Produktion nicht mehr die vorherrschende ist? Nicht-industrielle Produktion ist wertfreie Produktion.

Die Marxsche Theorie beschreibt die kapitalistische Akkumulation, in deren Kern das Wertgesetz wirkt. Die Sphäre aber, in der das Wertgesetz seine Gültigkeit verliert, nimmt beständig zu. Eine neue Wissenschaft von der Gesellschaft ist nötig! Mit dem System des Kapitals ist auch die Marxsche Theorie an ihre historische Grenze gelangt; *neue Kategorien und Begriffe, die die veränderten Bedingungen von Herrschaft zu erfassen ver-*

93 Lessig (s. Anm. 92), S. 23 f., 65, 74 f. – Insbesondere die von Apple in jüngster Zeit auf den Markt gebrachten Produkte iPhone und iPad etablieren ein solches kontrolliertes Netzwerk als »Closed Shop«. Ein Anwender, der Software aus einer anderen Quelle als Apples *AppStore* installieren möchte, muß zunächst einen sogenannten »Jailbreak« durchführen, also aus Apples Komfortgefängnis ausbrechen.

94 Lessig (s. Anm. 92), S. 115.

95 Ebd., S. 242 f.

mögen, sind erforderlich. Auch wenn die Marxsche Theorie des Kapitals dabei die beste existierende Grundlage darstellt, kann sie die gegenwärtige gesellschaftliche Konfiguration doch nicht mehr vollständig erfassen und muß daher überschritten werden.

6.1 DIE POLITISCHE ÖKONOMIE FREIER SOFTWARE

Die Überführung von Unix in exklusives Eigentum und das Aufkommen proprietärer Software im Bereich der Personal Computer bedeutete die Auflösung einer faktischen Allmende und stellte einen Akt ursprünglicher Akkumulation dar. Zunächst ist ein solcher Prozeß von Einhegung historisch keineswegs ungewöhnlich. Insbesondere im kulturellen Bereich (etwa der Jugendkultur) werden vielfach einzelne Segmente kommerziell integriert und in die industrielle Produktion eingegliedert. Der Prozeß wird von den an den Projekten Beteiligten und ihnen Nahestehenden oftmals als schmerzhaft empfunden, doch führt er selten zu radikalen Konsequenzen und einer strikten Verweigerung gegen die Kommerzialisierung.

Im Falle von Software ist die Situation jedoch anders gelagert. Der Prozeß der ursprünglichen Akkumulation verlangt hier nicht bloß eine Kommerzialisierung, sondern zugleich eine Proprietarisierung. Denn der spezifische Charakter von Software sperrt sich gegen eine künstliche Verknappung. Software basiert in ihrem Kern auf Wissen und unterliegt nicht der Knappheit materieller Güter. Verstärkt wird dieser kollektive Charakter der Wissensproduktion noch durch die neuen Kommunikationsmethoden des Internets: Die Grenzkosten von Softwareproduktion gehen gegen Null. Im Gegensatz zu gegenständlicher Produktion wird die Software nur noch einmal produziert und kann dann beliebig oft kopiert werden, es fallen lediglich die Kosten für die Datenträger an; bei Distribution über das Internet nicht einmal mehr diese. Waren Informationen im vordigitalen Zeitalter immer an Gegenständlichkeit gebunden: Bücher werden gedruckt, und die Druck- und Papierkosten sind ein nicht unerheblicher Kostenfaktor in der Buchproduktion, entfällt diese Gegenständlichkeit im Bereich Software nunmehr tendenziell vollständig. Zudem ist eine digitale Kopie vom Original nicht zu unterscheiden, und Vervielfältigung ist ohne Qualitätsverlust möglich.

Das wissenschaftliche Peer-Review als Produktionsmethode

Während der gegenständlichen Produktion der Entwicklungsprozeß vorausgesetzt ist, ist Softwareproduktion mit dem Entwicklungsprozeß identisch. Dies ermöglicht zugleich eine neue Organisation der Produktion: Im offenen, durch kein Copyright behinderten Austausch der Experten wird freie Software perfektioniert.¹

¹ Vgl. zum folgenden Gundolf S. Freyermuth, »Offene Geheimnisse. Aus der Open-Source Geschichte lernen, Teil 1«. In: *c't* 20 (2001), S. 176–183; ders., »Die neue Hackordnung. Aus der Open-Source Geschichte lernen, Teil 2«. In: *c't* 21 (2001), S. 270–277.

Beim wissenschaftlichen Peer-Review begutachten Fachleute die Arbeit von Kollegen, es stellt die Qualitätskontrolle der *scientific community* dar. Diese wissenschaftliche Basistechnik bildet die Grundlage der Produktion freier Software als gesellschaftlicher Produktion, d. h. als Produktion durch die Gemeinschaft und für diese. Während beim traditionellen Peer-Review die Arbeit der Kollegen lediglich beurteilt werden kann, ermöglichen die neuen Kommunikationsmethoden, daß eventuelle Fehler und Irrtümer nicht mehr bloß kritisiert, sondern selbst behoben werden können. Das weltumspannende Internet ermöglicht dabei eine Echtzeitkommunikation der Entwickler, auch wenn diese auf verschiedenen Kontinenten leben. Die Begutachtung kann somit ohne Zeitverlust erfolgen; Freyermuth spricht in diesem Zusammenhang vom peer review als einem »interaktiven dialogischen Produktionsmittel für geographisch zerstreute Gruppen«.²

Das Werkzeug der Freie-Software-Gemeinde zur Organisation dieser neuen Form kollektiver Produktion ist das *Concurrent Versioning System* (CVS), eine Software, die die gleichzeitige Arbeit vieler Personen an einem Projekt ermöglicht, ja an einer Datei. CVS ist ein sehr mächtiges Werkzeug, kennt aber nur zwei Benutzerstatus: Nur Leserecht einerseits oder generelles Lese- und Schreibrecht andererseits. Dies verweist auf den egalitären Charakter der Produktion: Jeder Mitarbeiter eines Projektes hat Zugriff auf alle Teile desselben. CVS wird zunehmend durch ein Programm namens *Subversion* ersetzt, dessen erste stabile Version im Februar 2004 erschien und das gegenüber dem betagten CVS viele Vorteile besitzt. So können Dateien (und Verzeichnisse) umbenannt und verschoben werden, Verzeichnisse und Metadaten wie Dateiberechtigungen verwaltet werden, die Sicherheit gegen Verbindungsabbrüche wurde verbessert, relevante Operationen werden deutlich schneller ausgeführt, der Umgang mit Binärdaten (etwa Bilder oder Audiodateien) wurde stark verbessert, ein Zugang über einen Webserver ist möglich und anderes. Der egalitäre Umgang mit Benutzerrechten ist allerdings auch von Subversion beibehalten worden. Das von Linus Torvalds für die Linux-Kernelentwicklung geschriebene *git* treibt den Ansatz egalitärer verteilter Softwareentwicklung freilich auf die Spitze. Es unterstützt insbesondere eine nicht-lineare verteilte Entwicklung. Eine Grundannahme Torvalds' beim Design war, das eine einzelne Änderung von vielen Entwicklern begutachtet werden muß, bevor sie in das Projekt integriert wird. Jeder Entwickler erhält eine komplette lokale Kopie der gesamten Entwicklungshistorie. *git* ist darauf optimiert, große Projekte effizient zu handhaben, und gilt als extrem schnell. Es unterstützt kryptographische Authentifizierung der Versionierung – es ist für einen Angreifer unmöglich, unbemerkt Code in ältere Versionen einzuschleusen. Und es folgt der Unix-Tradition, kleine Programme einzusetzen, deren Einsatzgebiet auf eine klar definierte Aufgabe beschränkt ist, die für diese Aufgabe

2 Freyermuth, »Offene Geheimnisse« (s. Anm. 1), S. 182. – Der Begriff »Commons-based Peer Production« geht zurück auf Yochai Benkler, "Coase's Penguin, or, Linux and The Nature of the Firm." In: *Yale Law Journal* 112 (2002), pp. 369–446. URL: <http://www.yalelawjournal.org/images/pdfs/354.pdf>.

aber sehr effizient sind³: git besteht aus verschiedenen Modulen, die ihre Wirkmächtigkeit erst in ihrem Zusammenspiel zeigen.

Eine sozialistische Wende der neoliberalen Ideologie?

Daß solcherart produzierter Software durch mit traditionellen Methoden erstellter kaum beizukommen ist, ist offensichtlich. Freie Software gilt im allgemeinen als stabiler als proprietäre, und auftretende Fehler werden im Regelfall schnell behoben (bzw. können – wenn dies in der Praxis auch zumeist mit unverhältnismäßig hohem Aufwand verbunden ist – zumindest potentiell selbst beseitigt werden). Die Software kann an die eigenen Bedürfnisse angepaßt werden, problemlos an Dritte weitergegeben werden – und ist nicht zuletzt zumeist kostenlos.

Freie Software stellt eine quasi unermeßliche Bibliothek menschlichen Wissens für denjenigen dar, der sie zu benutzen, d. h. eben auch zu lesen und anzupassen, weiß. Sie ist Bildung im doppelten Sinn, Bildung des Subjekts und Bildung des gesellschaftlichen Ganzen.⁴

In diesem Kapitel werde ich zeigen, wie die neoliberale Ideologie, die ja auch in einem Teil der Hackerszene wirkmächtig ist, sich selbst ihr eigenes Grab schaufelt. Die ins Unendliche beschleunigte, globale und digitalisierte Konkurrenzgesellschaft fängt an, sich nach dem Prinzip freiwilliger Assoziation und Selbstorganisation neu zu formieren und die Warenförmigkeit aufzuheben. Diesen Umschlag bezeichne ich als *sozialistische Wende der neoliberalen Ideologie*.

Dieser Ausdruck geht zurück auf die »sozialistische Wende der Grenznutzentheorie«. Die Grenznutzentheorie, eine subjektive Werttheorie, zu der die bürgerliche Ökonomie Zuflucht nahm, nachdem offenkundig wurde, daß aus der Arbeitswertlehre radikale Konsequenzen gezogen werden konnten, wurde bereits von Jeremy Bentham wieder verworfen. Denn wenn man wie Bentham die egalitäre Annahme macht, daß alle Individuen prinzipiell gleich seien, insofern sie die gleiche Befähigung zu Genuß und folglich auch gleiche Bedürfnisse hätten, und alle Individuen bei Berechnung des gesellschaftlichen Gesamtnutzens mithin gleich zählen, folgt daraus nach dem Gesetz vom abnehmenden Grenznutzen⁵ zwingend, daß der Nutzen, den eine Gesellschaft aus einer gegebenen Menge von Gütern (und Geld!) ziehen kann, durch eine absolut gleiche Verteilung dieser Güter maximiert würde. Bentham hielt eine solche egalitäre Verteilung allerdings für unvereinbar mit der Garantie des Eigentums

³ Zu den Unix-Leitsätzen vgl. oben, Kapitel 2.3.1 auf Seite 108.

⁴ Solch *emanzipative* Software ist nicht nur das Produkt der *Selbstermächtigung der Anwender*, sondern fordert diese auch ein. Neulinge, die sich in den Welten des *Usenets* bewegen, in dem Benutzergruppen zu verschiedenen Softwareprogrammen und -projekten diskutieren, werden denn auch häufig als DAUs, »Dümmste Anzunehmende User«, bezeichnet. Zwar kennt die Hackergemeinde auch den neutralen Begriff des »Newbies« für Anfänger; um als »Newbie« zu gelten, muß der Fragesteller sich aber bereits derart geschickt in der für ihn doch fremden Welt bewegen, daß er allenfalls »Newbie« in einem bestimmten Gebiet sein kann – mithin den Verhaltenskodex bereits verinnerlicht hat.

⁵ Die triviale Erkenntnis, daß man von einer Sache nicht nur zuwenig, sondern auch zuviel besitzen kann.

und des Profits. Der sei zudem unverzichtbar, um die von Natur aus faulen Menschen zur Arbeit zu motivieren. Bentham erkannte die in einer kapitalistischen Marktgesellschaft bestehende prinzipielle Unvereinbarkeit des Gleichheitsanspruchs mit der Maximierung des Gesamtnutzens. Die Grenznutzentheorie wurde alsbald durch eine reine Preistheorie ersetzt, die die Wahlhandlungen der Marktteilnehmer nicht mehr hinterfragt und in einem idealisierten System einen Preis aus dem anderen ableitet.⁶

6.2 REBELLION DER PRODUKTIONS- GEGEN DIE ZIRKULATIONS-SPHÄRE

1980 verkündete der österreichisch-französische Philosoph André Gorz seinen »Abschied vom Proletariat« mit der ernüchternden Einschätzung, der Kapitalismus habe eine Arbeiterklasse hervorgebracht, »die in ihrer Mehrheit außerstande ist, die Produktionsmittel in Besitz zu nehmen, und deren unmittelbar bewußte Interessen mit einer sozialistischen Rationalität nicht übereinstimmen.«⁷

Automatisierung und Informatisierung hätten qualifizierte Arbeiter und Angestellte immer weiter durch bloße Angelernte ersetzt. Die Arbeiter, die in ihrer Totalität zwar die Maschinen beherrschten, seien individuell durch diese versklavt und entmündigt worden, ihrer autonomen Fähigkeiten beraubt. Die Proletarier könnten den Produktionsprozeß nicht mehr individuell überblicken. So seien sie zu keinem eigenständigen Gegenentwurf mehr fähig, der »kollektive Gesamtarbeiter« funktioniere selbst nach der Art und dem Modell von Armeen, als »kollektive Kopie des Kapitals« – und mit ihm seine Organisationen, die Organisationen der Arbeiterklasse. »Der Aufstieg der Facharbeiter, ihre Macht im Betrieb, ihre anarchosyndikalistischen Vorstellungen waren bloß eine Episode, die der Taylorismus, später die »wissenschaftliche Arbeitsorganisation«, schließlich Informatik und Roboter beendet haben.«⁸

Den Ausgangspunkt dieser Entwicklung stellt für Gorz 1980 eine Evolution im Kapitalverhältnis selbst dar, die Entwicklung der großen Industrie. »Abenteurer, Eroberer, Schumpetersche Unternehmer haben in dieser Gesellschaft keinen Ort mehr.«⁹

Es scheint, als sei mit dem gegenwärtigen Evolutionsschub der Informations- und Kommunikationstechnik eine Wiederkehr jener historischen Formation verbunden, mit deren Absenz Gorz seinen »Abschied vom Proletariat« begründete. Die Gegenwart ist gekenn-

6 Vgl. Crawford B. Macpherson, *Demokratiethorie. Beiträge zu ihrer Erneuerung*. München: Beck, 1977, S. 28 f.; Paul Mattick, »Krisen und Krisentheorien«. In: *Krisen und Krisentheorien*. Beiträge von Paul Mattick, Christoph Deutschmann, Volkhard Brandes. Frankfurt am Main: Fischer, 1974, S. 7–156, S. 12–25; Michael R. Krätke, »Neoklassik als Weltreligion?« In: *Die Illusion der neuen Freiheit. Realitätsverleugnung durch Wissenschaft*. Hrsg. von Loccumer Initiative kritischer WissenschaftlerInnen und Wissenschaftler. Hannover: Offizin, 1999, S. 100–144, S. 112 ff.

7 André Gorz, *Abschied vom Proletariat. Jenseits des Sozialismus*. Reinbek bei Hamburg:rororo, 1983, S. 10.

8 Ebd., S. 21.

9 Ebd., S. 48.

zeichnet durch eine Umbruchsituation, der bereits eine komplette Gesellschaftsordnung – der »real-existierende Sozialismus« – zum Opfer gefallen ist. Die Kommandoökonomie, die als in der Schwerindustrie wurzelnde nachholende Industrialisierung dem »freien Westen« Mitte des 20. Jahrhunderts noch ernsthafte Konkurrenz zu machen vermochte, konnte sich den Erfordernissen der dritten industriellen Revolution nicht anpassen.¹⁰ Die in der Wissensgesellschaft vom »postindustriellen Arbeiter« geforderte Innovativität und Flexibilität verlangt nach einer zumindest partiellen Enthierarchisierung des Produktionsprozesses. »Auflösung der traditionellen Arbeitsgesellschaft«, »Wissensgesellschaft«, »Informationsgesellschaft« sind Stichworte, die auf einen gewaltigen Umwälzungsprozeß hindeuten, der die Arbeitsorganisation komplett umgestaltet und in seiner Folge eine Arbeiterklasse erzeugt, die in ihrer Struktur den Facharbeitern des 19. Jahrhunderts stark ähnelt.

Der moderne (Informations-)Arbeiter ist nicht mehr im doppelten Sinne frei – frei von der Scholle und frei von Produktionsmitteln – sondern besitzt letztere zumindest tendenziell: Der PC in der Firma unterscheidet sich nicht vom heimischen PC. Seine Tätigkeit ist eine allumfassende, insofern er tatsächlich fast unmittelbaren Zugriff auf das Arbeitsvermögen und das Wissen aller anderen hat: über das Internet auf die frei verfügbaren Informationen – und, nicht zu vergessen, auf freie Software. Wo die Informationen nicht frei verfügbar sind, wird dies als Manko begriffen – und bekämpft. Die Kämpfe gegen Software-Patente, Einschränkungen der Kommunikationsfreiheit und gegen die Patentierung des menschlichen Erbguts sind moderne Klassenkämpfe. Die überkommenen Klassen, Bourgeoisie und Proletariat, befinden sich freilich beide in Auflösung; die moderne Wissensarbeit ist nicht mehr auf einfache Arbeit rückführbar und transformiert so notwendig auch die Form der möglichen Herrschaftsverhältnisse.

Es entbehrt nicht einer gewissen Ironie, daß ausgerechnet in den Labors für Künstliche Intelligenz der Herren Minsky und McCarthy am *Massachusetts Institute of Technology* in Cambridge bzw. an der Universität Stanford mit der Hackerkultur jene »Dissidenten des digitalen Kapitalismus« (Gorz) entstanden sind, deren Praxis kollektiver Produktion gesellschaftliche Verhältnisse einführt, die eine praktische Negation der Kapitalverhältnisse bedeuten. Aus der Hackerkultur heraus entstand die freie Software, aber auch die Architektur des Internets wurde wesentlich durch sie bestimmt. Diese Bewegung hat André Gorz im Auge, wenn er schreibt: »Der Wissenskapitalismus erzeugt in sich und aus sich heraus die Perspektive seiner möglichen Aufhebung. In seinem Innersten keimt ein kommunistischer Kern, eine ›real existierende anarcho-kommunistische Ökonomie des Gebens‹, (...) die dem Kapital die strategisch sensiblen Bereiche der Ausrichtung und Zugänglichkeit von Wissen strei-

¹⁰ Vgl. Hans-Heinrich Nolte, »Rückstand und Utopie – die russische Erfahrung«. In: *Sozialismus – das Ende einer Utopie?* Hrsg. von Helmut Liede und Jean-Paul Lehnert. Cahiers I.S.I.S. Fascicule I. Luxembourg: Centre Universitaire Luxembourg, 1994, S. 35–56; Robert Kurz, *Der Kollaps der Modernisierung. Vom Zusammenbruch des Kasernensozialismus zur Krise der Weltökonomie*. Die andere Bibliothek. Frankfurt am Main: Eichborn, 1991.

tig macht. Es handelt sich nicht um reine Vision. Es handelt sich um eine Praxis, die auf höchstem Niveau von Menschen entwickelt wurde, ohne deren kreativen Kommunismus der Kapitalismus nicht mehr auskommen könnte.«¹¹

Die Industrialisierung nahm ihren Ausgangspunkt mit der Entwicklung der Leichtindustrie und verlagerte ihren Schwerpunkt in Richtung der Schwerindustrie. Die sogenannte »Dritte Industrielle Revolution«, die durch die Erfindung des Mikrochips eingeleitet wurde, kann in ihrer vollen Tragweite nun gewissermaßen als »Virtualisierung der Schwerindustrie« begriffen werden. Selbstverständlich müssen weiterhin materielle Güter produziert werden. Die Zweite Industrielle Revolution übertrug das Produktionswissen auf die Arbeitsmaschine, die Dritte auf die universale Maschine. Als digitale Information ist das Wissen praktisch jedes stofflichen Trägers entledigt und als Code zudem sofort realisierbar. Doch ist Wissen nicht dem Wertgesetz unterworfen.¹² Als Wissenschaft stellt es einen jener positiven externen Effekte dar, die als Produktivkräfte wirken und die die Wertmaschine zu ihrem Funktionieren benötigt, die jedoch selbst nicht der unmittelbaren Logik der Verwertbarkeit unterliegen dürfen.

Auch das sogenannte »Wissenskapital« gehört zu diesen Externalitäten. Das gewissermaßen Tragische daran ist, daß es per definitionem gar kein Kapital sein kann. Nur dadurch, daß es für alle leicht zugänglich gemacht und geteilt wird, wird es zur Quelle weiteren Wissens und damit zu gesellschaftlichem Reichtum. Während das Kapital also einerseits im Produktionsprozeß auf das frei verfügbare Wissen angewiesen ist, erfordert andererseits seine Realisierung als selbst verwertender Wert die Schließung des Wissens. Dieser Widerspruch ist nicht auflösbar; er erscheint als eine *Rebellion der Produktionssphäre gegen die Zirkulationssphäre*.¹³

Obwohl freie Software sich gegen ihre Einhegung sperrt, ist sie im Laufe der letzten Dekade zu einer volkswirtschaftlich relevanten Größe geworden. So hat etwa IBM nach eigenen Angaben allein im Jahr 2001 über eine Milliarde US-Dollar in das Linux-Betriebssystem investiert.¹⁴ Nach einer 2008 veröffentlichten Studie der *Linux Foundation* würde

11 André Gorz, *Wissen, Wert und Kapital. Zur Kritik der Wissensökonomie*. Zürich: Rotpunkt, 2004, S. 76 f.; vgl. auch ders., »Vom totalitären Vorhaben des Kapitals. Notizen zu Jeremy Rifkins ›The Age of Access««. In: *Freitag* 28 (6. Juli 2001). URL: <http://www.freitag.de/2001/28/01281101.php> (besucht am 18. 04. 2005); Richard Barbrook, »Die heiligen Narren. Deleuze, Guattari und die High-tech Geschenksökonomie«. Kap. »Die Hi-tech Geschenksökonomie«. In: *telepolis* (22. Dez. 1998). URL: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/6/6344/7.html> (besucht am 10. 08. 2010).

12 Siehe oben Kapitel 5,5 auf Seite 226 ff.

13 Auch wenn der Wert im Produktionsprozeß entsteht, muß er doch durch den Verkauf erst realisiert werden. Der *Gesamtprozeß kapitalistischer Produktion* besteht daher aus zwei Sphären: der *Produktionssphäre* und der *Zirkulationssphäre*. Während das Kapital sich in der ersten Sphäre verwertet, kann der Wert doch erst in der zweiten Sphäre realisiert werden, in der sich die verschiedenen Einzelkapitale aufeinander beziehen.

14 Die Ausgabe soll sich bereits im selben Jahr amortisiert haben. (Vgl. Oliver Diedrich, *IBM: Linux rechnet sich*. 30. 01. 2002. URL: <http://heise.de/-51299> (besucht am 05. 02. 2006); auch die Selbstdarstellung unter <http://www.ibm.com/linux/>.) Auch stellt IBM zunehmend eigene Anwendungen unter Freie-Software-Lizenzen, etwa die integrierte Entwick-

die komplette Neuentwicklung der Linux-Distribution *Fedora 9* knapp 10,8 Milliarden US-Dollar kosten. Alleine der Linux-Kernel hat nach dieser Studie einen Wert von 1,4 Milliarden US-Dollar.¹⁵ Es ist unter der Bedingung der Konkurrenz für die Einzelunternehmen schlichtweg irrational, Eigenentwicklungen anstelle der ausgereiften Systeme freier Software neuen Produkten zugrunde zu legen.

Nach Schätzungen der *Boston Consulting Group* werden etwa die Hälfte der Freie-Software-Projekte auf kommerzieller Basis erstellt.¹⁶ Zum Linux-Kernel trugen zwischen 2005 und 2010 über 6100 Entwickler aus mehr als 650 Unternehmen bei. In der Zeit zwischen Januar 2005 und August 2010 wurden lediglich 18,9 % der Änderungen am Kernel von Freizeit-Entwicklern beigesteuert (bei weiteren 6,4 % ist nicht bekannt, ob sie für Firmen arbeiteten); der Rest der Entwickler wurde für die Arbeit am Kernel bezahlt. Davon trugen der Linux-Distributor Red Hat 12,4 %, das Softwarehaus Novell, das 2003 den Linux-Distributor Suse übernahm, 7,0 %, IBM 6,9 % sowie Intel 5,8 % zur Entwicklung bei.¹⁷

Die »zweite« Ökonomie der positiven Externalitäten ist eine nicht formalisierbare, da nicht auf einfache Arbeit rückführbare, Ökonomie. Bezeichnenderweise gelten der bürgerlichen ökonomischen Theorie externe Effekte als Ausdruck von Marktversagen. Einzel- und volkswirtschaftliche Kostenrechnungen ökonomischer Aktivitäten stimmten nicht überein, es komme zu einer Fehlallokation der Ressourcen. Die dem Kapital eigene Tendenz, sich jeden Bereich unterwerfen zu wollen und die lebendige Arbeit vollkommen zu verdrängen, führt zur größten Krise der kapitalistischen Wertmaschine, zu ihrer Wesenskrise. Den Wissenskapitalismus bezeichnet Gorz denn auch als »die Krise der kapitalistischen Gesellschaft selbst«¹⁸, denn wenn diese zweite, nicht quantifizierbare Ökonomie zur Grundlage der ersten wird, dann kann der in einem Produkt kristallisierte Wert nicht mehr bemessen werden – und damit steht das Wesen des Wertes selbst in Frage.¹⁹

Genau diesen Antagonismus hatte Marx im Sinn, als er in den *Grundris-*

lungsumgebung *Eclipse*, deren initiale Entwicklung über 40 Millionen US-Dollar gekostet haben soll. (Vgl. heise newsticker vom 5. 11. 2001, URL: <http://www.heise.de/-51373>.)

15 Vgl. Amanda McPherson, Brian Proffitt, and Ron Hale-Evans, *Estimating the Total Development Cost of a Linux Distribution*. The Linux Foundation, Oct. 2008. URL: <http://www.linuxfoundation.org/publications/estimatinglinux.pdf> (besucht am 22. 10. 2010).

16 Vgl. Boston Consulting Group, *Hacker Survey*. Release 0.3. LinuxWorld Presentation, Jan. 31, 2002. URL: <http://www.ostg.com/bcg/BCGHACKERSURVEY.pdf> (besucht am 15. 04. 2007).

17 Nach Greg Kroah-Hartman, Jonathan Corbet, and Amanda McPherson, *Linux Kernel Development. How Fast it is Going, Who is Doing It, What They are Doing, and Who is Sponsoring It*. The Linux Foundation, Dec. 2010. URL: http://www.linuxfoundation.org/docs/lf_linux_kernel_development_2010.pdf (besucht am 22. 01. 2011), S. 10, 13. – Zur Linux-Kernelentwicklung vgl. Thorsten Leemhuis, »Gelenktes Chaos. Wie der Linux-Kernel weiterentwickelt wird«. In: *c't* 7 (2010), S. 164–169.

18 Gorz, *Wissen, Wert und Kapital* (s. Anm. 11), S. 66.

19 Vgl. ebd., S. 32 f. – »Es ist unmöglich, formalisierte Kenntnisse auf eine gemeinsame meßbare gesellschaftliche Wertsubstanz zu reduzieren, die allein eine Bestimmung ihres Äquivalenzverhältnisses erlauben könnte. Ein Markt von formalen Kenntnissen, auf dem diese nach Tauschwert gehandelt würden, ist unvorstellbar. Da sie sich nicht in

sen das Kapital selbst als den prozessierenden Widerspruch bezeichnete: »Nach der einen Seite hin ruft es also alle Mächte der Wissenschaft und der Natur wie der gesellschaftlichen Kombination und des gesellschaftlichen Verkehrs ins Leben, um die Schöpfung des Reichtums unabhängig (relativ) zu machen von der auf sie angewandten Arbeitszeit. Nach der andren Seite will es diese so geschaffnen riesigen Gesellschaftskräfte messen an der Arbeitszeit und sie einbannen in die Grenzen, die erheischt sind, um den schon geschaffnen Wert als Wert zu erhalten. Die Produktivkräfte und gesellschaftlichen Beziehungen – beides verschiedene Seiten der Entwicklung des gesellschaftlichen Individuums – erscheinen dem Kapital nur als Mittel und sind für es nur Mittel, um von seiner bornierten Grundlage aus zu produzieren. In fact aber sind sie die materiellen Bedingungen, um sie in die Luft zu sprengen.«²⁰

Mit ihrem Inhalt wandelt sich die Form der Arbeit. Der Mensch wird zum »Humankapital«, die sekundären, nicht formalisier- und quantifizierbaren Qualitäten werden zu den primären. So drückt sich die Krise auch aus in einem Wandel der Herrschaftsverhältnisse; Arbeit wird immer mehr zu einem Dienstverhältnis, und das Humankapital ist angehalten, sich stetig auf erweiterter Stufenleiter zu reproduzieren. Der Perspektive auf ökonomische Verwertbarkeit wird das Leben der Menschen in toto untergeordnet.²¹

Doch gerade während und weil die Unternehmen den ganzen Menschen mitsamt seiner Kreativität und Spontaneität verlangen und als Humankapital zu integrieren suchen und die klassische Arbeitskraft immer mehr in den Hintergrund gedrängt wird, verweigern sich die Menschen und suchen sich in Nischen dem Verwertungszwang zu entziehen bei Aktivitäten, in denen ihr Sich-Selbst-Produzieren wieder Selbstzweck ist. Und da die andere, zweite, unsichtbare Ökonomie immer mehr zum Lebensquell der ersten wird, vermag eine solche schöpferische Selbsttätigkeit eine zuvor ungeahnte Wirkmächtigkeit zu entfalten. Denn die ökonomischen Entwicklungen, die die formale Arbeit immer mehr entwerten, schaffen auch die Bedingungen, die eine andere Form der Produktion ermöglichen, wie sich exemplarisch in der Bewegung der freien Software zeigt.

Das zentrale Produktionsinstrument bilden der Computer und die durch ihn vermittelte weltweite Vernetzung. Der Computer ist ein universales und universal zugängliches Werkzeug, das den Einzelnen in der Entwicklung und Ausbildung seiner menschlichen Anlagen und Fertigkeiten unterstützt, ein »tool for conviviality« im Illich'schen Sinn. Die Produzenten sind nicht mehr von den Produktionsmitteln getrennt. Im

Werteinheiten messen lassen, ist ihre Bewertung ebenso problematisch wie die Bewertung von Kunstwerken.« (Gorz, *Wissen, Wert und Kapital* (s. Anm. 11), S. 33 f.)

20 Karl Marx, *Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie*. MEW Bd. 42. Berlin (Ost): Dietz, 1983, S. 602.

21 So heißt es etwa in dem im Auftrag der neoliberalen »Initiative Neue Soziale Marktwirtschaft« erstellten *Bildungsmonitor 2011*, »Ziel eines Bildungssystems ist es (...), die Voraussetzungen für wirtschaftliches Wachstum zu verbessern«. (Vera Erdmann u. a., *Bildungsmonitor 2011. Fortschritte auf dem Weg zu mehr Wachstum und Gerechtigkeit*. URL: http://www.insm-bildungsmonitor.de/files/downloads/bildungsmonitor_2011.pdf (besucht am 17. 08. 2011), S. 187.)

Internet, in virtuellen Gemeinschaften finden sie sich zusammen, um an ihren Softwareprodukten zu arbeiten. Auch wird die Trennung zwischen Konsument und Produzent aufgehoben: Der User ist aufgefordert, selbst aktiv zu werden: es ist sein Programm, er darf es verändern, er *soll* es verändern. Dies ist freilich eine gänzlich andere Herangehensweise als das entmündigende Verstecken der Komplexität der Universalmaschine Computer, wie sie von der Softwareindustrie betrieben wird.

Die im Untergrund der auf kapitalistischer Akkumulation beruhenden Produktionsweise sich entfaltende zweite Ökonomie erscheint als konkrete Realisierung der von Marx im utopischen Überschwang geschilderten universellen Aneignung der Produktionsinstrumente durch das Proletariat: »Alle früheren revolutionären Aneignungen waren borniert; Individuen, deren Selbstbetätigung durch ein beschränktes Produktionsinstrument und einen beschränkten Verkehr borniert war, eigneten sich dies beschränkte Produktionsinstrument an und brachten es daher nur zu einer neuen Beschränktheit. Ihr Produktionsinstrument wurde ihr Eigentum, aber sie selbst blieben unter der Teilung der Arbeit und unter ihr eignes Produktionsinstrument subsumiert. Bei allen bisherigen Aneignungen blieb eine Masse von Individuen unter ein einziges Produktionsinstrument subsumiert; bei der Aneignung der Proletarier müssen eine Masse von Produktionsinstrumenten unter jedes Individuum und das Eigentum unter alle subsumiert werden. Der moderne universelle Verkehr kann nicht anders unter die Individuen subsumiert werden als dadurch, daß er unter alle subsumiert wird.«²²

6.3 FREIE SOFTWARE UND MARKTWIRTSCHAFTLICHE ALLOKATION

Die analytisch mit dem Instrumentarium der Marxschen Kritik der politischen Ökonomie herausgearbeitete Rebellion der Produktionssphäre gegen die Zirkulationssphäre muß sich auch als Widerspruch in der bürgerlichen Ökonomie niederschlagen. Anders ausgedrückt: wenn sich mit freier Software tatsächlich eine alternative, nicht-warenförmige Produktionsweise innerhalb und unter den Bedingungen kapitalistischer Akkumulation durchzusetzen beginnt, muß zum einen deren wohlfahrtsökonomische Überlegenheit auch mit den Verfahren der bürgerlichen Volkswirtschaftslehre nachweisbar sein, zum anderen der Widerspruch von Produktions- und Zirkulationssphäre aber auch zu Widersprüchen innerhalb der mit der neuen Produktionsweise konfrontierten Standardökonomie führen. Die oben, S. 241 f., postulierte »sozialistische Wende des Neoliberalismus« muß sich auch in der Entwicklung der neoliberalen Theorie nachweisen lassen. Den Versuch eines solchen Nachweises

22 Karl Marx, Friedrich Engels und Moses Heß, *Die deutsche Ideologie. Erster Band: Kritik der neuesten deutschen Philosophie in ihren Repräsentanten Feuerbach, B. Bauer und Stirner* (1845/46). In: Karl Marx, *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 405–554, S. 479.

möchte ich in diesem Abschnitt unternehmen; ich verwende dabei das theoretische Instrumentarium der neoklassischen Mikroökonomie.

Der politischen Ideologie des Neoliberalismus dient das ökonomische Gebäude der Neoklassik als theoretische Unterfütterung. Die Neoklassik ist wie die klassische Nationalökonomie eine Gleichgewichtstheorie. Sich selbst überlassene Märkte, so die Vorstellung, tendierten zu einem Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage. Dem objektiven Wertbegriff der klassischen Lehre stellte die Neoklassik zunächst einen subjektiven Wertbegriff entgegen, wonach der Wert eines Gutes sich auf Seiten der Nachfrage aus seinem Grenznutzen und auf Seiten des Angebots aus seinen Grenzkosten ergibt. Diese sogenannte »Marginalanalyse« spielt bis heute eine zentrale Rolle, obwohl nach den berühmten »sozialistischen Konsequenzen«²³ die Neoklassik offiziell nunmehr eine reine Preistheorie ist, die gänzlich ohne Wertbegriff auszukommen sucht.

Märkte werden von der Neoklassik als un- und überpersönlicher Mechanismus aufgefaßt, als Maschine. Dieser mechanistischen Vorstellung vom Markt entspricht eine ebenso mechanistische Vorstellung vom Marktteilnehmer, dem Menschen. Der existiert in der neoklassischen Theorie nur als »homo oeconomicus« und funktioniert als sturer Rechenautomat, der stets seinen Nutzen maximiert und alles minimiert, was seinem Handlungsziel (er hat nur eins!) entgegensteht. Er hat feststehende Präferenzen, verfügt über vollständige Informationen und handelt im Sinne der Nutzenmaximierung stets »rational«.²⁴ Dieser »homo oeconomicus« stellt die zentrale Annahme der neoklassischen Theorie dar, zugleich bildet er durch das Postulat einer allen Menschen zukommenden Rationalität das schmale Bindeglied zwischen ökonomischem und demokratischem Liberalismus.²⁵

Die von der Neoklassik entworfenen Modelle von Märkten zeigen in der Regel eine Nachfrage- und eine Angebotskurve. Während die Nachfragekurve von links oben nach rechts unten verläuft: bei geringem Angebot seien die Käufer bereit, höhere Summen für die Güter zu zahlen als bei großem, verläuft die Angebotskurve stetig von links unten nach rechts oben: mit wachsender Produktionsmenge steigen, so die Annahme, die Grenzkosten der Produktion, das heißt die Kosten pro weiterer produzierter Einheit eines Gutes. Unterstellt werden also sinkende »Skalenerträge«. Die Schnittstelle beider Kurven stellt das Marktgleichgewicht dar.²⁶

23 Siehe oben, S. 241.

24 Krätke (s. Anm. 6), S. 111, 118 f.

25 John Lockes durch Volkssouveränität garantierte Eigentumsgesellschaft beeinflusste maßgeblich die Unabhängigkeitserklärung und die Verfassung der Vereinigten Staaten, ebenso die Verfassung des revolutionären Frankreichs und der meisten liberalen Staaten; sie hinterließ ihre Spuren auch im bundesdeutschen Grundgesetz. Die klassische politische Ökonomie übernahm von Locke die Vorstellung des Individuums als Eigentümer seiner selbst und den Produkten seiner Arbeit. In der Neoklassik, die statt der Produktion primär die Zirkulation betrachtet, findet sich dieser Eigentümer als nutzenmaximierender *homo oeconomicus* wieder. Zu Lockes Eigentumstheorie vgl. oben, Kapitel 3.3 auf Seite 170 f.

26 Die Vorstellung von generell sinkenden Skalenerträgen geht auf das aus der Agrarwirtschaft kommende »Ertragsgesetz« zurück. Überhaupt haben die klassischen Ökonomen die empirisch aus den Erscheinungen ihrer Zeit gewonnenen ökonomischen Regelmäßig-

Im folgenden werde ich nun eine innerhalb der neoklassischen Standardökonomie geführte Diskussion über freie Software nachzeichnen und nachweisen, daß die Neoklassik die Produktion von freier Software als raffinierten Mechanismus der wohlfahrtsoptimierenden Regulierung anerkennen muß, der dem proprietären Geschäftsmodell wohlfahrtsökonomisch überlegen ist, wenn sie sich nicht von ihrer zentralen Annahme des »rational« handelnden Wirtschaftssubjekts trennen will und damit zugleich von ihren liberalen Grundannahmen.

Aus Sicht der Standardökonomie stellt sich zunächst die Frage, wie die Geschäftsmodelle um freie Software funktionieren und wie mit etwas, das kostenlos abgegeben wird, Geld verdient werden kann. Geld wird nicht mit der Software an sich verdient, sondern mit um diese herum angelegten Gütern und Dienstleistungen wie z. B. Beratung und Support, individuelle Anpassungen usw. Es sind also *Komplementärgüter*, die den Anbieter finanzieren.

Kooths, Langenfurth und Kalwey behaupten in *Open-Source Software: Eine volkswirtschaftliche Bewertung*²⁷, daß die geringen Lizenzpreise von freier Software den Preismechanismus des Marktes außer Kraft setzen. Dies führt ihrer Ansicht nach zwangsläufig zu Wohlfahrtseinbußen. Im folgenden setze ich mich mit diesen Thesen kritisch auseinander; dazu referiere ich die Entgegnung von Pasche und Engelhardt, »Führt Open-Source-Software zu ineffizienten Märkten?«²⁸, die auf Basis des neoklassischen Modells die wohlfahrtsökonomische Überlegenheit des Produktionsmodells von freier Software nachweisen. Diese Debatte innerhalb der Standardökonomie untersuche ich ideologiekritisch.

6.3.1 Die Ökonomie von Software

In den Begriffen der Neoklassik läßt sich die spezifische Ökonomie von Software wie folgt beschreiben:

keiten zu außerhistorischen, ewigen ökonomischen Naturgesetzen hypostasiert, die von ihren Nachfolgern übernommen wurden. »Homo oeconomicus« und sinkende Skalenerträge sind nur zwei von zahlreichen kruden Annahmen der Neoklassik. Eine ideologiekritische Zusammenfassung der neoklassischen Theorie liefert Krätke (s. Anm. 6). Vgl. auch Mattick, »Krisen und Krisentheorien« (s. Anm. 6).

- 27 Stefan Kooths, Markus Langenfurth und Nadine Kalwey, *Open-Source Software: Eine volkswirtschaftliche Bewertung*. MICE Economic Research Studies 4. Münster: Muenster Institute for Computational Economics, 2003.
- 28 Markus Pasche und Sebastian von Engelhardt, »Führt Open-Source-Software zu ineffizienten Märkten?« In: *Open Source Jahrbuch 2006. Zwischen Softwareentwicklung und Gesellschaftsmodell*. Hrsg. von Bernd Lutterbeck, Matthias Bärwolff und Robert A. Gehring. Berlin: Lehmanns Media, 2006, S. 93–108. – Vgl. auch Jörg Gutsche, »Ökonomische Analyse offener Software«. Inauguraldissertation. Universität Mannheim, 2006. URL: <http://bibserv7.bib.uni-mannheim.de/madoc/volltexte/2006/1169/pdf/DissGutsche.pdf> (besucht am 22. 06. 2010). Die Besonderheiten des Produktionsmodells von freier Software aus Sicht der Standardökonomie schildert auch Klaus Goldhammer, »Wissensgesellschaft und Informationsgüter aus ökonomischer Sicht«. In: *Wissen und Eigentum. Geschichte, Recht und Ökonomie stoffloser Güter*. Hrsg. von Jeanette Hofmann. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung, 2006, S. 81–106.

Durch die Immaterialität von Software stehen auf der Angebotsseite sehr hohen Entwicklungskosten (»first-copy-costs«) sehr geringe Grenzkosten der Produktion gegenüber. Die grundsätzliche Wiederverwendbarkeit von Code führt zu Verbundvorteilen in der Produktion. Zudem entstehen auf der Angebotsseite Netzwerkeffekte: Je mehr Anwendungen es für ein Betriebssystem gibt, desto attraktiver ist es für die Nutzer. Je mehr Nutzer eines Betriebssystems es gibt, desto attraktiver ist es für Anwendungsentwickler. Dieser Effekt ist anbieterübergreifend wirksam; hinzu kommt, daß Software prinzipiell international ist.

Auf der Nachfrageseite lassen sich ebenfalls Netzwerkeffekte benennen: Je mehr Nutzer eine Software verwenden, desto einfacher ist es, mit diesen in Austausch zu treten – dieser direkte Netzwerkeffekt kann freilich auch über Interoperabilität und offene Standards erreicht werden. Zudem entstehen um häufig verwendete Programme Märkte für Komplementärprodukte und -dienste. Dies stellt einen indirekten Netzwerkeffekt dar. Der Wert einer Software wird somit auch durch die Verfügbarkeit von Komplementärgütern und Dienstleistungen bestimmt. Software ist ein Erfahrungsgut, was zu Lock-in-Effekten führt: Der Wechsel zu einem konkurrierendem Produkt ist oftmals mit hohen Kosten verbunden. Weiterhin besteht Nichtrivalität im Konsum;²⁹ die immaterielle Software kann prinzipiell beliebig kopiert und weitergegeben werden, was sie zu einem potentiell öffentlichen Gut macht.

6.3.2 *Preismechanismus als Koordinierungsfunktion*

Wie bereits erwähnt, behaupten Kooths, Langenfurth und Kalwey, die geringen Lizenzpreise von freier Software setzten den Preismechanismus des Marktes außer Kraft und führten daher zu gesellschaftlichen Wohlfahrtsverlusten (vgl. Tabelle 1 auf der nächsten Seite). Flexible Marktpreise, welche die Knappheitsverhältnisse, also die volkswirtschaftlichen Kosten des Ressourceneinsatzes mit den Präferenzen der Kunden (ausgedrückt in deren Zahlungsbereitschaft) in Übereinstimmung bringen sollten, würden dadurch massiv verzerrt. Ein Preis von nahezu Null spiegelte nicht den realen Ressourcenverbrauch wider und es würden falsche Anreizsignale gesetzt. Die Geschäftsmodelle kommerzieller Anbieter verlangten überhöhte Preise für die angebotenen Dienstleistungen, da die Komplementärleistung die Softwareentwicklung querfinanzieren müsse; auch hier würden die relativen Preise verzerrt.

Aufgrund des fehlenden Preismechanismus werde das *Prinzip der Konsumentensouveränität* außer Kraft gesetzt, da Angebot und Nachfrage nicht mehr gemäß den Kundenwünschen in Ausgleich gebracht würden: Friß oder stirb, die Anbieter orientierten sich an den eigenen Bedürfnissen und nicht an den Konsumentenwünschen.³⁰

Analog werde auch die *Faktorallokationsfunktion* des Marktes außer

29 Das klassische Beispiel für Nichtrivalität im Konsum ist das Signal eines Leuchtturms, der mehrere Seefahrer zugleich vor Klippen warnen kann.

30 Kooths, Langenfurth und Kalwey (s. Anm. 27), S. 63.

<i>Marktfunktion</i>	<i>sorgt für</i>	<i>Fehlen bei Open-Source-Software führt zu</i>
<i>Konsumenten-souveränität</i>	Ausgleich von Angebot und Nachfrage	Unterversorgung Übersversorgung
<i>Faktorallokation</i>	Knappe Ressourcen werden zum dringendsten Bedarf gelenkt	Ressourcenfehlleitung
<i>Verteilung</i>	Einkommensverteilung nach Produktionsbeitrag	Non-Sustainability
<i>Anpassung</i>	Strukturanpassung	—
<i>Fortschritt</i>	Neue Produkte Neue Verfahren	Innovationshemmnissen

Tabelle 1: Marktfunktionen und die Konsequenzen ihres Fehlens bei Open-Source-Software, nach Stefan Kooths, Markus Langenfurth und Nadine Kalwey, *Open-Source Software: Eine volkswirtschaftliche Bewertung*. MICE Economic Research Studies 4. Münster: Muenster Institute for Computational Economics, 2003, S. 64.

Kraft gesetzt, da die knappen Ressourcen nicht mehr gemäß der gesellschaftlichen Bedürfnisse verteilt würden.

Freie Software produziere externe Effekte, das heißt zumindest ein Teil des durch sie entstandenen Nutzens oder Schadens werde nicht durch den Markt kompensiert. Damit würden aber die Marktpreise verzerrt, die somit nicht die tatsächlichen Knappheits- und Nutzungsverhältnisse wiedergäben. Greife der Staat nicht ein, so komme es bei Gütern, die einen positiven Zusatznutzen erzeugen, zu einer Unterversorgung und bei Gütern mit negativen externen Effekten zu einer Überproduktion.³¹ »Liegt ein Kollektivgut vor, so kann der Markt seine Allokationsfunktion nicht erfüllen: Es kommt entweder gar kein Angebot zustande oder Nachfrage und Angebot sind nicht synchronisiert, was im Ergebnis zu einer Unterversorgung bzw. einer Übernutzung des Kollektivgutes führt.«³²

Freie Software sei ein – betriebswirtschaftlich betrachtet – indirektes Business-Modell, da eigentlich nur mit den Komplementärgütern Geld verdient werden könne; der Kunde subventioniere mit seiner Zahlungsbereitschaft für das Güterbündel das auch kostenlos erhältliche Softwareprodukt quer und es komme zu einer Verzerrung der Preisstruktur.

Die fehlende Bepreisung freier Software führe dazu, daß den Entwicklern wichtige Informationen verloren gingen. Da die Zahlungsbereitschaft der Konsumenten, die die tatsächlichen Präferenzen widerspiegeln, nicht ermittelt wird, fehle die Basis für Produktionsentscheidungen. Dies führe

³¹ Vgl. ebd., S. 23.

³² Ebd., S. 25; vgl. auch Pasche und Engelhardt (s. Anm. 28), S. 96.

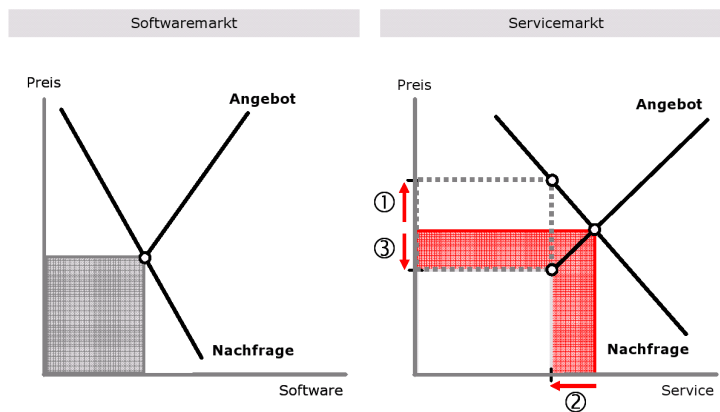


Abbildung 9: Anpassungsreaktionen auf dem Komplementärmarkt, aus Stefan Kooths, Markus Langenfurth und Nadine Kalwey, *Open-Source Software: Eine volkswirtschaftliche Bewertung*. MICE Economic Research Studies 4. Münster: Muenster Institute for Computational Economics, 2003, S. 73.

entweder zu Über- oder Unterversorgung. Schlimmer noch: die Funktionsdefizite des Softwaremarkts übertragen sich auf die vorgelagerten Faktormärkte wie den Arbeitsmarkt für Entwickler sowie auch auf die Komplementärmärkte (etwa Servicemärkte).³³

6.3.3 Komplementärgüter

Diese Fehlallokation auf den Komplementärmärkten versuchen Kooths, Langenfurth und Kalwey anhand zweier Angebots-/Nachfragekurven zu belegen (Abb. 9). Das linke Diagramm zeigt die Angebots-/Nachfragekurve für den Softwaremarkt, das rechte die für den komplementären Servicemarkt. Die schraffierte Fläche links entspricht der Wertschöpfung des Softwaremarktes, falle diese durch Entpreisung weg, müsse dies durch eine entsprechende Preiserhöhung auf dem Servicemarkt (gestricheltes Rechteck rechts) aufgefangen werden. Es komme also zu einem Bruttopreisanstieg (1) auf dem Komplementärmarkt, was zu einem Nachfragerückgang führe (2) und somit zu einem niedrigerem Nettopreis für Serviceleistungen (3). Sie konstatieren einen Wertschöpfungsrückgang auf dem Servicemarkt, der der schraffierten Fläche rechts entspricht. »Insgesamt erhält man damit Wohlfahrtsverluste wie sie auch aus der Steuerwirkungsanalyse bekannt sind. Hier wie dort beruht der Wohlfahrtsverlust (dead weight loss) darauf, daß die relevanten Preise für Nachfrager und Anbieter auseinander fallen. Die Quersubventionierung wirkt wie ein Keil, der Kaufpreis und Absatzpreis auseinander treibt und damit über Mengenreaktionen die gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt reduziert.«³⁴

³³ Kooths, Langenfurth und Kalwey (s. Anm. 27), S. 65.

³⁴ Ebd., S. 74.

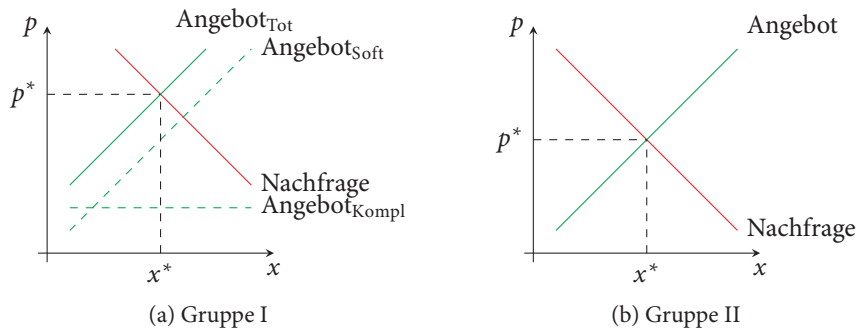


Abbildung 10: Nachfrage vs. Angebot

Bei differenzierter Betrachtung läßt sich jedoch innerhalb des Rahmens des neoklassischen Standardmodells zeigen, daß die Querfinanzierung über Komplementärüter keine Marktverzerrung, sondern ein raffinierter Mechanismus zur wohlfahrtsoptimalen Regulierung ist.

Nachfrager von Software können in zwei Gruppen aufgeteilt werden: Während die Kunden der Gruppe I sowohl Software wie Komplementärleistungen nachfragen, beschränkt sich das Interesse der Kunden von Gruppe II auf die Software. Entsprechend können zwei Nachfragekurven gezeichnet werden, wobei die Nachfrage nach Komplementärleistungen der Einfachheit halber als konstant angenommen wird (Abb. 10).

Steigt nur einer der beiden Preise p^* , wird sich die Nachfrage x^* in der Gruppe I verringern. In der Gruppe II hingegen sieht es anders aus: Steigt der Preis von Software, wird sich die Nachfrage nach Lizenzen verringern; steigt hingegen der Preis von Komplementärütern, wird dies keine Ausweitung auf die Nachfrage in dieser Gruppe haben. Die Gesamtnachfrage nach Software reagiert also stärker auf den Lizenzpreis als auf den Komplementärüterpreis. Wenn dies aber so ist, dann läßt sich analytisch herleiten, daß die Quersubventionierung bei freier Software dem proprietären Geschäftsmodell wohlfahrtsökonomisch überlegen ist:

Bei hohen Entwicklungskosten und Grenzkosten nahe Null hat ein proprietärer Softwareanbieter ein sogenanntes »natürliches Monopol«. Da jede weitere Lizenz die Durchschnittskosten senkt, ist es kosteneffizient, wenn es nur einen Anbieter gibt, der dann aber eine wohlfahrtsökonomisch problematische monopolähnliche Stellung einnimmt.³⁵ Dieser wird einen relativ hohen Lizenzpreis verlangen, was zu einer volkswirtschaftlich zu geringen Nachfrage nach Softwarelizenzen *und* Komplementärütern führen wird. Es liegt in der Natur des natürlichen Monopols, daß der volkswirtschaftlich optimale Preis in Höhe der Grenzkosten nicht gehalten werden kann: die liegen nahe Null und der Anbieter wäre nicht in der Lage, seine Entwicklungskosten zu decken. Tatsächlich könnte eine fiktive Monopolregulierungsbehörde zur Wohlfahrtsmaximierung eine Art Steuer auf die Software oder auf die Komplementärleistungen erheben,

35 Diese Stellung ist bloß monopolähnlich, da er prinzipiell durch Wettbewerber angreifbar ist, die ein ähnliches (aber nicht gleiches!) Gut anbieten.

die die Entwicklungsfixkosten decken würde. Da dieses Maximierungskalkül eine Randlösung³⁶ ist, würde diese fiktive Steuer ausschließlich auf die Komplementärleistung erhoben werden. Das entspricht aber exakt den Geschäftsmodellen mit freier Software: die Kunden der Gruppe I finanzieren mit ihrer Nachfrage nach Komplementärgütern die Softwareentwicklung mit. Software erscheint in dieser Argumentation als Infrastruktur und somit idealerweise als öffentliches Gut, das am effizientesten als Allmende zu verwalten ist.³⁷

6.3.4 Effizienz des Produktionsmodells

In einem Gedankenexperiment seien die Produzenten freier und die proprietärer Software zu je einem Unternehmen zusammengefasst (Unternehmen A und Unternehmen B), die je inkompatible Systeme herstellen und deren Produkte auf beiden eben skizzierten Märkten angeboten werden. Offensichtlich muß Unternehmen A auf dem Komplementärgütermarkt nicht bloß mit Unternehmen B konkurrieren können, sondern, da seine Software auf dem Markt II unentgeltlich abgegeben wird, in der Lage sein, alle seine Kosten durch die Nachfrage auf dem Markt I zu decken. Es ist zu vermuten, daß das Unternehmen A aus der Freigabe seiner Software irgendeinen Vorteil zieht, der die Produktionskosten mindert und den Einnahmeausfall kompensieren kann.

Denkbar wäre, daß es sich bei Softwaremärkten nicht um voll funktionsfähige Märkte handelt und es daher zu Wettbewerbsverzerrungen kommt. In der Tat gibt es einige Gründe, warum Softwaremärkte zu den nur beschränkt funktionsfähigen gezählt werden können: a) *Software ist ein Erfahrungsgut*, d. h. daß sich einige Eigenschaften erst im Laufe der Nutzung herausstellen und Kaufentscheidungen daher immer Entscheidungen in Unsicherheit sind; b) *durch den Gebrauch der Software wird ein produktspezifisches Humankapital aufgebaut*, daß bei einem Wechsel entwertet würde; c) *viele Softwareprodukte sind Netzwerküter*, deren Nutzen mit der Anzahl installierter Einheiten steigt.³⁸ Diese Einschränkungen der Softwaremärkte gelten jedoch allgemein und kommen somit

36 Bei einer »Randlösung« schneidet die Nachfragekurve die Angebotskurve am Rand, das heißt entweder liegen im Schnittpunkt Preis oder Nachfrage bei Null. Im Falle von Software liegt der volkswirtschaftlich optimale Preis bei Null.

37 Diese Argumentation stützt sich grundsätzlich auf Ronald H. Coase, "The Nature of the Firm" (1937). In: idem, *The Firm, the Market and the Law*. Chicago and London: University of Chicago Press, 1988, pp. 33–55. – Insbesondere durch die technisch bedingte allseitige Kopierbarkeit von digitalen Gütern sind die Kosten zur Durchsetzung von Eigentumsrechten immens und können teilweise die Kosten zur Abgabe dieser Rechte bzw. der Übertragung in die Allmende übersteigen. Dieser Transaktionskostenansatz läßt sich auch auf die Produktion selbst anwenden: Möglicherweise bewirkt die offene, internetbasierte Produktion eine weitere Senkung der Transaktionskosten. Die Kostenvorteile durch Senkung der Informationskosten machten dann eine solche Allmende-basierte Produktionsform zu einem in manchen Belangen effizienteren Produktionsmodus als Markt oder Firma.

38 Das führt zum sogenannten *Pinguin-Effekt*: anstatt zu fischen bleiben hungrige Pinguine auf einer Eisscholle stehen, da aus Angst vor möglichen Raubtieren sich keiner traut, als Erster ins Wasser zu springen.

beiden Anbietern, Unternehmen A wie Unternehmen B, gleichermaßen zu. *Alle* am Markt vertretenen Unternehmen profitieren von systematischen Funktionsdefiziten des Marktes und werden diesen geminderten Wettbewerbsdruck auch ausnutzen.

Der Softwaremarkt kann also für die weitere Analyse als voll funktionsfähig unterstellt werden. Unterschiedliche Produktionsmodelle brauchen von der Theorie dabei genausowenig begründet werden wie deren Funktion. Nach neoklassischer Vorstellung entscheidet ja gerade das marktwirtschaftliche Prinzip des »Wettbewerbs als Entdeckungsverfahren« über den Erfolg der Produktionsmethoden.³⁹ Da Unternehmen A sich aber offensichtlich auf dem Markt behaupten kann, wäre eine Ressourcenverschwendung nur denkbar, wenn diese in einem dem Marktmechanismus entzogenen Bereich erfolgt, die Ineffizienzen also unsichtbar wären, da sie sich nicht in monetären Größen niederschlagen. In diesem Fall könnte die nur scheinbar wettbewerbsfähige freie Software die effizient arbeitenden proprietären Anbieter vom Markt verdrängen. Die Ressourcenverschwendung fände dann im freiwilligen Sektor statt. So zumindest Kooths, Langenfurth und Kalwey: »Auch wenn Open Source-Software unentgeltlich abgegeben wird, ist die Entwicklung der Software aus volkswirtschaftlicher Sicht keineswegs kostenlos. Entwickler sehen sich Opportunitätskosten gegenüber, da sie die ihnen zur Verfügung stehende Zeit nur einmal verwenden können. Ohne Preissignal bleibt unklar, ob ihr Entwicklungseinsatz in einem Projekt A nicht in einem anderen Projekt B einen höheren Nutzen stiften könnte.«⁴⁰ Sie kommen zu dem Schluß: »Die Open Source-Entwicklungsmethode muß daher unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten als weder effizient noch effektiv eingeordnet werden. Sie ist weniger effektiv als das kommerzielle Modell, weil es keinen Mechanismus gibt der überprüft, ob die eingesetzte Entwicklerkapazität tatsächlich in eine sinnvolle Verwendung fließt. Sie ist nicht effizient, weil der Einsatz im Verhältnis zum Ergebnis unangemessen hoch sein kann.«⁴¹ Die von freiwilligen Entwicklern eingebrachte Arbeitsleistung entzöge sich mangels monetärer Entlohnung der volkswirtschaftlichen Bewertung und Steuerung.⁴² Denkt man diesen Gedanken freilich konsequent weiter, folgt daraus, daß die Entwickler nach dieser Auffassung im Sinne des gesamtwirtschaftlichen Nutzens kontraproduktiv handeln – mithin irrational.

Gut 50 % der Freie-Software-Projekte sind explizit kommerzielle Projekte. Insofern diese auf Komplementärgütern aufbauenden Geschäftsmodelle Gewinn aufweisen, ist offensichtlich auch die freie Software voll finanziert. Der Preis, den ein Kunde für das Güterbündel aus Software und Komplementärleistungen zahlt, spiegelt also sehr wohl den Ressour-

39 Vgl. Pasche und Engelhardt (s. Anm. 28), S. 100 f.; Friedrich August von Hayek, »Der Wettbewerb als Entdeckungsverfahren«. In: Ders., *Freiburger Studien*. Gesammelte Aufsätze. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), 1969, S. 249–265.

40 Kooths, Langenfurth und Kalwey (s. Anm. 27), S. 70.

41 Ebd., S. 71 f.

42 Ebd., S. 98.

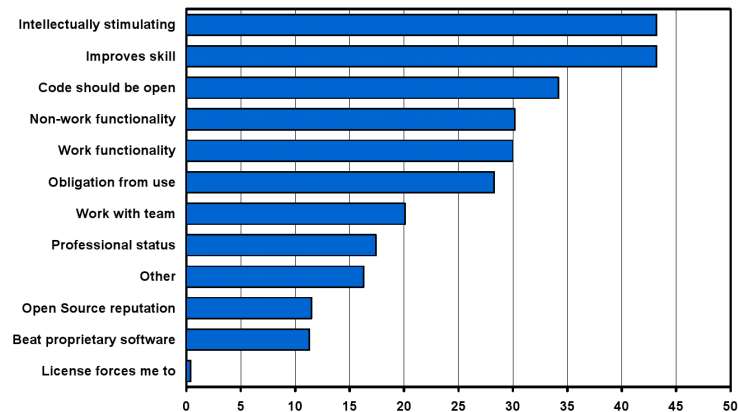


Abbildung 11: Motivation von Entwicklern freier Software, nach Boston Consulting Group, *Hacker Survey*. Release 0.3. LinuxWorld Presentation, Jan. 31, 2002. URL: <http://www.ostg.com/bcg/BCGHACKERSURVEY.pdf> (besucht am 15.04.2007)

cenverzehr wider, der durch den Anbieter finanziert wird; der Preis deckt die volkswirtschaftlichen Kosten.

Die anderen 50 % der Projekte werden von Entwicklern in ihrer Freizeit erstellt, die dafür nicht monetär entlohnt werden. Der Preismechanismus ist hier offensichtlich außer Kraft gesetzt. Doch ist die Motivation der Entwickler durchaus rational. Sie reicht von bloßem Spaß am Programmieren über die Notwendigkeit, ein Problem zu lösen, für das keine adäquate Lösung vorhanden ist (und dessen Lösung dann anderen frei zur Verfügung gestellt wird) bis hin zum Reputationserwerb – zur Motivation der Entwickler siehe Abb. 11. In letzterem Fall bedeutet Partizipation also eine Investition in die eigene Bildung und sogenanntes *Signaling*: das bin, das habe ich geleistet. Auch hier gilt: wer freiwillig an einem Freie-Software-Projekt mitarbeitet, wird die anfallenden Opportunitätskosten nur auf sich nehmen, wenn er sich dadurch einen Nettonutzen verspricht. Der volkswirtschaftliche Ressourcenverzehr wird durch diesen Nettonutzen aber mindestens aufgewogen.

Auch dem freiwilligen Entwickler freier Software muß mithin Rationalität zuerkannt werden. Ist er intrinsisch motiviert, weil er Spaß am Programmieren hat, lernen will oder innerhalb der Community Reputation erwerben will, so zieht er einen Nettonutzen aus seiner Tätigkeit: »Dieser Nettonutzen ergibt sich aus dem Nutzen der Programmiertätigkeit abzüglich der (volkswirtschaftlichen) Kosten, die der Programmierer trägt.«⁴³ Diese Opportunitätskosten sind jedoch abgewogen, und es kommen keine weiteren volkswirtschaftlichen Kosten hinzu, die über einen Preismechanismus kompensiert werden müßten. Es sind keine negativen externen Effekte durch die Programmierung freier Software bekannt. Im Gegenteil entstehen durch die Offenlegung von Problemlösungstechniken positive Externalitäten in Form von sogenannten *Wissensspillover-*

43 Pasche und Engelhardt (s. Anm. 28), S. 103 f.

effekten, d. h. einem öffentlich zugänglichen Wissenskapitalstock. *Eine Weitergabe des Gutes in Höhe der Grenzkosten von Null entspricht daher den volkswirtschaftlichen Effizienzbedingungen!* Die GPL und andere Lizenzen freier Software erfüllen mithin eine ähnliche Funktion wie eine wohlfahrtsmaximierende Regulierungsbehörde.

Pasche und Engelhardt kommen denn auch zu dem Schluß: »Der Umstand, daß im Zuge des verschärften Wettbewerbs auch zahlreiche Geschäftsmodelle kleiner und mittlerer Unternehmen, welche auf proprietäre Software aufbauen, unter Druck geraten und somit vielleicht Umsatz- und Arbeitsplatzrückgänge möglich sind, kann nicht als Folge einer zerstörerischen Wettbewerbsverzerrung durch F/OSS interpretiert werden. Das ist der normale Gang der Dinge in einer durch Produkt- und Produktinnovationen gekennzeichneten wettbewerblichen Marktwirtschaft, wie ihn bereits Schumpeter als ›Prozeß der schöpferischen Zerstörung‹ beschrieben hat.«⁴⁴

6.4 RECHT AUF ZUGANG

Kooths, Langenfurth und Kalwey unterstellen für den Bereich der Softwareproduktion eine »Tragik der Allmende«. Dieser Topos wurde vom Mikrobiologen Gerrit Hardin 1968 in einem Aufsatz mit dem programmatischen Titel »The Tragedy of the Commons«⁴⁵ begründet. Darin hat Hardin die prinzipielle Unterlegenheit des Gemein- gegenüber dem Privateigentum damit begründet, daß eine Ressource, die allen gleichermaßen zur Verfügung stehe, durch Raubbau erschöpft und letztlich zerstört werde. Das knappe Gut werde von den einzelwirtschaftlich rational handelnden Individuen ausgebeutet, die allesamt ihren Gewinn zu maximieren suchten. Gebe es keinen Markt oder eine andere, das Zugangsrecht beschneidende Struktur, die die Präferenzen der einzelnen Teilnehmer gegeneinander abwäge, würden die Kosten durch den Raubbau auf die Allgemeinheit abgewälzt. Diese »Tragik der Allmende« ist im Falle freier Software jedoch außer Kraft gesetzt: freie Software, die nicht der Warenform unterworfen ist, vermag mit proprietärer Software auf einem Markt zu konkurrieren. Es wurde mit dem Instrumentarium der neoklassischen Standardökonomie gezeigt, daß das Produktionsmodell freier Software dem proprietärer Software wohlfahrtsökonomisch überlegen ist.

Bei dem Versuch, eine solche Tragik auch für freie Software zu konstruieren, bleiben Kooths, Langenfurth und Kalwey den Grundbegriffen der neoklassischen Standardökonomie verhaftet. Allerdings führen in letzter Konsequenz ihre Betrachtungen diese Grundbegriffe ad absurdum. Ihre Thesen ließen sich nur aufrecht erhalten, wenn unterstellt würde, die Entwickler freier Software handelten altruistisch und mithin nicht

44 Pasche und Engelhardt (s. Anm. 28), S. 105 – F/OSS steht für »Free and Open Source Software« und ist der Versuch, die politische Bezeichnung mit der technischen zu vereinen. Ähnlich die Bezeichnung FLOSS, Free/Libre Open Source Software. Beide Bezeichnungen finden sich häufig in regierungsamtlichen Dokumenten.

45 Garrett Hardin, "The Tragedy of the Commons." In: *Science* 162.3859 (Dec. 1968), pp. 1243–1248.

rational im ökonomischen Sinn. Damit aber würde der *homo oeconomicus* und damit ein zentrales Axiom der neoklassischen Theorie negiert. Diese radikale Konsequenz wurde freilich bislang geflissentlich übersehen, hätte sie doch zwangsläufig zur Forderung geführt, der Staat müsse eingreifen und die Beteiligten zur ökonomischen Raison, zur Rationalität zurückbringen.

So geriete der *homo oeconomicus* in Gegensatz zum Markt, und seine begrenzte Rationalität wäre diesem »unpersönlichen, nicht von individuellem Urteil abhängigen Mechanismus (...), der die individuellen Bemühungen koordiniert«⁴⁶ letztlich unterzuordnen, gilt doch als zentrale Aufgabe des Staates, »mit Zwangsgewalt« die Bedingungen herbeizuführen, die nötig sind, »um den für die leistungsfähige Steuerung des Marktes notwendigen Grad von Wettbewerb zu sichern«⁴⁷.

Das Bindeglied zwischen liberaler Wirtschafts- und Demokratietheorie ist aber die Vorstellung, alle Menschen seien prinzipiell gleich und vernunftbegabt. Mit der Negation der ökonomischen Rationalität aller Menschen zerschnitte eine solche Argumentation das ohnehin fragile Band zwischen politischem und ökonomischem Liberalismus. Erneut zeigt sich, wie mit der Transformation der auf kapitalistischer Akkumulation beruhenden Produktionsverhältnisse auch die liberal-demokratische Theorie ins Wanken gerät und einem Autoritarismus weicht, der dem Menschen seinen quasi natürlichen, da einzig rationalen, Platz in der Gesellschaft zuweist.

Doch überschreiten die Entwickler freier Software zweifellos die beschränkte Rationalität des *homo oeconomicus*. Sie sind – aus Sichtweise der Standardökonomie – allzuoft »intrinsisch motiviert«, worunter bezeichnenderweise Handlungsweisen verstanden werden, die »altruistisch« auf die Allgemeinheit gerichtet sind. Ein wichtiger Begründungszusammenhang zwischen der Funktionsweise der Marktgesellschaft und dem Vorhandensein von Privateigentum besteht nach Auffassung der bürgerlichen Ökonomie schließlich darin, daß der Markt, auch wenn er nicht den Nutzen maximieren könne, es doch mehr vermöge als jedes andere System. Alternative Entwürfe zur Marktgesellschaft böten gar keine Produktivitätsanreize. Der von der Wirtschaftswissenschaft postulierte *homo oeconomicus* ist von Natur aus faul, ein allesverschlingender, maßloser Güterkonsument, und nur die stete Knappheit der Ressourcen bringt ihn dazu, produktiv tätig zu werden. Produktion, das heißt die tätige Auseinandersetzung mit seiner natürlichen und gesellschaftlichen Umwelt, gehört dieser Vorstellung nach nicht zu den genuinen Bedürfnissen des Menschen.

Unzweifelhaft ist die Reduktion des Menschen auf einen rational geleitet ökonomischen Akteur mit dem singulären Handlungsziel der eigenen Wohlfahrtsoptimierung nicht haltbar, denn offensichtlich streben zumin-

46 Friedrich August von Hayek, »Einleitung«. In: Ders., *Gesammelte Schriften in deutscher Sprache*. Bd. B.3: *Die Verfassung der Freiheit*. Hrsg. von Alfred Bosch und Reinhold Veit. 4. Aufl. Tübingen: Mohr Siebeck, 2005, S. 1–9, S. 4.

47 Ders., »Grundsätze einer liberalen Gesellschaftsordnung«. In: Ders., *Freiburger Studien*. Gesammelte Aufsätze. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), 1969, S. 108–125, S. 123.

dest einige Menschen auch in modernen Marktgesellschaften danach, ihre menschlichen Anlagen aktiv auszuüben und zu entwickeln. Statt ihre Freizeit lethargisch vor dem Fernseher oder in eigens dafür eingerichteten Freizeit- und Fitnessparks zu verbringen, spielen diese Menschen in Theatergruppen mit, musizieren, engagieren sich ehrenamtlich in Vereinen, schreiben freie Software etc. Der Mensch, so läßt sich konstatieren, hat zumindest der Potenz nach das Anliegen, sich produktiv zu entwickeln und als aktiv handelnder gesellschaftlich gestaltend tätig zu sein.

Damit aber, so stellt Crawford B. Macpherson fest, der eine Sichtweise »vom Menschen als einem Handelnden, einem Schöpfer und Akteur, der seine Energien verausgabt«⁴⁸, vertritt, muß jede Theorie, die das Recht eines jeden auf ein menschenwürdiges Leben behauptet, ein solches Anliegen zumindest potentiell bei allen voraussetzen und als individuelles Recht jedes Gesellschaftsmitglieds zur Geltung bringen. Eine zentrale Zielvorstellung einer jeden Demokratie müsse »die Maximierung menschlicher Macht im Sinne von Macht als der Fähigkeit, menschliche Anlagen zu gebrauchen und zu entwickeln«⁴⁹, sein. Das setzt freilich den Zugang der Individuen zu den produktiven gesellschaftlichen Ressourcen voraus.

Die Sozialpsychologie der Entscheidungsprozesse in einem Portal und die Rolle des Pfortners wurde zuerst von Kurt Lewin untersucht.⁵⁰ Nach Lewin verläuft der Zugriff auf gesellschaftlichen Reichtum über Kanäle, deren Eingänge mit Pforten versehen sind. Die Pforten-Segmente würden entweder durch mehr oder weniger neutrale Regeln beherrscht oder durch »Pfortner«, das heißt Technokraten, die nur vorgeblich den Regeln einer an sich neutralen Technologie gehorchten.⁵¹ Folgte man dieser Auffassung, wären es also die allzu menschlichen Elemente, die Ausschluß produzieren. Wenn es gelänge, diese durch den Einsatz einer sozialen Technologie zu neutralisieren, sollte Diskriminierung verhindert werden können. Doch hat Pierre Bourdieu gezeigt, daß politische Maßnahmen, die den gleichen Zugang zu den beschränkten Ressourcen sichern sollen, unter den Bedingungen kapitalistischer Akkumulation oftmals durch subtile Formen des Ausschlusses unterlaufen werden. Bourdieu spricht diesbezüglich von »interner Ausgrenzung«.⁵² Macphersons in den 1970er Jahren formulierte Demokratie- und Eigentumstheorie, in der der Begriff des Zugangs eine zentrale Rolle einnimmt, vermag auch auf diese von Bourdieu konstatierten Formen interner Ausgrenzung ein erhellendes Licht zu werfen. Macpherson hält eine radikale Neuformulierung des Konzepts des Eigentums für unabdingbar für den Fortbestand demokratischer Gesellschaften. Der moderne Begriff des Eigentums, so Macpherson, sei

48 Macpherson (s. Anm. 6), S. 98.

49 Ebd., S. 95.

50 Kurt Lewin, »Psychologische Ökologie« (1943). In: Ders., *Feldtheorie in den Sozialwissenschaften. Ausgewählte theoretische Schriften*. Hrsg. von Dorwin Cartwright. Bern und Stuttgart: Hans Huber, 1963, S. 206–222.

51 Ebd., S. 221 f.; vgl. auch Jeremy Rifkin, *Access. Das Verschwinden des Eigentums*. 2. Aufl. Frankfurt am Main und New York: Campus, 2000, S. 242.

52 Pierre Bourdieu u. a., *Das Elend der Welt. Zeugnisse und Diagnosen alltäglichen Leidens an der Gesellschaft*. Konstanz: UVK, 1997.

erst mit dem Auftreten der Marktgesellschaft im 17. und 18. Jahrhundert entstanden. Die moderne Definition von Eigentum sei untrennbar mit Exklusion verknüpft, das heißt mit dem Ausschluß anderer von seiner Nutzung. Der Proletarier ist von der Nutzung der Produktionsmittel ausgeschlossen, solange er nicht dafür zahlt: in Form einer Übertragung von *power*, seiner Arbeitskraft nämlich. So enthüllt sich der Zugang zu *developmental power*, der Teilhabe am schöpferischen gesellschaftlichen Produktionsprozeß, als unter kapitalistischen Aneignungsbedingungen untrennbar verknüpft mit *extractive power*, ausbeuterischer Gewalt.⁵³

Macpherson entwickelt einen emphatischen Begriff von »Macht«, der auf die potentiellen Fähigkeiten eines Individuums abzielt. Diesen »ethischen Begriff der Fähigkeiten« stellt er dem »deskriptiven Begriff der Fähigkeiten« entgegen, der bloß empirisch die faktischen Fähigkeiten der Menschen feststellt und beschreibt. Die Differenz zwischen beiden Begriffen von menschlichen Fähigkeiten verweist auf die zentrale Rolle der Frage nach dem zur Verwirklichung seiner Fähigkeiten notwendigen *Zugang*, das heißt der einem Individuum in einer Gesellschaft gegebenen Möglichkeit, seine ihm als Gattungswesen zukommenden Anlagen und Fähigkeiten auszuüben und zu entwickeln. »Der ethische Begriff der menschlichen Fähigkeiten als Ausdruck für das Potential zur Verwirklichung menschlicher Zwecke schließt in die Fähigkeiten des Menschen notwendigerweise nicht nur seine natürlichen Anlagen mit ein (seine Energie und seine Geschicklichkeit), sondern auch die *Möglichkeit*, sie auszuüben. Es umfaßt deshalb auch den *Zugang* zu all den Dingen, die für diese Ausübung erforderlich sind. Was immer der Verwirklichung seines menschlichen Zweckes entgegensteht oder was diesen Zugang einschränkt, muß man deshalb als eine Beeinträchtigung der Fähigkeiten eines Menschen ansehen.«⁵⁴

Es sind diese zwei Begriffe von *power*, die in der liberal-demokratischen Theorie widerstreiten. Auf der einen Seite steht der aus der liberalen Tradition stammende, auf die Faktizität verengte Begriff, der den Menschen im wesentlichen als unersättlichen Konsumenten betrachtet und seine Fähigkeiten zweckrational deutet: sie gelten als Mittel zum Zweck, und der Zweck besteht in der Erlangung von Konsumgütern. Ihm gegenüber steht der ethische Begriff, der in der Macht eines Menschen vorrangig dessen Möglichkeit erkennt, auf Naturprozesse einzuwirken, um so schöpferisch-gestalterisch tätig zu werden und sich als gesellschaftliches Wesen zu

53 Walter Euchner macht in seiner Einleitung zur deutschen Ausgabe von Macphersons *Demokratiethorie* darauf aufmerksam, daß dieser zwar der Marxschen Arbeitswerttheorie nahesteht, sie jedoch unorthodox denkt und auf ihren Entstehungszusammenhang in der liberalen Theorie rückbezieht. Als Beleg für seine These, daß in der bürgerlichen Gesellschaft jedem Menschen seine individuelle Arbeitskraft als ausschließliches (und damit frei übertragbares) Eigentum zugedacht wird, führt Macpherson denn auch ein Zitat von John Locke an und keins von Marx: »... der Torf, den mein Knecht gestochen hat, wird zu meinem *Eigentum* ... Die *Arbeit*, die mir gehörte und die die Dinge aus dem gemeinschaftlichen Zustand, in dem sie sich befanden, entfernte, *bestimmt* mein *Eigentum* an ihnen.« (Locke, zitiert nach Macpherson (s. Anm. 6), S. 115; vgl. auch oben, Kapitel 3,3 auf Seite 170.)

54 Macpherson (s. Anm. 6), S. 30.

verwirklichen. Letztere Auffassung von Macht, die auf eine lange geistesgeschichtliche Tradition zurückblickt, wird im 19. Jahrhundert unter dem Eindruck einer entstehenden Arbeiterbewegung in die liberale Theorie wiederaufgenommen und ermöglicht so deren Transformation in eine liberal-demokratische.⁵⁵

Obzwar beide Fähigkeitsbegriffe in der liberal-demokratischen Theorie enthalten sind, sind sie doch miteinander unvereinbare Antagonismen. Denn die kapitalistische Marktgesellschaft mit dem Postulat des unbeschränkten Rechts auf Akkumulation beschränkt den Zugang zu den Produktionsmitteln für breite Teile der Bevölkerung und ermöglicht so dem besitzenden Teil auch die Aneignung der Fähigkeiten der übrigen Teile. So beansprucht die liberal-demokratische Gesellschaft zwar, einem jeden Menschen die allseitige Entfaltung seiner menschlichen Anlagen zu ermöglichen. Tatsächlich maximiert sie jedoch die Mittel einiger weniger, sich durch Beschränkung des Zugangs zu den Produktionsmitteln die Fähigkeiten (*labor-power*) anderer in einem Übertragungsprozeß anzueignen.

Zugang des Einzelnen zur Macht als der »Möglichkeit, menschliche Anlagen zu verwirklichen und zu entwickeln«⁵⁶, hängt offensichtlich vom Zugang zu den Mitteln für den Gebrauch der eigenen Anlagen ab und ist also auch gesellschaftlich determiniert. Dies erweitert die Definition des ethischen Machtpotentials, Macpherson nennt dieses nun »entwicklungsbezogenes Machtpotential« und stellt ihm ein »ausbeuterisches Machtpotential« gegenüber.⁵⁷ Im Produktionsprozeß überträgt der Mensch mittels seiner Arbeitskraft einen Teil seiner kreativen Fähigkeit auf das Produkt. An dieser Stelle spielt die Aneignung eine zentrale Rolle: »Dient diese Macht seinen eigenen Zwecken, ist sie ein Teil seines ethischen Machtpotentials; dient sie nicht seinen Zwecken, so ist sie das, was übertragen wird. Dieselbe Fähigkeit, dieselben Anlagen zu gebrauchen, zählt in dem einen Fall zum ethischen und in dem anderen zum übertragenen Machtpotential.«⁵⁸

Der Begriff von Macht, der ursprünglich vor allem das jedem Einzelnen innewohnende Potential zur gesellschaftlichen Realisierung seiner Fähigkeiten beschrieb, verengt sich unter den Bedingungen kapitalistischer Vergesellschaftung immer mehr auf ihre ausbeuterische Dimension und wird schließlich mit ihr identisch. »Die immer unverhohlener auftretende Reduktion von menschlicher Macht auf Macht über andere (...) kann besser als Widerspiegelung sich wandelnder Verhältnisse verstanden werden. Mit der wachsenden Durchsetzung der kapitalistischen Marktgesellschaft geschah es immer häufiger, daß die gesamte Macht eines Menschen fast mit seiner ausbeuterischen Macht äquivalent war. In einer vollkommen entwickelten kapitalistischen Gesellschaft werden beide zu ein und derselben Sache.«⁵⁹ Umgekehrt werden diejenigen, die

55 Ebd., S. 32, 97.

56 Ebd., S. 77.

57 Ebd., S. 80 f.

58 Ebd., S. 80.

59 Ebd., S. 82.

lediglich ihre Arbeitskraft besitzen, zur Übertragung ihrer produktiven Fähigkeiten gezwungen, um ihren Lebensunterhalt verdienen zu können. In einer kapitalistischen Marktgesellschaft sind sie also faktisch von der Entwicklung ihres menschlichen Potentials ausgeschlossen, das heißt von ihrer Verwirklichung als Gattungswesen.⁶⁰

Die entstehenden kapitalistischen Marktgesellschaften postulierten das Recht auf unbegrenzte individuelle Aneignung. Dieses Recht stellt eine ihrer zentralen Institutionen dar, da es als die zentrale Motivationsgrundlage für den Einzelnen gilt, am System teilzuhaben. »Die Etablierung dieses Rechts sollte die Menschen zu unaufhörlicher Anstrengung treiben, indem es ihnen die Aussicht auf immer größere Verfügungsgewalt über Dinge zu ihrer Bedürfnisbefriedigung gab.«⁶¹ Die Bedürfnisse des Menschen aber wurden als unendlich angesehen, die Knappheit der Güter also zum Prinzip erhoben. Der vernünftige Lebenszweck des Menschen bestand in einem endlosen Versuch, die Knappheit zu überwinden und so sein Wesen zu verwirklichen.⁶² Der unbegrenzte Güterkonsument rechtfertigte den unbegrenzten Appropriateur, der sich die exklusive Verfügungsgewalt über die Produktionsmittel sichert, um sich der Fähigkeiten anderer Menschen zu produktiver Arbeit zu bedienen und so sein eigenes Potential an Güterkonsum zu maximieren.

Das egalitäre Komplement zu diesem individualistischen Fundament der liberal-demokratischen Theorie bestand in der Auffassung, daß der Mensch im wesentlichen ein Genießer und Verwirklicher seiner eigenen Fähigkeiten sei. Diese beiden widerstreitenden Momente suchen zugleich die individuelle Freiheit der liberalen Gesellschaft mit der Egalität der demokratischen zu versöhnen.

Die gegenwärtige technologische Revolution macht ein Festhalten an der Vorstellung vom Menschen als unbegrenzten Appropriateur zunehmend unmöglich. Die Vorstellung vom Menschen als unbegrenzt bedürftigem Konsumenten ist eine kulturell determinierte Auffassung, eine ideologische Begleiterscheinung der industriellen Gesellschaft. Mit dem Erreichen des gegenwärtigen Reifestadiums ist auch im Kapitalismus diese Vorstellung obsolet. Eine liberal-demokratische Gesellschaft muß die Menge materieller Güter, die erforderlich ist, um allen ihren Mitgliedern die volle Nutzung und Entwicklung ihrer Anlagen zu gestatten, zum Maßstab materieller Bedürfnisse machen, an dem Knappheit zu messen ist.⁶³

Unter dem Eindruck einer unvermeidlichen Knappheit gesellschaftlichen Reichtums, schreibt Macpherson, seien die Vertreter der liberalen Theorie zu dem Schluß gelangt, daß es nur den Mitgliedern der herrschenden Klasse möglich sei, ihre menschlichen Anlagen umfassend entwickeln zu können.⁶⁴ Doch ist diese Knappheit nicht mehr gegeben – und mit der

60 Macpherson (s. Anm. 6), S. 114 f., 129.

61 Ebd., S. 58.

62 Ebd., S. 62 f.

63 Vgl. ebd., S. 110.

64 Macpherson (s. Anm. 6), S. 126. – Marx muß in diesem Zusammenhang ebenfalls zu den Vertretern der liberalen Theorie gezählt werden, auch wenn er die liberal-demokra-

Auffassung des Menschen als unbegrenztem Konsumenten wird auch das Recht auf unbegrenzte Aneignung hinfällig.⁶⁵

Ein Eigentumsbegriff, der das Recht des Zugangs zu den Arbeitsmitteln postuliert, wird in Anbetracht der fortschreitenden Entwicklung der Produktivkräfte und der Automatisierung zunehmend obsolet. Im Gedankenexperiment einer vollkommen automatisierten Gesellschaft ist es der *Zugang zur Kontrolle des Einsatzes der Maschinen*, der zur demokratischen Gretchenfrage wird: »Führt man sich das Extrem einer völlig automatisierten Gesellschaft vor Augen, in der niemand mehr für die Schaffung der materiellen Mittel zum Leben zu arbeiten hat, dann wird das Eigentum an den massierten produktiven Ressourcen der ganzen Gesellschaft von äußerster Wichtigkeit sein. Das Eigentum, das dann für den Einzelnen am wichtigsten sein wird, würde nicht mehr das Recht des Zugangs zu den Arbeitsmitteln sein; es wird stattdessen das Recht auf Teilhabe an der Kontrolle der massierten produktiven Ressourcen sein. Dieses Recht müßte vermutlich politisch ausgeübt werden. Politische Macht würde dann zur wichtigsten Art von Eigentum. Eigentum als ein Individualrecht wird wesentlich zur Teilhabe des Einzelnen an politischer Macht.«⁶⁶ Eigentum wird hier zum »*Recht auf eine Art von Gesellschaft*«⁶⁷, zum demokratischen Recht auf Zugang zu gesellschaftlichen Ressourcen.

An Macphersons Überlegungen anknüpfend, lassen sich *Leitlinien politischen Handelns* im Zeitalter der Netzwerkökonomie und der Wissensgesellschaft formulieren. Wenn sich die liberal-bürgerliche Gesellschaft dergestalt transformiert, daß Akkumulationsprozesse nicht mehr auf der Ausbeutung der lebendigen Arbeit (und damit zwar realiter, aber nicht ideell, des Arbeiters) beruhen, sondern auf der Ausbeutung des ganzen Menschen in einer totalitären Bewegung der umfassenden Kommerzialisierung (und Proprietarisierung) aller Lebensverhältnisse, muß diese Gesellschaft ihre demokratische Fundierung verlieren. Sie beruhte stattdessen auf unmittelbarer Herrschaft und Ausbeutung. Eine demokratische Gesellschaft bedarf hingegen des Rechts auf Zugang zu den gesellschaftlichen Ressourcen, des Rechts, nicht von Gesellschaft ausgeschlossen zu werden. Das Prinzip des Privateigentums hat wahrscheinlich nie eine geeignete Fundierung für eine demokratische Gesellschaft abgegeben, mit der Suspendierung der Fiktion aller Menschen als Eigentümer zumindest ihrer Arbeitskraft entfällt aber zugleich das Konstrukt ihrer prinzipiellen Gleichheit. An die Stelle unpersönlicher Ausbeutung der

tische Gesellschaft an ihrem Anspruch maß und die empirische Nichtverwirklichung der bürgerlichen Freiheitsrechte für breite Teile der Bevölkerung scharf kritisierte. Doch unverhohlen ist auch seine Kritik am Kleinbürgertum und seine Bewunderung für die Vergesellschaftungskräfte der großen Industrie; kleine, unabhängige Produzenten waren seine Sache nicht. Interessanterweise scheint die gegenwärtige technologische Revolution gerade die Kleinunternehmer wieder zu stärken, doch ist ihre Produktion in noch nie gekanntem Ausmaß vergesellschaftet. *Die materiellen Grundlagen der Produktionsverhältnisse werden umgewälzt.*

65 Vgl. ebd., S. 41 f.

66 Ebd., S. 220.

67 Ebd.

Arbeitskraft tritt die unmittelbare Herrschaft und Kontrolle durch die Besitzenden, das heißt der transnationalen Konzerne.

Statt einer Politik, die private Aneignungsprozesse noch des Immateriellen befördert, ist eine Politik nötig, die allen Menschen den Zugang zu den gesellschaftlichen Ressourcen auf kultureller, wissenschaftlicher und ökonomischer Ebene öffnet. Konkret bedeutet dies eine substantielle Förderung von freier Kultur, freiem Wissen (Open Access) und freier Software. Dies schließt freilich eine grundlegende Ausbildung in Programmier-techniken mit ein, wird deren Kenntnis in der Wissensgesellschaft doch zur Grundbedingung dafür, den Code der gesellschaftlichen Ressourcen überhaupt lesen zu können, und stellt damit eine neue Form der Literalität dar.⁶⁸ Freie Software, die ihrem Wesen nach »designer implemented and user designed«⁶⁹ ist, bildet die ideale Ausgangsbedingung für dieses gesellschaftliche Bildungsprojekt.

68 Autoren wie dem oben, Anm. 88 auf Seite 91 erwähnten Seymour Papert war dies bewußt. Sie suchten mit fortschrittlichen pädagogischen Ideen bereits in den 1970er Jahren, Kinder für das Programmieren zu begeistern. Vgl. Seymour Papert, *Mindstorms. Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, 1980; Daniel Crevier, *Eine schöne neue Welt? Die aufregende Geschichte der künstlichen Intelligenz*. Düsseldorf, Wien und New York: Econ, 1994, S. 120–124. – Das *One Laptop per Child*-Projekt (OLPC) greift auf die Ideen Paperts zurück; die Kinder sollen in die Lage versetzt werden, selbständig zu lernen. Der OLPC-Laptop XO-1 ist als freie Wissensdatenbank konzipiert und soll den Kindern autonom Zugang zu modernem Wissen bieten. Realisiert wurde das Projekt mit speziell in Hinblick auf die Bedürfnisse von Kindern in wenig industrialisierten Ländern entwickelter Hardware und Software. Letztere kann von den Kindern selbst erweitert und verändert werden. Vgl. auch die Homepage des Projekts, URL: <http://www.laptop.org>. Freie Software bildet einen strategischen Eckpfeiler des Projektes.

69 Donald E. Eastlake, *ITS Status Report*. Tech. rep. 238. MIT, A. I. Lab Memo, Apr. 1972, zitiert nach Steven Levy, *Hackers. Heroes of the Computer Revolution* (1984). London et al.: Penguin Books, 1994, S. 127.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine Untersuchung, ob freie Software eine Gegenbewegung zu vorherrschenden Eigentumsverhältnissen darstellt, setzt die Kenntnis der Geschichte der immateriellen und materiellen Eigentumsordnung in ihrem Zusammenhang mit der allgemeinen ökonomisch-gesellschaftlichen Entwicklung voraus. Eine besondere Rolle bei der Entstehung des Eigentumsbegriffs nimmt die Durchsetzung des Buchdrucks in der aufkommenden Moderne ein.

Die Erfindung des Buchdrucks geht der Entwicklung der modernen Naturwissenschaft und Technik unmittelbar voraus. Während das Manuskript ein individuell gefertigtes Produkt war, stellt die Mechanisierung der Schreibkunst einen Archetypus der modernen (Massen-)Produktion dar. Mit der Erfindung des Druckes mit beweglichen Lettern wurde wahrscheinlich zum ersten Mal eine Handfertigkeit in mechanische Glieder zerlegt. Auch konnte das Erzeugnis in seiner Uniformität wiederholt werden wie ein wissenschaftliches Experiment. Und erst mit dem Buchdruck entstanden das Konzept von einem »Autor« und das Urheberrecht.

Das angloamerikanische Copyright entwickelte sich denn auch aus einem Verwertungsrecht der Drucker und Verleger heraus. Das in der kontinentaleuropäischen Rechtstradition stehende Urheberrecht, das naturrechtlich ein unverbrüchliches Band zwischen dem Autor und seinem Werk konstruiert, entstand parallel mit der romantischen Literaturtheorie. Beiden Traditionen ist freilich gemein, daß sie das spezifische Spannungsverhältnis von Wissensproduktion reflektieren: Wissen ist letztlich ubiquitär und ein öffentliches Gut. Eine neue Idee tritt mit ihrer *Veröffentlichung* aus dem *forum internum* ihres Urhebers heraus in das *forum externum* der Öffentlichkeit. Immaterielles Eigentum unterscheidet sich so grundsätzlich von materiellem; die Idee selbst ist nicht schutzfähig, sondern nur ihr konkret sinnlicher Ausdruck. Der Schutz ist zudem zeitlich und inhaltlich begrenzt.

Multilaterale Vereinbarungen wie das TRIPS-Abkommen drohen indes das Maßverhältnis zwischen öffentlichen und privaten Interessen zu suspendieren und durch ein einseitig die Verwertungsinteressen der Industrie berücksichtigendes Eigentumsregime zu ersetzen. Die Analyse des TRIPS-Abkommens zeigt denn auch, daß der in der öffentlichen Debatte engagiert verteidigte vorgebliche Schutz der Autoren vollständig entfällt: die moralischen Urheberpersönlichkeitsrechte dürfen im Rahmen des Abkommens nur noch in Anschlag gebracht werden, wenn diese nicht dem übergeordneten Ziel der »Förderung und Sicherung des internationalen Handelsverkehrs auf dem Gebiet des Immaterialgüterrechts« hinderlich sind. Ziel des Abkommens ist eine Gleichstellung von immateriellen mit materiellen Gütern zur Schaffung eines Marktes von immateriellen Gütern.

Die Eigentumsverhältnisse sind mithin in einem fundamentalen Wand-

lungsprozeß begriffen. Der moderne Eigentumsbegriff ist erst im 17. und 18. Jahrhundert entstanden. Im feudalen Europa konnten verschiedene Menschen Rechte an einem Stück Land besitzen; der Besitz war in der Regel auf bestimmte Nutzungsweisen beschränkt. Besessen wurde ein bestimmtes Recht an dem Land, nicht jedoch das Land selbst. Mit dem Durchsetzen kapitalistischer Formen der Vergesellschaftung wurde Eigentum zu einem exklusiven Individualrecht an einer Sache, zum Recht, andere von ihrer Nutzung oder ihrem Gebrauch auszuschließen. Im Zuge der Transformation der industriellen in eine Netzwerkökonomie werden die überkommenen Eigentumsbegriffe auf die Bedingungen radikal veränderter Produktion übertragen und dabei selbst transformiert. Die neuen Eigentumsformen ähneln freilich den vorbürgerlich-feudalen: Das Regime der Lizenzen spricht unterschiedlichen Personen je verschiedene Rechte an einer Sache bei.

Wenn Wissen zur ersten Produktivkraft wird und somit zum unmittelbaren Vehikel der Produktion, fällt die Grenze zwischen Wissenschaft und Technik. In Form von Software fallen beide unmittelbar zusammen: Der mathematische Algorithmus wird zur ausführbaren Maschinenbeschreibung. Wissen wird zur zentralen Ware und das Konzept des exklusiven Privateigentums auf wissenschaftliche Erkenntnis ausgedehnt. Die Proprietarisierung von Wissensgütern ist die natürliche Reaktion auf die veränderten Produktionsformen. Doch legt diese Proprietarisierung zwei Widersprüche offen zutage, die bislang eher verdeckt schwelten. Der erste Widerspruch besteht zwischen der Rationalität der Technik und dem Ethos der Wissenschaft, der zweite drückt sich in Form einer Rebellion der Produktions- gegen die Zirkulationssphäre aus.

Die bürgerliche Rationalität trifft sich mit der technischen: Beide kennzeichnet ein instrumenteller Vernunftbegriff. Zumindest unter den Bedingungen kapitalistischer Akkumulation droht »die befreiende Kraft der Technologie – die Instrumentalisierung der Dinge – (...) sich in eine Fessel der Befreiung« zu verkehren und »zur Instrumentalisierung des Menschen« zu werden.⁷⁰ Die »befreiende Kraft der Technologie« findet ihr Korrelat freilich in dem der Produktionsform wissenschaftlicher Erkenntnis zugrundeliegenden Ethos. Wissenschaftliche Produktion hat einen kommunistischen Charakter, insofern Wissen als soziales Produkt verstanden wird, das dem Erbe der Vergangenheit entstammt und daher notwendig selbst in die Wissensallmende eingeht. Technik greift auf wissenschaftliche Erkenntnis als Allgemeingut zurück. Dies leitet über zum zweiten, ökonomischen Widerspruch.

Der beschleunigte Kapitalismus der Netzwerkökonomie leidet an einem inneren Widerspruch, der den industriellen Kapitalismus nahezu krisenfrei erscheinen läßt. Grub sich letzterer nach Marx vor allem dadurch sein eigenes Grab, daß er einerseits mit den Proletariern eine Klasse produzierte, die durchaus kein Eigeninteresse hatte, ihn weiter am Leben zu erhalten, und andererseits mit der großen Industrie auch noch eine

⁷⁰ Herbert Marcuse, *Der eindimensionale Mensch. Studien zur Ideologie der fortgeschrittenen Industriegesellschaft*. Darmstadt und Neuwied: Luchterhand, 1967, S. 174.

produktive Infrastruktur schuf, die die entnervten Proletarier bloß zu übernehmen hatten – ein Widerspruch, der sich jedoch als historisch nicht hinreichend für eine gelingende soziale Revolution erwiesen hat –, so arbeitet der Wissenkapitalismus nochmals verstärkt an seiner eigenen Abschaffung. Er untergräbt noch die Bedingungen seiner eigenen Existenz, indem er zunehmend alle Bereiche des öffentlichen Lebens in die Akkumulationssphäre mit einbezieht – auch jene Bereiche, die als »positive Externalitäten« eine Grundbedingung für die Akkumulation darstellen, indem erst durch sie überhaupt Gesellschaft konstituiert wird. André Gorz spricht diesbezüglich von einer »Wesenskrise des Kapitalismus«⁷¹, die sich bei näherer Betrachtung als eine Krise kapitalistischer Akkumulation enthüllt: Während die Produktionssphäre zwingend auf das frei verfügbare Wissen angewiesen ist, stellt Wissen zugleich den zentralen Wert dar und soll gemäß dieser Rationalität nunmehr kommodifiziert und proprietarisiert werden.

Der Wandel von der Industrie- zur Wissensgesellschaft hat zwei Konsequenzen: Zum einen wird die Gültigkeit der Marxschen Werttheorie infrage gestellt, insofern die Produktion von Wissen eben nicht algorithmisierbar und auf einfache Arbeit rückführbar ist. Zum anderen ist die *neoklassische* ökonomische Standardtheorie gezwungen, so sie nicht zentrale Axiome aufgeben will, die wohlfahrtsökonomische Überlegenheit des Produktionsmodells freier Software anzuerkennen. Zu Beobachten ist im Gegenzug die Tendenz, die Axiome der Rationalität und des *homo oeconomicus* aus dem neoklassischen Modell zu suspendieren. Damit würde freilich das fragile Band zwischen wirtschaftlichem und demokratischem Liberalismus zerschnitten.

In Anschluß an C. B. Macpherson können *Leitlinien politischen Handelns für die Wissensgesellschaft* formuliert werden. Will die Gesellschaft an demokratischen Entscheidungsprozessen festhalten und das gleiche Recht aller ihrer Mitglieder auf freie Entfaltung ihrer menschlichen Fähigkeiten weiterhin behaupten, muß sie ihnen den *Zugang* zu den Mitteln zur Entfaltung ihrer Anlagen bereitstellen. Das von den liberalen Gesellschaften postulierte Recht auf unbeschränkte Akkumulation ist hingegen nicht mehr haltbar in einer Zeit, in der das Eigentum an Sachkapital mehr und mehr als notwendiger Ballast angesehen wird und das exklusive Eigentum an Konzepten und Verfahrensweisen in das Zentrum kapitalistischer Akkumulation gerät. Die vollständige Proprietarisierung gesellschaftlicher Verhältnisse würde zu einer Refeudalisierung der Gesellschaft führen, in der der Einzelne nur mehr höchst eingeschränkte Rechte an seinen Lebensmitteln wie an seinem Leben hält. Aufgabe demokratischer Politik ist es hingegen, den Zugang der Menschen zu den öffentlichen Bereichen zu gewährleisten und so Demokratie zu sichern.

Freie Software stellt einen zentralen Bereich gesellschaftlicher Produktion in die *Allmende*; sie fügt diesen dem sich in Allgemeinbesitz befindlichen gesellschaftlichen Vermögen hinzu. Freie Software wird erkennbar als Antipode zur totalisierenden Tendenz des Kapitals, den Menschen als

71 Gorz, *Wissen, Wert und Kapital* (s. Anm. 11).

Gattungswesen zu proprietarisieren. Software enthüllt sich im Extrem der vollständig automatisierten Produktion als allumfassende Steuerungsinstanz der produktiven Instanzen der Gesellschaft, sie steht somit im Zentrum einer modernen Form des Klassenkampfes: Die sich in Auflösung befindenden industriellen Klassen Bourgeoisie und Proletariat ringen um die Form der neuen Gesellschaft. Aufhebung der Klassengesellschaft oder Entstehung neuer, unmittelbarer Formen von Herrschaft des Menschen über den Menschen – das ist die Frage, vor der die postindustrielle Wissensgesellschaft steht. In diesem Zusammenhang sind Kämpfe gegen die Patentierung des menschlichen, tierischen und pflanzlichen Genoms zu betrachten, ebenso solche um das Recht auf die Versorgung mit Wissen, etc. Auch wird die Kenntnis von Programmiertechniken zu einer Frage der Literalität und mithin zu einer Kulturtechnik wie Lesen und Schreiben.

Nachdem nunmehr nachgewiesen wurde, daß freie Software der auf kapitalistischer Akkumulation beruhenden Produktionsweise eine Alternative entgegensetzen vermag, greife ich in Teil III zentrale Thesen des ersten Kapitels wieder auf und untersuche die Dialektik von Freiheit und Vernunft in der modernen Naturwissenschaft und Technik. Wie kann die der instrumentellen Vernunft verfallende Naturwissenschaft ihres menschlichen Bestimmungsgrundes gewahr werden, wie kann aus Unfreiheit Freiheit erwachsen? Es ist dies die andere Seite der Dialektik von Mythos und Aufklärung, die bisher von der Kritischen Theorie kaum beachtet wurde.

Teil III

WISSENSCHAFT UND TECHNIK

DIE HACKER UND DIE INSTRUMENTELLE VERNUNFT

Anknüpfend an die kritische Theorie beschreibt Joseph Weizenbaum in seinem 1976 im amerikanischen Original erschienenem Buch »Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft«¹ die gegenwärtige Welt als von der instrumentellen Vernunft bestimmt. Die Zweckrationalität habe sich in einem »Zustand irrationaler Rationalität«² verselbständigt und im Computer vergegenständlicht. In diesem habe sich die Methode der modernen Naturwissenschaft zum Glaubenssystem verdinglicht, das im Gegensatz zu den Religionen noch die Willensfreiheit des Menschen zugunsten eines deterministischen Weltbilds leugne und eine Wirklichkeit konstruiere, in der Wahrheit durch Beweisbarkeit ersetzt sei.³

Der Hacker gilt Weizenbaum als Sinnbild des der instrumentellen Vernunft verfallenen Naturwissenschaftlers, der selbst nur noch eine Maschine – eine Fleisch gewordene Turingsche »Papiermaschine« – ist.⁴ Ein vom Menschen zur Maschine geschrumpftes Individuum wäre freilich ex definitione unfähig, das Bestehende zu überschreiten; freie Software als Entäußerung des Hackers bliebe mithin im Bestehenden gefangen.

Ich werde Weizenbaums Argumentation zunächst ausführlich wiedergeben, bevor ich, ausgehend von einer Kritik der Weizenbaumschen Positionen, die Entstehung algorithmischen Denkens in den Naturwissenschaften mitsamt seiner inhärenten Verflechtung mit maßloser Herrschaft und schließlich die Entfaltung einer Subjekt – Objekt-Dialektik im Begriff des Algorithmus nachzeichne.

- 1 Joseph Weizenbaum, *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977.
- 2 Max Horkheimer, *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft (1947/1967)*. In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 6: *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft und Notizen 1949–1969*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1991, S. 19–186, S. 103.
- 3 Wie Horkheimer kritisiert Weizenbaum die Verengung der Vernunft auf ihr zweckrationales Moment, nicht die Vernunft an sich: »Die instrumentelle Vernunft hat aus Worten einen Fetisch gemacht, der von schwarzer Magie umgeben ist. Und nur die Magier haben die Rechte der Eingeweihten. Nur sie können sagen, was die Worte bedeuten. Und sie spielen mit Worten und betrügen uns. (...) In Wirklichkeit spreche ich für eine Rationalität. Aber ich behaupte, daß man Rationalität nicht von Intuition trennen kann. Ich plädiere für den rationalen Einsatz von Naturwissenschaft und Technik, nicht für deren Mystifikation und erst recht nicht für deren Aufgabe. Ich fordere die Einführung eines ethischen Denkens in die naturwissenschaftliche Planung. Ich bekämpfe den Imperialismus der instrumentellen Vernunft, nicht die Vernunft an sich.« (Weizenbaum (s. Anm. 1), S. 334.)
- 4 Weizenbaum vergleicht den Hacker mit dem »sprichwörtlichen verrückten Professor, dem man ein Theater zur Verfügung gestellt hat« (ebd., S. 173), in dem dieser »größtenwahn sinnige Phantasien« (ebd., S. 178) ausleben könne.

7.1 WEIZENBAUMS KRITIK DER HACKER UND DER NATURWISSENSCHAFTEN

Als physikalisch existente Maschine ist der Computer den Gesetzen der Physik unterworfen. Weizenbaum legt jedoch Wert auf die Feststellung, daß der Computer durch seine manifeste Interaktion mit der Welt nicht ausreichend charakterisiert sei: Die Programme, die im Computer laufen, folgten »den Regeln von Gedankensystemen, die ihre Grenzen nur in den Schranken der menschlichen Vorstellungskraft finden.«⁵ Die beinahe unbegrenzten Möglichkeiten machten die vom Computer ausgehende Faszination aus; der Programmierer schlüpfte in die Rolle eines Gottes: »Kein Dramatiker, kein Regisseur und kein noch so mächtiger Herrscher haben jemals eine so absolute Macht ausgeübt, eine Bühne oder ein Schlachtfeld zu arrangieren und dann so unerschütterlich gehorsame Schauspieler bzw. Truppen zu befehligen.«⁶

Der Verlockung dieser Omnipotenz seien die Hacker erlegen, die Weizenbaum als »zwanghafte Programmierer« charakterisiert: »Überall, wo man Rechenzentren eingerichtet hat, d. h. an zahllosen Stellen in den USA wie in fast allen Industrieländern der Welt, kann man aufgeweckte junge Männer mit zerzaustem Haar beobachten, die oft mit tief eingesunkenen Augen vor dem Bedienungspult sitzen; ihre Arme sind angewinkelt, und sie warten nur darauf, daß ihre Finger – zum Losschlagen bereit – auf die Knöpfe und Tasten zuschießen können, auf die sie genauso gebannt starren wie ein Spieler auf die rollenden Würfel. Nicht ganz so erstarrt sitzen sie oft an Tischen, die mit Computerausdrucken übersät sind, und brüten darüber wie Gelehrte, die von kabbalistischen Schriften besessen sind. Sie arbeiten bis zum Umfallen, zwanzig, dreißig Stunden an einem Stück. Wenn möglich, lassen sie sich ihr Essen bringen: Kaffee, Cola und belegte Brötchen. Wenn es sich einrichten läßt, schlafen sie sogar auf einer Liege neben dem Computer. Aber höchstens ein paar Stunden – dann geht es zurück zum Pult oder zum Drucker. Ihre verknautschten Anzüge, ihre ungewaschenen und unrasierten Gesichter und ihr ungekämmtes Haar bezeugen, wie sehr sie ihren Körper vernachlässigen und die Welt um sich herum vergessen. Zumindest solange sie derart gefangen sind, existieren sie nur durch und für den Computer. Das sind Computerfetischisten, zwanghafte Programmierer.«⁷

Weizenbaum gilt der Computer als Vergegenständlichung der instrumentellen Vernunft, die dem Menschen als eine außer ihm stehende Macht in der Maschine gegenübertritt und ihm befiehlt, und die Hacker sind für ihn die Sklaven dieser verselbständigten instrumentellen Vernunft. Jedoch sei nicht jede Beschäftigung mit dem Computer notwendig fetischistisch, auch ein professioneller Umgang, der den Rechner ledig-

⁵ Weizenbaum (s. Anm. 1), S. 156.

⁶ Ebd., S. 160.

⁷ Weizenbaum (s. Anm. 1), S. 160 f. – In wörtlicher Rede sprach Weizenbaum statt von »zwanghaften Programmierern« von »computer bums«, also von Gamlern, was seine persönliche Verachtung der als Selbstzweck betriebenen Computerei zum Ausdruck bringt.

lich als Mittel zum Zweck betrachtet, sei möglich. So unterscheide den zwanghaften Programmierer vom seriösen Berufsprogrammierer »die Tatsache, daß der gewöhnliche Berufsprogrammierer sich dem Problem widmet, das gelöst werden soll, während der zwanghafte Programmierer es hauptsächlich als Mittel zu dem Zweck betrachtet, eine Interaktion mit dem Computer herzustellen. (...) Der Fachmann betrachtet das Programmieren als Mittel und nicht als Selbstzweck. Seine Befriedigung bezieht er aus der Lösung eines inhaltlichen Problems und nicht daraus, dem Computer seinen Willen aufgezwungen zu haben.«⁸

Dem Hacker gelte sein Rechner hingegen als Instrument, dem er seinen Willen aufzwingen kann. Der Zwang des zwanghaften Programmierers sei also ein doppelter: einerseits sei er getrieben, zu programmieren; andererseits zwingt er dem Rechner seinen Willen auf.

Der realen Welt entfremdet, lebe der Hacker nur in der Welt des Computersystems, was ihn oftmals zu einem notwendigen Teil desselben werden lasse. »Der zwanghafte Programmierer ist gewöhnlich ein brillanter Techniker, der außerdem jedes Detail des Computers kennt, mit dem er arbeitet, dessen periphere Ausstattung, sein Betriebssystem etc. In Rechenzentren wird er gern gesehen, da er das System kennt und in der Lage ist, binnen kurzem kleine Unterprogramme zu schreiben (...) Aber da man den zwanghaften Programmierer unter keinen Umständen dazu bringen kann, etwas anderes zu tun als zu programmieren, schreibt er seine Programme fast nie auf, sobald er nicht mehr damit arbeitet.⁹ Deshalb kann es soweit kommen, daß ein Rechenzentrum sich auf ihn verlassen muß, wenn es um die Erklärung der Zweckmäßigkeit und die Beibehaltung der Systeme geht, die er geschrieben hat und deren Struktur er allein versteht. Seine Stellung gleicht der eines Bankangestellten, der zwar nicht viel für die Bank tut, aber als einziger die Kombination des Tresorschlosses kennt und nur deshalb nicht entlassen wird.«¹⁰

Weizenbaum leitet die Ausdrücke »Hacker« und »hacken« fälschlicherweise von »zerteilen, zerstückeln« her statt aus der Tradition, gelungene Studentenstreiche als »Hacks« zu benennen – obwohl er zur Zeit der Niederschrift am MIT als Professor arbeitete und diesen Hintergrund gekannt haben muß. Weizenbaum unterstellt Grobschlächtigkeit und Theorielosigkeit; trotz der Verfolgung hochtrabender Projekte sei der Hacker doch zugleich zielloos und existiere nur in der Logik des Systems, unfähig dieses zu überschreiten. Er entspreche einem erstklassigen Kalligraphen, der jedoch Analphabet sei, jemandem also, der Anweisungen befolgt, ohne sie zu verstehen – er gilt Weizenbaum mithin als »Papiermaschine« im Turingschen Sinn. »Der zwanghafte Programmierer verbringt soviel Zeit wie irgend möglich damit, an einem seiner großen Projekte zu arbeiten. Allerdings benutzt er nicht das Wort ›arbeiten‹, sondern ›hacken‹ (*hack*). Hacken bedeutet laut Lexikon ›etwas unregelmäßiges zerteilen, ohne Können oder eigentlichen Zweck; etwas durch wieder-

⁸ Ebd., S. 161 f.

⁹ Gemeint ist hier, daß der »zwanghafte Programmierer« seine Programme nicht dokumentiere, so daß ihre Funktionsweise und Anwendung anderen verschlossen bliebe.

¹⁰ Ebd., S. 162.

holte Schläge mit einem Instrument zerstückeln«. Wir sagten schon, daß der zwanghafte Programmierer oder Hacker, wie er sich selbst nennt, normalerweise ein brillanter Techniker ist. Es sieht deshalb so aus, als sei er nicht ganz so ›ohne Können«, wie es in der Definition steht. Aber die Definition trifft in einem weiteren Sinne als dem zu, der sich lediglich auf die Technik bezieht: der Hacker ist nicht imstande, sich ein klar definiertes langfristiges Ziel zu setzen und einen Plan zu dessen Verwirklichung aufzustellen, denn er verfügt nur über Technik, nicht über Wissen. Er hat nichts, woraus er eine Analyse oder Synthese herstellen könnte. Darum ist sein Können ziellos, ja körperlos. Es hat zu nichts eine Verbindung als zu dem Instrument, auf dem es angewandt werden kann. Sein Können gleicht dem eines Mönchs, der Bibeln kopiert und Analphabet ist, aber trotzdem ein erstklassiger Kalligraph. Seine grandiosen Projekte müssen deshalb Illusionen bleiben, ja geradezu größenwahnsinnige Illusionen. Er wird das eine große System konstruieren, in das bald all die anderen Experten ihre Systeme einbauen werden.«¹¹

Doch dieses große Ziel sei unerreichbar für den Hacker. Unfähig, planvoll zu arbeiten, habe er ein loses Aggregat von Subsystemen zusammengepfuscht und sei gezwungen, seinen synkretistischen Moloch immerzu zu erweitern, um die Funktionsfähigkeit zu erhalten. Sein System gleiche bald einem einzigen Flickenteppich und habe jedwede Eleganz verloren.

Nachdem Weizenbaum so die Psychopathologie des zwanghaften Programmierers auf der Erscheinungsebene beschrieben hat, geht er an deren Analyse. Er vergleicht dazu den Hacker mit dem zwanghaften Spieler: »Der zwanghafte Programmierer folgt einem Trieb, in seinem Verhalten zeigt sich kaum Spontaneität, und die Erfüllung seiner vordergründigen Wünsche bereitet ihm kein Vergnügen. Er erwartet vom Computer auch kein Vergnügen, sondern Bestätigung. Die engste Parallele, die wir zu dieser Art von Psychopathologie ziehen können, ist der unbarmherzige, freudlose Trieb nach Bestätigung, der das Leben des zwanghaften Spielers kennzeichnet.«¹²

Weizenbaum charakterisiert die Psychopathologie des zwanghaften Spielers nach Sigmund Freud und dem Psychoanalytiker Edmund Bergler. Freud sah Größenwahn und Omnipotenzphantasien als Hauptbestandteile des Seelenlebens des zwanghaften Spielers.¹³ Laut Bergler beherrscht dieser eine magische Welt; er fühle sich vom Schicksal auserwählt, das ihm durch unscheinbare Hinweise Zustimmung oder Ablehnung signalisiere. Der zwanghafte Spieler sieht sich nach Bergler »nicht als Opfer, sondern als Vollstrecker des unberechenbaren Zufalls«¹⁴.

¹¹ Weizenbaum (s. Anm. 1), S. 163 f.

¹² Ebd., S. 167.

¹³ Freud hat sich lediglich in einer kleinen Arbeit über Dostojewski der Spielsucht gewidmet. (Sigmund Freud, »Dostojewski und die Vätertötung« (1928 [1927]). In: Ders., *Studienausgabe*. Bd. X: *Bildende Kunst und Literatur*. Hrsg. von Alexander Mitscherlich, Angela Richards und James Strachey. Frankfurt am Main: Fischer, 2000, S. 271–286, vgl. dort S. 283 ff.) Hauptsächlich bezieht sich Weizenbaum daher auf Bergler, der eine Psychopathologie des Spielers geschrieben hat. (Edmund Bergler, *Psychology of Gambling*. New York, 1957.)

¹⁴ Zitiert nach Weizenbaum (s. Anm. 1), S. 169.

Um die Psyche des Hackers mit der des Spielers gleichsetzen zu können, läßt Weizenbaum diesen im Computer eine quasi magische Welt konstruieren. Den Hacker unterscheidet vom Berufsprogrammierer, daß dieser sich einem zu lösenden Problem widmet, während jener »es hauptsächlich als Mittel zu dem Zweck betrachtet, eine Interaktion mit dem Computer herzustellen«¹⁵. Die magische Welt, die sein System ihm darstelle, versuche der Hacker in Griff zu bekommen, in dem er es »ad hoc« und je nach Erfordernis um bestimmte Ausnahmen ergänze, statt es rational zu untersuchen und mit wissenschaftlichen Methoden auf eine solide, allgemeingültige Grundlage zu stellen. Das magische Glaubenssystem werde durch eine ihm inhärente Zirkularität gestützt und jeder Widerspruch zur Realität durch andere magische Vorstellungen erklärt. Alles Scheitern an der Realität erscheine als bloße Störung des eigentlich funktionsfähigen Systems durch äußere Einflüsse, als Sonderfall, und werde durch Hinzufügen neuer Epizykeln in die abergläubischen Systeme von zwanghaften Spielern und Programmierern integriert.¹⁶ Dieser Prozeß der grenzenlosen Erweiterung bestehender, eigentlich längst durch praktische Erfahrungen widerlegter Systeme entspricht nach Weizenbaum aber genau der realen Forschungspraxis der Naturwissenschaften. Der Hacker gilt ihm als idealtypisches Beispiel für den Zwangscharakter des modernen Naturwissenschaftlers und Technikers: »Tatsächlich interessieren wir uns so sehr für den zwanghaften Programmierer, weil wir zwischen seinen pathologischen Motiven und Verhaltensweisen und denen des modernen Naturwissenschaftlers und Technikers im allgemeinen keinen Bruch feststellen. Der zwanghafte Programmierer ist lediglich der sprichwörtliche verrückte Professor, dem man ein Theater zur Verfügung gestellt hat, nämlich den Computer, wo er seine Phantasien ausleben kann und das auch tut.«¹⁷ Der Naturwissenschaftler sei in einem Glaubenssystem gefangen, das sehr große Ähnlichkeit mit der Magie aufweist: »Von einigen Ausnahmen abgesehen, teilen die Naturwissenschaftler dieses Vertrauen: was die Naturwissenschaft nicht geleistet hat, das hat sie *noch* nicht geleistet, die Fragen, die sie nicht beantwortet hat, hat sie *noch* nicht beantwortet. (...) Viele Naturwissenschaftler – auch hier gibt es Ausnahmen – glauben ebenfalls, daß jeder Aspekt des Lebens und der Natur letztlich in ausschließlich naturwissenschaftlichen Begriffen erklärt werden kann. (...) die Unerschütterlichkeit naturwissenschaftlicher Überzeugungen [wird] mit denselben Kunstgriffen verteidigt, durch die sich auch magische Glaubenssysteme schützen.«¹⁸

Die Wissenschaft gleiche dem von Watzlawick beschriebenen Betrunkenen, der unter einer Laterne nach seinem an anderer Stelle verlorenem Schlüssel sucht, »weil dort Licht ist«: Sie berücksichtige nur die Erfahrungstatsachen, die in ihren Begriffsrahmen passen. Sie vereinfache die Realität; das Bild der Welt, das sie uns spiegelt, sei ein notwendig unvollständiges. Sie interpretiere die Welt in den von ihr vorgegebenen Mu-

15 Weizenbaum (s. Anm. 1), S. 161.

16 Ebd., S. 171 f.

17 Ebd., S. 173.

18 Ebd., S. 173 f.

stern, und entgegen ihrer eigenen Selbstbeschreibung als in der kritischen Auseinandersetzung mit der Natur stetig fortschreitendes, prozessurales Wissen entpuppe sie sich als ständig wachsendes System von ad-hoc-Lösungen, die notdürftig die Axiome des wissenschaftlichen Systems falsifizierende Entdeckungen zu integrieren suchten. Wissenschaft pervertiere so von einem kritischen Prozeß in ein sich selbst bestätigendes Denksystem, das aus psychoanalytischer Sicht als pathologisch zwanghaft bezeichnet werden müsse. Dieser Zwangscharakter der modernen Naturwissenschaft gründe in der instrumentellen Vernunft und dem mit ihr verbundenen Zwang zur Naturbeherrschung. Diese sei es, die die obskure Wissenschaft antreibt und die er kritisiere. Der Hacker diene ihm nur als »extremes Beispiel«. ¹⁹

7.2 ZWANGHAFTE NATURBEHERRSCHUNG

Weizenbaum beschreibt den Hacker als schlechten Programmierer. Zwar gibt es auch Hacker, auf die diese Beschreibung zutrifft. ²⁰ Doch gilt diese keineswegs für die Mehrzahl der Hacker, was Weizenbaum auch zugibt – wenn auch in Parenthesis: »(Es muß gesagt werden, daß nicht alle Hacker pathologische Zwangsprogrammierer sind. In der Tat, gäbe es nicht die – nach ihren eigenen Worten – höchst kreative Arbeit von Leuten, die den stolzen Titel ›Hacker‹ für sich beanspruchen, so hätten wir heute kaum die modernsten Simultanrechner, elektronische Übersetzer, Zeichner etc.)« ²¹

Weizenbaum muß eingestehen, daß die Hacker für viele Fortschritte in der Computerwissenschaft verantwortlich sind. Die von ihm beschriebene Psychopathologie des Hackers ist in dieser Form gewiß nicht haltbar. ²² Tatsächlich ist der Hacker jedoch in gewisser Weise wirklich der Prototyp des modernen (Natur-)Wissenschaftlers – wenn auch anders, als von Weizenbaum gedacht: Die Hacker bereits der ersten Generation haben

19 »Die Naturwissenschaften und die Technik erhalten sich dadurch, daß sie in Macht und Kontrolle überführt wurden. Soweit Computer und deren Rechenarbeit zur Naturwissenschaft und Technik gezählt werden können, speisen sie am selben Tisch. Das extreme Beispiel des zwanghaften Programmierers zeigt, daß Computer die Macht haben, Größenwahnsinnige Phantasien aufrechtzuerhalten. Aber diese Macht des Computers ist nur ein extremes Beispiel für dieselbe Macht, die allen anderen sich selbst bestätigenden Denksystemen innewohnt.« (Weizenbaum (s. Anm. 1), S. 178 f.)

20 Vgl. Steven Levy, *Hackers. Heroes of the Computer Revolution* (1984). London et al.: Penguin Books, 1994, S. 270.

21 Weizenbaum (s. Anm. 1), S. 164. – In einem ZDF-Interview erklärt er denn auch, er habe die MIT-Hacker gar nicht gemeint: »Ein richtiger computer bum hätte ja nicht ein Jahr am MIT bleiben können.« (Ulrich Hansen, »Wir werden Bediener«. Interview mit dem Computerpionier und -kritiker Prof. Dr. Joseph Weizenbaum. ZDFheute. 2005. URL: <http://www.heute.de/ZDFmt/mediathek/0,3496,MT-2274770,00.html> (besucht am 05.05.2005).)

22 Wau Holland, der 2001 verstorbene Alterspräsident des CCC, hat die Feinfühligkeit und das Gespür für die kleine, aber wesentliche Differenz, die dem Hacken eigen ist, hervorgehoben: »Unterhalb der strafbaren Handlung steht die Ordnungswidrigkeit. Unterhalb dieser gibt es noch den groben Unfug. Wir sind aber nicht grob. (...) Wir machen das Gegenteil von grobem Unfug. Wir machen feinen Fug.« (»Mit Geheimdiensten kann man nicht spielen«. Die Hacker-Legende Wau Holland über illegales Verhalten, Kontrolle und Staubsauger«. In: *Sonntagszeitung* (CH) (6. Mai 2001).)

die Form des wissenschaftlichen Austauschs und der Kritik an das digitale Zeitalter angepaßt und die Methode des Peer-Review den Möglichkeiten der Computerprogrammierung gemäß beschleunigt. Die Motivation dieser Hacker war es, Werkzeuge zur Erstellung von Werkzeugen zu erschaffen, um schließlich die Beschränkungen der prothesenartigen Werkzeuge zu überwinden und aus dem System heraus etwas komplett neues, den Menschen und damit die Natur Überschreitendes zu kreieren. Diesen Wunsch teilen sie mit der Artifizialen Intelligenz im besonderen – und mit Naturwissenschaft und Technik im allgemeinen. So nimmt es kein Wunder, daß die Hackerkultur in den Laboren der Künstlichen Intelligenz entstand und gedieh, also ausgerechnet an der Stelle, an der die Naturwissenschaft den ihr (und der mit ihr historisch verbundenen kapitalistischen Produktionsweise) inhärenten Traum von der Maschinisierung des Menschen und seiner Ersetzung durch die Maschine endgültig zu verwirklichen trachtete.

Weizenbaum steht mit seiner Überzeugung, Naturwissenschaft und Technik seien unrettbar mit instrumenteller Vernunft verknüpft, nicht allein. Die Kritische Theorie postuliert die Verselbständigung der Zweckrationalität im System der Naturwissenschaften; »jeder Versuch, den Naturzwang zu brechen, indem Natur gebrochen wird, gerät nur um so tiefer in den Naturzwang hinein.«²³ Sohn-Rethel verortet gar den Ursprung der Begriffsformen des exakten naturwissenschaftlichen Denkens im Warentausch.²⁴ Wenn Marcuse schreibt: »Eine elektronische Rechenmaschine kann einem kapitalistischen wie einem sozialistischem Regime dienen«²⁵, so wird der Computer, selbst in seiner befreiten, sozialistischen Form, doch eindeutig als Herrschaftstechnologie begriffen, als Maschine, nicht als Werkzeug. Und Ullrich, der eine »strukturelle Affinität zwischen der Herrschaftslogik des Kapitals und der Naturwissenschaft«²⁶ behauptet, konstatiert ein naturwüchsig »borniertes Bewußtsein der naturwissenschaftlichen Intelligenz«²⁷. Die Wissenschaft entstehe mit der bürgerlichen Klassengesellschaft und stünde mit der Technik in einem gleichsam arbeitsteiligem Verhältnis: diese gehöre zum Bereich der materiellen, jene zum Bereich der geistigen Reproduktion. Das später hinzutretende Kapital habe alle drei teilautonomen Prozesse: Wissenschaft, Technik und Kapital, schließlich verschmolzen.²⁸ »Zwar sind Naturwissenschaft und Kapital beides bürgerliche Produkte und eine ›reine‹ Trennung nicht möglich, nur muß dann auch die bürgerliche Prägung der Naturwissenschaft

23 Max Horkheimer und Theodor W. Adorno, *Dialektik der Aufklärung. Philosophische Fragmente*. In: Max Horkheimer, *Gesammelte Schriften*. Bd. 5: »Dialektik der Aufklärung« und *Schriften 1940–1950*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1987, S. 11–290, S. 35.

24 Alfred Sohn-Rethel, *Geistige und körperliche Arbeit. Zur Theorie der gesellschaftlichen Synthesis*. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1972, S. 105.

25 Herbert Marcuse, *Der eindimensionale Mensch. Studien zur Ideologie der fortgeschrittenen Industriegesellschaft*. Darmstadt und Neuwied: Luchterhand, 1967, S. 168.

26 Otto Ullrich, *Technik und Herrschaft. Vom Hand-werk zur verdinglichten Blockstruktur industrieller Produktion*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977, passim.

27 Ebd., S. 223–248.

28 Ebd., S. 51 f.

erkannt werden, die sie zu einem Herrschaftsmedium über Natur *und* Menschen macht, ohne dazu vom Kapital erst ›gezwungen‹ werden zu müssen.«²⁹

In Kapitel 4.2 auf Seite 204 wurde die Wissenschaft und insbesondere ihr inhärent kommunistischer Charakter als das Unabgeholte der Wissensgesellschaft behauptet. Ihre unabgeholten Strukturprinzipien wären kaum fähig, das Bestehende gedanklich zu überschreiten, wenn Wissenschaft tatsächlich inhärent der Herrschaft verfallen wäre und ihrer eigenen gesellschaftlichen Bestimmtheit notwendig unbewußt bleiben müßte.

Die enge Verbindung von instrumenteller Vernunft und Herrschaft mit den Naturwissenschaften soll im folgenden näher untersucht werden. Diese Verflechtung zeigt sich insbesondere im Ansinnen der Schaffung eines künstlichen Menschen, das heute als Artifizielle Intelligenz eine wissenschaftliche Form angenommen hat. Das Motiv der künstlichen Automaten durchzieht vom Altertum über die mittelalterliche Scholastik bis zur Neuzeit die philosophischen, religiösen und wissenschaftlichen Debatten (Kapitel 8). Mit der Umwälzung des naturwissenschaftlichen Weltbilds zu Beginn des 20. Jahrhunderts werden zwar prinzipielle Grenzen von Berechenbarkeit und Algorithmisierung offenbar (Kapitel 9), doch verhindert dies nicht die Entstehung der Disziplin der Künstlichen Intelligenz (Kapitel 11).

²⁹ Ullrich (s. Anm. 26), S. 103.

»Ein Hauptpunkt dieses Buches ist genau der, daß wir alle nur zu sehr aus der Welt einen Computer gemacht haben und daß diese abermalige Erschaffung der Welt nach dem Bild des Computers lange begonnen hatte, bevor es elektronische Computer gab. Heute, da wir über Computer verfügen, ist es etwas leichter, diese phantastische Transformation zu erkennen, die wir mit der Welt vorgenommen haben. Nunmehr können wir den Computer selbst – d. h. die Idee des Computers – als Metapher verwenden, um besser zu verstehen, was wir getan haben und immer noch tun.«

— Joseph Weizenbaum, *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*, S. 9

Die Idee, einen künstlichen Menschen zu erschaffen, durchzieht das europäische Denken seit dem Altertum. Es ist, wie in Kapitel 1 gezeigt wurde, die der Teilung des Arbeitsprozesses innewohnende menschenfeindliche Auffassung, den Menschen zum Teil eines maschinellen Systems zu reduzieren, die den derart zur Maschine degradierten Menschen als Automat künstlich nachbauen will. Auch die mit der Entwicklung der kapitalistischen Produktionsweise einhergehende Entwicklung der neuzeitlichen Naturwissenschaft teilt diesen Wunsch; mehr noch, erscheint ihr nunmehr das Weltganze als gigantischer Mechanismus. Die Natur soll nach Maßgabe ihrer Beherrschbarkeit erklärt werden können. Das Denken der mechanischen Naturwissenschaft bleibt letztlich im Mythos befangen.

8.1 GOLEM UND ARTIFIZIELLE INTELLIGENZ

Eine der ersten Vorstellungen des künstlich geschaffenen Menschen hat talmudische Ursprünge und findet sich in der Legende vom Golem. Das Wort *Golem* bedeutet »Erdkeim«, »ungestaltetes Klümpchen«. In Psalm 139, Vers 16 heißt es: »meinen Golem sahen deine Augen«; Luther übersetzte diese Stelle: »Deine Augen sahen mich, der ich noch unvorberichtet war.« Allgemein ist ein Golem das, was sich im Zustand des Werdens befindet: »Golem nennt man eine Frau, die noch nicht empfangen hat, ein Gefäß, das noch poliert werden muß, einen ungebildeten Menschen.«¹ Der unfertige, noch unbeseelte Adam ist ein Golem, den Gott geschaffen

¹ Klaus Völker, »Nachwort«. In: *Künstliche Menschen. Dichtungen & Dokumente über Golems, Androiden und lebende Statuen*. 2 Bde. Hrsg. von Klaus Völker. Bd. 2. Herrsching: Manfred Pawlak, o. J. (1991), S. 209–280, S. 215.

hat. Eine Golemerschaffung imitiert also die Erschaffung Adams, der Mensch erhebt sich zum Schöpfer, zu Gott.

Die Legende vom Golem inspirierte MARY SHELLEY zu ihrem Roman *Frankenstein*. Bekannt wurde die Golemsage vor allem durch die Geschichten vom Rabbi Löw, die allerdings erst Anfang des 19. Jahrhunderts entstanden sind.² Der historische Rabbi Judah Löw war Talmudist und Kabbalist und lebte von 1512 bis 1609 in Prag. Löw war alles andere als ein aufgeklärter Naturwissenschaftler, er hat die freisinnige Bewegung seiner Zeit bekämpft; auch der Löw der Sage ist Kabbalist. Ist es legitim, diese irrationale Mythologie mit der modernen naturwissenschaftlichen Forschung gleichzusetzen? Für den Jungianer John Cohen verweisen beide Arten der Erfahrung – mystische wie naturwissenschaftliche Herangehensweise – auf denselben Grund; und die Versuche der Kabbalisten und Alchemisten, einen künstlichen Menschen zu erschaffen, deutet er als »ein Sichtbarwerden jener Arten des Bewußtseins, die eine symbolische Interpretation der sie umgebenden Welt verlangen«. Die »intellektuelle Art des Wissens, die in der heutigen Auffassung des menschlichen Geistes im Vordergrund steht, [ist] nur eine von mehreren Arten (...), die sich zwar in der Qualität unterscheiden, aber nicht nach Verdienst abgestuft werden können.«³ Bezeichnenderweise betrachten sich zahlreiche Forscher aus dem AI-Umfeld als Nachfahren Löws, unter anderem Gerald Sussman, Marvin Minsky und Joel Moses, ebenso John von Neumann und Norbert Wiener.⁴ Der Wunsch, einen künstlichen Menschen zu erschaffen, treibt Mystiker wie Naturwissenschaftler an, und diesen Wunsch haben die Hacker mit beiden gemein.

Ein weiterer Versuch der Erschaffung eines künstlichen Menschen ist der Homunkulus – die Erzeugung eines Wesens aus der Retorte. Der Arzt und Alchemist PARACELsus gab in seinem Werk *De natura rerum* ein Rezept zur Erzeugung eines Homunkulus: »(...) daß das sperma eines Manns im verschlossenen Cucurbiten per se mit der höchsten Putrefaction, ventre equino auf vierzig Tage putrificiert werde, oder so lang, bis es lebendig werde und sich bewege und rege, was leicht zu bemerken ist. Nach dieser Zeit wird es einem Menschen einigermäßen gleich sehen, doch durchsichtig, ohn ein corpus. Wenn es nun nach diesem täglich gar weislich mit dem arcano sanguinis humani gespeist und bis auf vierzig Wochen ernährt wird, und in steter gleicher Wärme ventris

Cucurbiten:
Destillierkolben
Putrefaction:
Verwesung
ventre equino:
Pferdemist, O. H.
arcano sanguinis
humani:
menschliches Blut

2 Völker, »Nachwort« (s. Anm. 1), S. 219, 221 ff. – Die Legenden sind zahlreich, erste Erwähnung findet der Rabbi Löw im Zusammenhang mit der Golemlegende in Berthold Auerbachs Roman *Spinoza* von 1837. Hier erschafft Löw einen Golem aus Lehm, in dessen Hinterkopf er einen Zettel legt, auf dem der Name Gottes geschrieben ist. Der Golem arbeitet als Knecht des Rabbis, und vor jedem Sabbat entfernt er den Zettel. Eines Freitagabends vergißt er dies jedoch, und der Golem gerät in Raserei. Löw kann dem Golem gerade noch rechtzeitig das Papier entnehmen, und dieser zerfällt zu Staub. – In einer anderen Legende hilft der Golem den jüdischen Einwohnern Prags, sich vom Vorwurf des rituellen Kindermordes zu befreien.

3 John Cohen, *Golem und Roboter. Über künstliche Menschen*. Frankfurt am Main: Umschau, 1968, S. 90.

4 Vgl. Sherry Turkle, *Die Wunschmaschine. Der Computer als zweites Ich*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1986, S. 322, Anm.

equini erhalten, so wird ein recht lebendig menschlich Kind daraus, mit allen Gliedmaßen wie ein ander Kind, das von einem Weibe geboren wird, doch viel kleiner. Das selbige nennen wir ein homunculum, und es soll hernach mit anders als ein ander Kind mit großem Fleiß und Sorg auferzogen werden, bis es zu seinen Tagen und Verstand kommt. Das ist nun der allerhöchsten und -größten Geheimnisse eins, welches Gott den tödlichen und sündigen Menschen wissen hat lassen.«⁵

Die Idee vom Homunkulus ist bereits in den *Homilien* des CLEMENS VON ROM (ca. 250 n. Chr.) vorhanden⁶, seine Ursprünge lassen sich auf ARISTOTELES zurückführen, für den der männliche Same dem Embryo den Impuls zur Entwicklung gebe, die weibliche Eizelle und das Menstruationsblut hingegen nur als Nahrung diene. Im Weltbild der Alchemie (und damit auch bei Paracelsus) ist jedes nicht zu Zeugungszwecken verwendete Spermia eine mögliche *materia homunculi*. »In psychoanalytischer Sicht stellt der Homunculusgedanken deshalb eine Ersatzphantasie dar, die aus einer Hochschätzung der Onanie oder anderer sexueller Praktiken, bei denen der Same ›verschwendet‹ wird, zu erklären ist«; der unfruchtbaren Onanie wird das ihr Fehlende in erhöhter Qualität angedichtet.⁷

Neben den Sagen vom Golem und vom Homunkulus kennt das Altertum noch beseelte Statuen als Vorläufer der Automaten. Sprechende Köpfe verkündeten Orakel; in der Bibel ist an verschiedenen Stellen⁸ die Rede von Abgöttern, den Teraphim, diese waren meist mumifizierte Köpfe, unter deren Zunge eine mit Zauberformeln gravierte Goldplatte lag. Die Ägypter kannten weissagende Statuen, die durch Kopfnicken oder Bewegung der Arme auf Fragen antworteten und wahrscheinlich von Priestern durch Schnüre an Kopf und Armen bewegt wurden.⁹ ARCHYTAS, einem Staatsmann, pythagoreischen Philosophen und Mathematiker, der zur Zeit Platons lebte, wurde nachgesagt, eine automatisch fliegende Taube konstruiert zu haben. Die Ilias beschreibt zwei mechanische (goldene) Dienerinnen aus den Werkstätten des göttlichen Schmieds Hephaistos. ARISTOTELES hält es für möglich, den Sklaven durch den Automaten zu ersetzen, denn »jeder Diener ist gewissermaßen ein Werkzeug, das viele andere Werkzeuge vertritt. Wenn nämlich jedes einzelne Werkzeug auf einen Befehl hin, oder einen solchen schon vorausahnend, seine Aufgabe erfüllen könnte, wie man das von den Standbildern des Daidolos oder den Dreifüßen des Hephaistos erzählt, von denen der Dichter sagt, sie seien von selbst zur Versammlung der Götter erschienen, wenn also auch das Weberschiffchen so webte und das Plektron der Kithara schlug, dann bedürften weder die Baumeister der Gehilfen, noch die Herren der Sklaven.«¹⁰ Die Gleichsetzung von *Sklave* und *Automat* ist freilich

5 Paracelsus, »De generationibus rerum naturalium«. In: *Künstliche Menschen. Dichtungen & Dokumente über Golems, Androiden und lebende Statuen*. 2 Bde. Hrsg. von Klaus Völker. Bd. 1. Herrsching: Manfred Pawlak, o. J. (1991), S. 49–59, S. 55 f.

6 Dort findet sich ein Bericht, wonach Simon Magus einen Homunkulus aus der Retorte erzeugt habe.

7 Völker, »Nachwort« (s. Anm. 1), S. 241.

8 Etwa Hes. 21. 26; 1. Mos. 31. 34; 1. Sam. 19. 13.

9 Vgl. dazu Cohen (s. Anm. 3), S. 11 ff.

10 Aristoteles, *Politik*. Hrsg. und übers. von Olof Gigon. 3. Aufl. München: dtv, 1978, I, 1253 b.

bezeichnend: Dem Sklaven wird die freie Willensäußerung nicht bloß untersagt, sondern als unmöglich abgesprochen. Er, der »das von Natur Herrschende nicht besitzt«,¹¹ wird nicht bloß in den gigantischen Mechanismus der Megamaschine integriert, als dessen Rädchen er unter fremden Kommando funktionieren soll, sondern noch selbst mechanisiert und zur willenlosen Maschine. Zugleich wird dem Automaten ein Sklavendasein eingeschrieben; mit ihm erschafft der Mensch den vollkommenen Diener. In der Idee vom künstlichen Menschen erscheint die Natur als vollständig beherrschbar. Die Welt ist entzaubert, dem Menschen die Furcht genommen, indem er sich als schöpferischer Herr eingesetzt hat.

8.2 MYTHOS UND LOGOS IN DER NATURWISSENSCHAFT

8.2.1 *Von der Scholastik zur Naturphilosophie*

Auch in der mittelalterlichen Scholastik blieb die Idee der Schaffung eines künstlichen Menschen virulent. GILBERT VON AURILLAC, der spätere Papst Silvester II., soll einen sprechenden Kopf erfunden haben. THOMAS VON AQUIN soll den von seinem Lehrer ALBERTUS MAGNUS entwickelten sprechenden Kopf zerschlagen haben, da er in ihm Teufelswerk erblickte.

Das Denken der Scholastik scheint prädestiniert zu sein für die Zerlegung des Verstandes in seine logischen Einzelteile und seine mechanische Neuordnung, ist es doch im Ganzen, wie Hegel schreibt, »eine ganz barbarische Theorie des Verstandes, ohne realen Stoff, Inhalt (...) Es ist Form, leerer Verstand, der sich in grundlosen Verbindungen von Kategorien, Verstandesbestimmungen herumtreibt. (...) die Gedanken sind stroherne Verstandesmetaphysik.«¹² Die scholastische Methode war deduktiv; empirische Beobachtungen mußten ins System der Scholastik integriert werden. Es herrschte die Vorstellung einer in sich geordneten und unveränderlichen Natur. Jedes Ding verhalte sich seinem natürlichen Platz in dieser Welt entsprechend. Einen bis in die Neuzeit wirkenden Versuch der Schaffung eines Automaten aus dem scholastischen Denken des Mittelalters heraus hat RAMON LLULL unternommen, ein spanischer Mystiker, der von 1232 bis 1316 lebte. Als *ars magna*, »große Kunst«, bezeichnete Llull die logische Fähigkeit des Menschen, mit Hilfe seines Verstandes Wahrheit und Lüge unterscheiden zu können. Er entwickelte eine formalisierte Logik, die im mechanischen Kombinieren von Begriffen aufging und das Gerüst einer logischen Maschine darstellte, die er selbst baute. Die Maschine bestand aus sieben unterschiedlich großen, um ein Zentrum gelagerten, gegeneinander drehbaren Scheiben. Auf jeder dieser Scheiben waren Begriffe repräsentierende Buchstabenkürzel notiert sowie verschiedene logische Operationen. Durch das Drehen der Scheiben ergaben sich vielfältige Verknüpfungen und damit logisch

¹¹ Aristoteles (s. Anm. 10), I, 1252 b.

¹² Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie II*. Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 19. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1971, S. 587.

strukturierte Begriffszusammenstellungen. Wenn alles Wissen von einer kleinen Anzahl grundlegender und offensichtlicher Kategorien beherrscht wird, sollten derart begrifflich-heuristische Fortschritte erzielt werden bis hin zur Entdeckung der Gesamtheit des Wissens durch die Anwendung sämtlicher möglicher Kombinationen der Kategorien. Das ganze Unternehmen hatte einen missionarischen Hintergrund: Llull hoffte, mit diesem unhintergehbaren Wissen Heiden zum Christentum als dem wahren Glauben bekehren zu können.

Llulls *ars magna* gilt als erster Schritt zu einer vollständigen und automatischen Sprache des Denkens. Im 17. Jahrhundert sorgte sich die entstehende Naturwissenschaft über die Unexaktheit der natürlichen Sprachen. Verschiedene Autoren, unter ihnen John Wilkins, Francis Bacon, René Descartes, Isaac Newton, Johann Amos Comenius¹³, Martin Mersenne, Athanasius Kircher und Gottfried Wilhelm Leibniz, versuchten künstliche Sprachen zu schaffen, in denen jede Mehrdeutigkeit verunmöglicht wurde. Llulls Gedanken wurden von René Descartes, Giordano Bruno und Leibniz, der in ihnen den Keim einer allumfassenden Algebra sah, ebenso aufgegriffen wie später durch William Stanley Jevons, der 1869 eine Maschine entwarf, die ein schwieriges logisches Problem schneller als ein Mensch lösen sollte, und Charles Peirce, einem der maßgeblichen Denker des Pragmatismus und Begründer der modernen Semiotik, der unter anderem mit seinem Nachweis, daß aus der logischen *Nicht-Und-* und der logischen *Nicht-Oder-Operation* alle anderen logischen Operationen abgeleitet werden können, einen Grundstein für die Informatik legte. Auch der Wiener Kreis bezieht sich noch auf Llull.

ROGER BACON, der einen sprechenden Kopf angefertigt haben soll¹⁴, setzte in seinem 1266/67 geschriebenen *opus maius* bereits exaktes Wissen mit ausreichendem Wissen gleich und nahm die Entstehung des mechanischen Weltbilds in der Renaissance vorweg: »Alles, was für die Physik notwendig ist, kann durch Mathematik bewiesen werden, und ohne diese ist es unmöglich, eine exakte Kenntnis der Dinge zu haben.«¹⁵ Erfahrung, Messung und Vernunftbeweise sollten an die Stelle von Autoritäten, Dogmen und Texten treten. Grundlage aller Wissenschaften sei die Mathematik, Königin aber die *scientia experimentalis*.

13 Daß der »große Pädagoge« COMENIUS in dieser Reihe steht, mag auf den ersten Blick verwundern. Doch befand dieser sich im Bann des mechanischen Modells, wie man an seiner uhrwerkartigen Beschreibung der »Bewegung der Seele« deutlich sieht: »Das wichtigste Rad ist der Wille; die Gewichte hingegen sind die Wünsche und Neigungen, die den Willen zu diesem oder jenem Weg bewegen. Die Hemmung ist die Vernunft, die mißt und bestimmt, was, wo und wie weit etwas angestrebt oder vermieden werden soll.« Den Erziehungsprozeß organisierte er nach dem Vorbild des Automaten: »Erziehung nach meinem Plan ausgeführt zu sehen, wird so erfreulich sein, wie eine automatische Maschine zu betrachten, und der Prozeß wird so fehlerlos sein wie diese mechanischen Vorrichtungen, wenn sie geschickt konstruiert sind.« (Comenius, *Die große Didaktik*, zitiert nach Lewis Mumford, *Mythos der Maschine. Kultur, Technik und Macht*. Wien: Europa, 1974, S. 451 f.) Dem Didaktiker galt der menschliche Geist als unbeschriebenes Blatt, das – analog der Druckerpresse – geprägt werden mußte durch ein einheitliches Bild.

14 Vgl. dazu Cohen (s. Anm. 3), S. 21.

15 Zitiert nach Mumford, *Mythos der Maschine* (s. Anm. 13), S. 395.

Was die Naturwissenschaft von der Philosophie scheidet, ist zuerst der veränderte Wahrheitsbegriff. Die Naturwissenschaft verallgemeinert idealerweise aus der Befragung der Natur im Experiment gewonnene einzelne Erfahrungen zu allgemein gültigen Gesetzen, die freilich nur so lange als gültig akzeptiert werden, bis sie durch widersprechende Beobachtungen falsifiziert werden. Die Integration dieser neuen Erfahrungen in das Gebäude der Naturwissenschaft mit der Konsequenz des möglichen Umsturzes des bisherigen harten Kerns an Überzeugungen erzeugt einen dynamisch-prozessuralen Erfahrungsraum, der das feste Welt- und Denkgebäude der mittelalterlichen Scholastik ersetzt. Wissenschaft ist eine unendliche Suchbewegung, ein unabschließbarer offener Forschungsprozeß.¹⁶

Der Umbruch des Weltbildes ist umfassend. Im sich ständig innovierenden Forschungsprozeß werden die Dinge nur noch kontextuell bestimmt, das heißt in ihrem relativen Bezug zu anderen Dingen. Giordano Bruno galt das Universum als unendlich, womit jeder absolute Bezugspunkt verloren ging und sämtliche Maße, Größen und Gewichte nur noch relativ bestimmbar waren. Das neue Weltbild erfordert einen radikal neuen Denktypus.

Die experimentelle Praxis ist der Erkenntnis vorgeschaltet, den Naturwissenschaften ist das materialistische Prinzip methodisch inhärent.¹⁷ Strenggenommen ist das induktive Verfahren der Wissenschaften theoretisch jedoch anfechtbar: *A particulari ad universale non valet illatio*, vom Standpunkt der Logik ist allein der Schluß vom Allgemeinen auf das Besondere erlaubt, mithin die Deduktion. Der Beweisgrund bleibt im Experiment prinzipiell unvollständig, doch hat sich das induktive Verfahren praktisch immer bestätigt. Und aus der Praxis geht es hervor: Das von der Wissenschaft erzeugte Wissen ist immer auch instrumentelles, Praxiswissen. Galilei entdeckte sein Fallgesetz im Zusammenhang mit Forschungen über die Flugbahn von Geschossen, und auch seine optischen Arbeiten entsprangen militärischen Erfordernissen.

War das scholastische Wissen in erster Linie Offenbarungswissen, so wurde nunmehr nur noch akzeptiert, was durch Beobachtung und Experiment empirisch erhoben wurde. Die Empirie, die vormals als bloß akzidentiell betrachtet wurde, stellte nunmehr die einzig zureichende Grundlage von Erkenntnis dar.

¹⁶ Daß die reale Forschungspraxis diesem von Karl Popper formulierten Idealbild von Wissenschaft kaum je entspricht, ist wiederholt angemerkt worden. Der Klassiker der modernen kritischen Wissenschaftsgeschichtsschreibung ist Thomas S. Kuhn, *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Zweite revidierte und um das Postskriptum von 1969 ergänzte Auflage. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1976. Eine explizite Auseinandersetzung mit Popper findet sich bei ders., »Logik oder Psychologie der Forschung?« (1970). In: Ders., *Die Entstehung des Neuen. Studien zur Struktur der Wissenschaftsgeschichte*. Hrsg. von Lorenz Krüger. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1978, S. 357–388. Vgl. auch unten, Kapitel 10.2.1 auf Seite 352 ff.

¹⁷ So schrieb etwa der bürgerlich-liberale Friedrich Jodl: »Philosophischer Idealismus ist nur möglich, wenn man an ihn nicht denkt, wenn man Geschichte der Naturwissenschaft treibt.« (Zitiert nach Ernst Glaser, *Im Umfeld des Austromarxismus. Ein Beitrag zur Geistesgeschichte des österreichischen Sozialismus*. Wien: Europa, 1981, S. 49)

Das wissenschaftliche Denken wurde über die Hochtechnologie Typographie der wissenschaftlichen Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Die Vermittlung der Erfahrungswissenschaft über das neue Medium erforderte eine Standardisierung sowohl der experimentellen Verfahren wie der Beschreibungssprache, dies wiederum setzte die Erkenntnis und Beschreibung der Wahrnehmungsprozesse selbst voraus. Es mußte wahrgenommen werden, wie wahrgenommen wird, um die Ergebnisse der Forschung auf eine für den Rezipienten verständliche und nachvollziehbare Weise darzulegen. Insbesondere die erkenntnistheoretischen Schriften Leonardo da Vincis und Albrecht Dürers in seiner *Unterweisung in der Messung* und in den *Vier Büchern von menschlicher Proportion* lieferten eine operationalisierte Epistemologie, deren Axiome die moderne natur- und sozialwissenschaftliche Theorie zu begründen vermochten und noch bis Anfang des 20. Jahrhunderts weitgehend geprägt haben. Der Forscher reflektierte seinen eigenen Blick auf die Dinge, um sich aus dem Erkenntniszusammenhang ausschließen zu können. Es ist nicht mehr Gott, über den reflektiert wird, sondern der Forschende selbst, der zum Gegenstand der Forschung wird. Selbstreferenzialität ist also ein Konstitutionsprinzip der Moderne.¹⁸ Die Forderung nach Reproduzierbarkeit – und das heißt auch immer: Operationalisierbarkeit – wissenschaftlicher Erkenntnis führte zu einer doppelten Bewegung: Zum einen schien es ratsam, auf technische Apparaturen zurückzugreifen, die als konstruierte Artefakte von vornherein dem Anspruch auf exakte Reproduzierbarkeit und Standardisierung genügten und somit *Objektivität* versprachen im Gegensatz zu den genuin menschlichen Sinnes- und Gefühlswahrnehmungen. Michael Gieseke beschreibt, wie die »Autoren der Fachprosa und vor allem deren radikalste Repräsentanten, die Wissenschaftler, (...) zur Einäugigkeit, zur Konzentration auf Gestaltungsmerkmale und damit zur Unterdrückung vielfältiger anderer Sinnesorgane und -wahrnehmungen gezwungen« waren.¹⁹ Zum anderen geriet aber auch die menschliche Sinneswahrnehmung in den Fokus der wissenschaftlichen Aufmerksamkeit und wurde gemäß dem vorherrschenden Paradigma als *Sinnesapparat*, das heißt als nach mechanischen Prinzipien organisierte, technische Apparatur beschrieben und damit ebenfalls operationalisierbar. Der Mensch wurde nach Möglichkeit aus der Forschung entfernt²⁰ und, wo dies nicht

18 Ausführlich dazu Michael Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit. Eine historische Fallstudie über die Durchsetzung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1991, S. 597–614, 617–631. »Das ›verständige‹ Sehen (...) setzt voraus, daß man sich über die Regeln, nach denen man sieht, Klarheit verschafft. An die Stelle der Referenz oder Reflexion auf Gott tritt die Selbstreferenz: das Sehen desjenigen, der sein eigenes Sehen betrachtet, der Verstand des Verständigen.« (Ebd., S. 603.)

19 Gieseke, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit* (s. Anm. 18), S. 650.

20 Vgl. etwa Jean Le Rond d' Alembert, *Einleitung zur Enzyklopädie*. Durchgesehen und mit einer Einleitung herausgegeben von Günther Mensching. Hamburg: Meiner, 1997, S. 84: »Die Physik ist also ausschließlich auf Beobachtungen und Berechnungen beschränkt, die Medizin auf die Entwicklungsgeschichte des menschlichen Körpers, seiner Krankheiten und deren Heilmittel; die Naturgeschichte auf die eingehende Beschreibung der Pflanzen, Tiere und Mineralien; die Chemie auf die experimentelle Zusammensetzung und Zerlegung der Körper; kurz, alle Wissenschaften sollen nach Möglichkeit auf Tatsachen

möglich war, selbst zum Gegenstand naturwissenschaftlicher Erkenntnis und – wie die Natur insgesamt – als nach mechanischen Prinzipien konstruiert betrachtet und als Maschine beschrieben.

Im folgenden werde ich die Entstehung des naturwissenschaftlichen Weltbildes von der in der Renaissance beginnenden naturwissenschaftlichen Revolution bis zur Aufklärung nachzeichnen. Der Bruch mit dem früheren Denken ist radikal. Während in der Scholastik die Vorstellung einer in sich geordneten und unveränderlichen Natur prägend war, die mittels Deduktion erkannt werden konnte, erscheint der klassischen Naturwissenschaft ihr Gegenstand als eine Maschine, die mit mechanischen Gesetzen beschrieben und fungibel gemacht werden kann. Der naturwissenschaftliche Materialismus denkt zunächst die Tiere, dann den Menschen, schließlich das Weltganze als Maschine. Der Mensch beginnt, die Natur nicht mehr überlisten, sondern ihrer Herr werden zu wollen. Erklärtes Ziel ist es, daß »die Natur durch die Tat unterworfen« werde;²¹ und zur Erlangung von Herrschaft über die Natur ist nunmehr Wissen um ihre Funktionsprinzipien unabdingbar.²² Dieses Wissen ist freilich von dem der Scholastik grundverschieden: Während dieses das Verhältnis verschiedener Qualitäten behandelte, sucht die Naturwissenschaft nach Quantitäten, die ineinander überführt werden können. Die Parallele zur mit der aufkommenden Warengesellschaft zum vorherrschenden gesellschaftlichen Prinzip werdenden Realabstraktion des Geldwerts – prinzipiell verschiedene Produkte werden mittels Quantifizierung gegeneinander austauschbar – ist augenscheinlich.²³

8.2.2 *Renaissance*

LEONARDO DA VINCI (1452–1519) glaubte, daß die Gewißheit des Geistes viel fragwürdiger als die der Sinne sei und alle Wissenschaft daher Erfahrungswissenschaft sein müsse. Der Realität gelte es durch den Vergleich von Theorie und sinnlicher Erfahrung Gesetze zuzuordnen. Leonardo begründete den modernen Begriff des Experiments, das heißt der Befragung der Natur im Hinblick auf eine im voraus entwickelte Vorstellung. Ausgangspunkt des Experiments bildet also eine vom Menschen an die Natur herangetragene Vorstellung.

Die Verachtung der körperlichen Arbeit durch die Sklavenhaltergesellschaften der Antike hatte zur Geringschätzung der Handwerker als Banausen geführt – »Schuster bleib bei deinen Leisten«, wies der altgriechische Maler Apelles die Kritik eines Schuhmachers an seinen Werken

und auf daraus abgeleitete Folgerungen begrenzt bleiben und der persönlichen Ansicht nur im Notfall Raum geben.«

21 Francis Bacon, *Das neue Organon (Novum Organon)* (1620). Hrsg. von Manfred Buhr. 2., durchgesehene Aufl. Berlin (Ost): Akademie, 1982, S. 20.

22 Vgl. etwa ebd., Erstes Buch, § 121.

23 Alfred Sohn-Rethel leitet den Ursprung der Begriffsformen der Naturwissenschaften denn auch aus dem Warentausch und der »gesellschaftlich-synthetischen Funktion« des Geldes her. Alfred Sohn-Rethel, *Geistige und körperliche Arbeit. Zur Theorie der gesellschaftlichen Synthesis*. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1972, S. 105.

zurück – und so die τέχνη von der ἐπιστήμη, die Kunstfertigkeit von der Wissenschaft getrennt. Die neuzeitliche Aufwertung der Arbeit durch das entstehende Bürgertum ging mit einer Verbindung der bis dahin geschiedenen Bereiche menschlicher Erkenntnis einher. »Man sagt, daß die Erkenntnis, die von der Erfahrung erzeugt wird, rein handwerksmäßig sei, und nur diejenige wissenschaftlich, die im Geist entsteht und endet, und auf halbem Weg zwischen Wissenschaft und Handwerk diejenige, die aus der Wissenschaft entsteht und im Werk der Hände endet. Doch scheint mir, daß jene Wissenschaften eitel und voller Irrtümer sind, die nicht geboren wurden aus der Erfahrung, der Mutter jeder Gewißheit, oder nicht in einer bekannten Erfahrung enden, d. h. solche, bei denen weder Ursprung noch Mittelweg noch Ende durch einen der fünf Sinne hindurchgehen. Und wenn wir an der Gewißheit aller Dinge, die durch die Sinne gehen, zweifeln, um wieviel mehr müssen wir an den Dingen zweifeln, die diesen Sinnen aufsässig sind, wie etwa die Wesenheit Gottes und der Seele und ähnliches, worüber man streitet und kämpft; denn wahrlich, es geschieht, daß immer, wo die Vernunft ausbleibt, das Gezänk entspringt, was bei den Dingen, die gewiß sind, nicht geschieht.«²⁴

ALBRECHT DÜRER verfolgte in seinem 1528 posthum erschienenen Werk *Vier Bücher von menschlicher Proportion* konsequent die Idee, die Welt in geometrische Körper zu zerlegen, um sie bildlich reproduzieren zu können: »Dann warhafftig steckt die kunst inn der natur / wer sie herauß kann reyssen der hat sie / vberkumbstu sie / so wirdet sie dir vil fels nemen in deinem werk vnd durch die Geometria magstu deins wercks vil beweysen.«²⁵

τέχνη [technē]:

Fähigkeit,
Kunstwerk,
Handwerk

ἐπιστήμη [epistēmē]:

Erkenntnis, Wissen,
Wissenschaft

8.2.3 Naturwissenschaftliche Revolution

Mit seinem 1543 erschienenem Buch *Bahnen der Himmelskörper*, in dem er die revolutionäre These vertrat, daß die Erde sich um die Sonne drehte, leitete NIKOLAUS KOPERNIKUS die nach ihm benannte geistige Revolution ein. An die Stelle eines geozentrischen Weltbilds trat ein heliozentrisches, und damit eine radikale Umwälzung des menschlichen Selbstbilds, der Sigmund Freud 1917 bescheinigen sollte, daß in ihr »die menschliche Eigenliebe ihre erste, die kosmologische Kränkung erfahren« habe.²⁶ 330 Jahre nach Roger Bacon entwickelte JOHANNES KEPLER im *Mysterium Cosmographicum* die Ansicht, daß der Mensch über das Quantitative das geistige Wesen der Natur, in der sich als Gottes Schöpfung dessen Wille ausdrücke, erfasse: »Wie das Ohr dazu geschaffen ist, den Schall aufzunehmen und das Auge, die Farbe wahrzunehmen, so ist der Geist geformt, nicht alles Mögliche, sondern Quantitäten zu verstehen. Er begreift ein ge-

24 Leonardo da Vinci, zitiert nach Ernst R. Sandvoss, *Geschichte der Philosophie*. Bd. 2: *Mittelalter – Neuzeit – Gegenwart*. München: DTV, 1989, S. 169 f.

25 Zit. n. URL: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Albrecht_Dürer&oldid=7700461 – Version vom 14. Juli 2005, 23:16.

26 Sigmund Freud, »Eine Schwierigkeit der Psychoanalyse« (1917). In: Ders., *Gesammelte Werke*. Bd. XII: *Werke aus den Jahren 1917–1920*. Hrsg. von Anna Freud u. a. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Fischer, 1955, S. 3–12, S. 7.

gebenes Ding um so klarer, in einem quantitativen Verhältnis, je näher es sich auf reine Quantitäten zurückführen läßt; je weiter aber ein Ding sich von Quantitäten entfernt, desto mehr Dunkelheit und Irrtum wohnen ihm inne.«²⁷ Es ist dies die Lehre von der Subjektivität der Sinneswahrnehmungen. Die qualitativen Bestimmungen wie Farbe, Geruch etc. gelten als den Sinnen zukommend, das heißt dem empfindenden Bewußtsein entspringend, während allein die quantitativen Bestimmungen als den Dingen eigen begriffen werden. John Locke sollte später von den ersteren als den *sekundären*, von den letzteren als den *primären Eigenschaften* sprechen.²⁸

Die Herauslösung einzelner Naturvorgänge aus ihrem Zusammenhang, um sie quantitativ zu bestimmen und so mathematischer Erkenntnis zuzuführen, führte GALILEO GALILEI 1623 konsequent weiter: »Die Philosophie steht in dem großen Buch, dem Universum, das unserer Betrachtung stets offensteht. Aber man kann das Buch nicht verstehen, wenn man nicht zuerst lernt, die Sprache zu begreifen und die Buchstaben zu lesen, aus denen sie zusammengesetzt ist. Es ist geschrieben in der Sprache der Mathematik, und seine Buchstaben sind Dreiecke, Kreise und andere geometrische Figuren, ohne die es unmöglich ist, auch nur ein einziges Wort davon zu verstehen; ansonsten irrt man in einem dunkeln Labyrinth umher.«²⁹

Galilei betonte den subjektiven Charakter der Sinneserfahrungen, denen er die Objektivität der wissenschaftlichen Naturerkenntnis gegenüberstellte. Die Trennung des Subjekts vom Objekt gilt Mumford als »Galileis Verbrechen«, er wirft ihm vor, daß dieser »in aller Unschuld das historische Erstgeburtsrecht des Menschen aufgegeben« und mit der Subjektivität »das zentrale Subjekt der Geschichte, den mehrdimensionalen Menschen«³⁰ verworfen habe. Bis Hermann von Helmholtz 1869 es jedoch als »Endziel der Naturwissenschaften« bezeichnen konnte, »die allen andren Veränderungen zu Grunde liegenden Bewegungen und deren Triebkräfte zu finden, also sich in Mechanik aufzulösen«³¹, bis also, mit anderen Worten, das erkennende Subjekt vollständig aus der zu erkennenden Natur entfernt war, war es noch ein weiter Weg. Galilei suchte zunächst die Verschränkung des Glaubens mit der Philosophie zu lösen; an die Stelle der letzteren trat die Wissenschaft, die den Glauben auf seinen Platz verwies: »Die Bibel sagt uns etwas über unseren Lauf zum Himmel, aber nichts über den Lauf des Himmels.«³² Den Geltungsbereich der Wissenschaft begrenzte Galilei umgekehrt auf den, der sich mit »Sin-

27 Zitiert nach Mumford, *Mythos der Maschine* (s. Anm. 13), S. 395.

28 Vgl. dazu unten, S. 296–299.

29 Zitiert nach Mumford, *Mythos der Maschine* (s. Anm. 13), S. 395.

30 Ebd., S. 400; vgl. auch Herbert Marcuse, *Der eindimensionale Mensch. Studien zur Ideologie der fortgeschrittenen Industriegesellschaft*. Darmstadt und Neuwied: Luchterhand, 1967, S. 177 f.

31 Hermann von Helmholtz, »Über das Ziel und die Fortschritte der Naturwissenschaft« (1869). Eröffnungsrede für die Naturforscherversammlung zu Innsbruck. In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. V.1: *Vorträge und Reden*. Hrsg. von Jochen Brüning. Hildesheim, Zürich und New York, 2002, S. 367–398, S. 379. – Zu Helmholtz siehe unten, S. 321 ff.

32 Zitiert nach Stillman Drake, *Galilei*. Freiburg i. Br., Basel und Wien: Herder, 1999, S. 55.

neserfahrungen und den erforderlichen Demonstrationen«³³ nachweisen lasse. Die Naturwissenschaft war in ihrem Anfang bescheiden.³⁴

An die Stelle philosophischer Abstraktion setzte auch FRANCIS BACON die Naturbetrachtung. Natur lasse sich jedoch nicht ohne die Annahme kleinster unteilbarer Teilchen teilen. Bacon stellte so den Materialismus des Demokrit methodisch wieder her. Der Ausspruch »Wissen ist Macht« wird ihm (fälschlich) zugeschrieben.³⁵ Es ist die praktische Nutzanwendung, die die Naturwissenschaft leiten soll, Bacon ist Utilitarist. Die Beherrschung der Natur ist das Ziel der Wissenschaft; möglich wird dies nur über den Weg ihrer Kenntnis. In seinem Werk *Novum organon scientiarum* (1620), einer Methodenlehre der Wissenschaften, in dem Naturwissenschaftler wie Robert Boyle, Robert Hooke und Isaac Newton ihre erkenntnistheoretischen und methodologischen Grundlagen fanden,³⁶ vertritt er die Überzeugung, daß sich in der Natur keine Zwecke mit Bestimmtheit nachweisen ließen und der Wissenschaftler sich stattdessen an die Erforschung der Ursachen halten müsse. Entsprechend sollte bei ihm die Mathematik auch die Stellung einer Magd der Physik einnehmen und nicht die ihrer Herrin. Objektive Naturerkenntnis sei mittels Induktion aus empirischen Wissen möglich, und aus den verallgemeinerten empirischen Erfahrungen könne neues Wissen deduziert werden (das sich freilich wieder in der beobachteten Wirklichkeit beweisen müsse). Natur und Technik stehen somit in der gleichen Ordnung; beide lassen sich beschreiben nach Maßgabe ihrer Beherrschbarkeit: Der Untertitel des 2. Teilbandes des *Novum organon* lautet »Liber secundus aphorismorum de interpretatione naturae sive de regno hominis«, »Aphorismen über die Interpretation der Natur oder die Herrschaft des Menschen«.³⁷ Je-

33 Zitiert nach ebd., S. 72.

34 Diese Bescheidenheit geht freilich mit einem gewissen Anti-Intellektualismus einher, wie Alfred North Whitehead in seinen Vorlesungen über *Wissenschaft und moderne Welt* bemerkt: »Galilei kommt immer wieder darauf zu sprechen, wie die Dinge sich ereignen, während seine Gegner eine vollständige Theorie darüber hatten, warum sich die Dinge ereignen. Leider führten die beiden Theorien nicht zu den gleichen Ergebnissen. Galilei beharrt auf »widerspenstigen und eigenwilligen Tatsachen«, während Simplizius, sein Gegenspieler, Gründe vorbringt, die – wenigstens für ihn selbst – völlig zufriedenstellend sind. Es ist ein großer Fehler, diese historische Revolte als Parteinahme für die Vernunft aufzufassen. Sie war im Gegenteil eine durch und durch anti-intellektualistische Bewegung: die Rückkehr zur kontemplativen Betrachtung nackter Tatsachen; und sie beruhte auf einem Rückzug von der starren Rationalität des mittelalterlichen Denkens.« (Zitiert nach Isabelle Stengers, »Die Galilei-Affären«. In: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Hrsg. von Michel Serres. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994, S. 394–443, S. 408.) Whitehead schreibt dies freilich im Zuge einer Unternehmung, die die Mathematik in der Logik zu fundieren sucht und ihre Quellen wieder in der Scholastik findet. Vgl. auch unten, Kapitel 10.2 auf Seite 346 ff.

35 Bei Bacon heißt es lediglich: »Wissen und menschliches Können ergänzen sich (...). Die Natur nämlich läßt sich nur durch Gehorsam bändigen«. (Francis Bacon, *Neues Organon* (1620). Lateinisch – deutsch. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Wolfgang Krohn. Bd. 1. Hamburg: Felix Meiner, 1990, Abs. 3; vgl. Wolfgang Krohn, »Einleitung«. In: ebd., S. XVII.)

36 Wolfgang Krohn, »Einleitung« (1620). In: Francis Bacon, *Neues Organon*. Lateinisch – deutsch. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Wolfgang Krohn. Bd. 1. Hamburg: Felix Meiner, 1990, S. IX–XLII, S. IX f.

37 Bezeichnend ist, das in vielen Übersetzungen des *Novum organon* das »sive« verfälschend

doch fehlt bei Bacon, der an den Anfang der Erkenntnis die Induktion setzt, die Reflexion auf die (apriorische) Hypothese im Experiment; sein Empirismus bleibt so auf die Beobachtung beschränkt.

RENÉ DESCARTES³⁸ hingegen begann mit Abstraktion und Deduktion. Er suchte zu beweisen, daß zum Begreifen natürlicher Erscheinungen lediglich die geometrischen Eigenschaften, die vom menschlichen Verstand unmittelbar verstanden werden können (wie Länge, Breite und Tiefe), notwendig sind. Die Welt sollte vollständig durch Mathematik, der Sprache Gottes, beschrieben werden; die Beschreibung der Welt, wie sie uns durch unsere subjektiven Sinneswahrnehmungen zufällt, galt ihm als minderwertig. Alles Seiende teilt sich auf in Objektives und Subjektives, in *res extensae* und *res cogitans*. Der Dualismus zwischen Subjekt und Objekt teilt die Welt in eine Objekt- und eine Gedankenwelt, in Leib und Seele, Körper und Geist.

Gott ist die Primärursache der Natur, und seine Sprache ist die Mathematik; den Dingen selbst kommen von sich aus nur Eigenschaften wie Form und Größe zu. Qualitative Eigenschaften wie Farbe und Geruch dagegen erklärt Descartes aus der Einwirkung der quantitativen Eigenschaften auf unsere Sinnesorgane. Da die Wahrheit unserer Sinnesempfindungen jedoch vollständig in Zweifel gezogen werden kann, ist die mathematische Beschreibung als objektiv gültige der subjektiven vorzuziehen. Die Mathematik erhält die Rolle einer Leitwissenschaft. In der *Mathesis Universalis* ist »alles das enthalten (...), um dessentwillen andere Wissenschaften auch Zweige der Mathematik genannt werden«³⁹, wie er 1628 in den unvollendet gebliebenen *Regeln zur Ausrichtung der Erkenntniskraft* schreibt.

Die Welt ist – da Materie – *res extensa* und vollständig mechanisch zu beschreiben. Insofern der Mensch jedoch ein geistiges Wesen ist, ist er *res cogitans* und hat Teil an der göttlichen Vernunft. Das erst ermöglicht ihm die Einsicht in die Naturprozesse, in die Physik; er vermag Gottes Sprache zu verstehen. Daß er jedoch auch ein körperliches Wesen ist, beschränkt ihn, er wird gleichsam auf die tote, unbeseelte Natur zurückgeworfen, durch die er die Welt wahrnehmen muß. Der Geist des Menschen ist grundsätzlich von derselben Art wie der Gottes, nur daß dieser unendlich ist, jener durch seine Körperlichkeit jedoch notwendig endlich.

Die Vorstellung einer der menschlichen Vernunft entsprechenden Ord-

mit »und« übersetzt wird, als würden zwei getrennte Gegenstände behandelt, anstatt korrekt mit »oder (vielmehr)«, und somit Bacons Utilitarismus, der die Erkenntnis der Natur zum Zwecke ihrer Beherrschung postuliert, geleugnet wird.

38 Auch von Descartes wird erzählt, daß er einen mechanischen Automaten besessen haben soll. Der 1649 konstruierte Automat, den Descartes nach seiner verstorbenen illegitimen Tochter »ma fille Francine« genannt haben soll, habe »dem Leben täuschend ähnlich nachempfundene Bewegungen« vollziehen können. Auf einer Seereise sei der Automat zufällig von einem Kapitän entdeckt worden, der ihn verängstigt und voller Abscheu über Bord geworfen habe. (Daniel Crevier, *Eine schöne neue Welt? Die aufregende Geschichte der künstlichen Intelligenz*. Düsseldorf, Wien und New York: Econ, 1994, S. 16.)

39 Zitiert nach Tom Sorell, *Descartes*. Freiburg i. Br., Basel und Wien: Herder, o. J. (1999), S. 24.

nung der objektiven Welt, die sich in mathematischen Gesetzen ausdrücken läßt, schreibt diese intellegible Ordnung in die Dinge selbst ein. Descartes benötigt für seine epistemologische Begründung der modernen Naturwissenschaft den Rückgriff auf einen Gott, der Anfangsgrund der natürlichen Welt ist, diese organisiert hat und an dessen Wesen wir vermöge unserer Vernunftfähigkeit teilhaben.⁴⁰ Dieser Rückgriff ist freilich selbst nicht mehr mit der Methode der experimentellen Wissenschaft möglich. Descartes rehabilitiert die Vernunft nach ihrer vorherigen Zerrümmung durch einen methodischen radikalen Zweifel im Rahmen einer deduktiven Erkenntnismetaphysik. Er führt in seinen *Meditationes* daher zwei Gottesbeweise an, die beide aus der Idee eines unendlichen unabhängigen, allweisen, und allmächtigen Wesens auf dessen Existenz schließen.

Die prinzipielle Möglichkeit des Skeptizismus, sich bis in einen radikalen Solipsismus, der die Existenz einer äußeren Welt als nicht beweisbar leugnet, hineinzusteigern – die Möglichkeit also, daß die Vernunft sich in Widersprüche verstricken kann und sich potentiell »durch ihre eignen Waffen so unerbittlich getroffen«⁴¹ niederstrecken vermag –, verlangt nach BLAISE PASCAL, daß die Vernunft ihre Ohnmacht und ihr nur begrenztes Vermögen anerkenne. Das Christentum stellt bei Pascal ein Korrektiv zur Wissenschaft dar, indem es dem modernen Menschen den notwendigen Halt zu geben vermag. Gott wird als Konstitutiv und Desiderat der menschlichen Suchbewegungen verstanden. Die Vernunft hingegen muß sich ihrer eigenen Relativität bewußt werden, Pascal fordert von ihr eine demütige Haltung. Obwohl auch Pascal auf einen Gott zurückgreift, und, da er die Gotteserfahrung als wesentlich mystisch befreift, zudem dem Irrationalismus tendenziell Vorschub leistet, stellt er in seiner Philosophie doch den Menschen als erkennendes Subjekt in den Mittelpunkt: »Alle Erkenntnisvermögen finden ihre Einheit in dem Umstand, daß sie aus einer Quelle, dem Menschen, hervorgegangen sind und hervorgehen.«⁴²

Der Materialismus jener Zeit hingegen sucht den Menschen immer weiter aus der Welt zu bannen. »Der Materialismus wird *menschenfeindlich*«⁴³, schreibt Marx; Horkheimer spricht von einer »Entmenschlichung des Denkens«: »Die grundlegenden Ideale und Begriffe der rationalistischen Metaphysik waren verwurzelt im Begriff des allgemein Menschli-

40 Dieses Problem der Anfangsbegründung der Vernunft findet seine Wiederkehr im Problem der axiomatischen Grundlegung eines formalen Systems. Jedes formale System braucht zu seiner Definition Axiome. Aus ihnen heraus kann das gesamte formale System deduziert werden, sie selbst lassen sich jedoch nicht weiter logisch innerhalb des Systems herleiten, sondern sind gesetzt und müssen außerhalb der Logik des Systems begründet werden.

41 Zitiert nach Eduard Zwierlein, *Blaise Pascal zur Einführung*. Hamburg: Junius, 1996, S. 27. Ebd., S. 56.

43 Friedrich Engels und Karl Marx, *Die Heilige Familie, oder Kritik der kritischen Kritik. Gegen Bruno Bauer & Consorten* (1844/45). In: Karl Marx, *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 379–401, S. 392.

chen, der Menschheit, und ihre Formalisierung impliziert, daß sie von ihrem menschlichen Inhalt abgelöst sind.«⁴⁴

PIERRE GASSENDI vertrat eine monistisch-materialistische Weltanschauung und wandte sich gegen den Dualismus Descartes wie auch gegen dessen Gottesbeweis. Erkenntnistheoretisch ein früher Sensualist, entwickelte er anknüpfend an die Atomlehre Epikurs eine Theorie vom Aufbau der Materie aus empfindungsfähigen Atomen mit innerem Bewegungsantrieb, die mechanistisch den Eindruck der Außenwelt auf die Sinne erklären sollten. Wissenschaftshistorisch bedeutsam sind unter anderem seine Formulierung des Trägheitsprinzips in seiner heute gültigen Form, die – zusammen mit Mersenne – Bestimmung der Schallgeschwindigkeit, die Bestätigung der Existenz des Vakuums durch das Barometer sowie die erstmalige Formulierung des Energieerhaltungssatzes: »In der Welt bleibt stets die gleiche Kraft.«

THOMAS HOBBS, der kurzzeitig Sekretär von Francis Bacon war (aber nicht dessen Methodik übernahm – Euklids Geometrie galt ihm als Muster aller Wissenschaft), lehnte ebenfalls Descartes' Gottesbeweis als nicht überzeugend ab, und an die Stelle des Dualismus von *res extensa* und *res cogitans* setzte auch er einen materialistischen Monismus. Dabei ging Hobbes ähnlich wie Descartes davon aus, daß die Gegenstände der menschlichen Wahrnehmung nicht denen der äußeren Welt entsprechen. In seinen 1640 erschienenen *Elements of Law* (deutsch: *Naturrecht und allgemeines Staatsrecht in den Anfangsgründen*) schreibt er, »daß alle Akzidenzien oder Qualitäten, mögen unsere Sinne uns immer denken lassen, daß sie in der Welt vorhanden seien, in Wahrheit nicht darin sind, sondern nur scheinbar und als Erscheinungen: die Dinge, die es wirklich in der Welt außer uns gibt, sind jene Bewegungen, durch welche die Erscheinungen verursacht werden.«⁴⁵ Diese Bewegungen sind es aber, die uns die Existenz einer Welt außer uns beweisen. Während Descartes' Skeptiker ausschließlich in die kontemplative Betrachtung seines Selbst versunken war, räsoniert Hobbes über die Wahrheit der Wahrnehmungen des sich mit der Welt auseinandersetzen Menschen. In unseren Gedanken erfahren wir das Moment der Bewegung, auch erscheint uns die Welt als bewegte. Einbildung entsteht aber »durch die Bewegung der inneren Teile des menschlichen Körpers«⁴⁶. Da jede Veränderung der Ausgangsposition eines Körpers nur durch eine äußere Ursache erklärt werden könne – Leibniz formulierte dieses Argument später als *Prinzip des zureichenden Grundes* –, ist Bewegung in der äußeren Welt. Selbstbewegung galt Hobbes als unvorstellbar. Auch die bewegten Gedanken des Menschen bedürfen eines Ursprungs in einer äußeren, das heißt mate-

44 Max Horkheimer, *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft* (1947/1967). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 6: *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft und Notizen 1949–1969*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1991, S. 19–186, S. 46.

45 Zitiert nach Richard Tuck, *Hobbes*. Freiburg i. Br., Basel und Wien: Herder, 1999, S. 69.

46 Thomas Hobbes, *Leviathan oder Stoff, Form und Gewalt eines bürgerlichen und kirchlichen Staates* (1651). Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Iring Fetscher. Frankfurt am Main, Berlin und Wien: Ullstein, 1976, S. 15.

riellen Ursache.⁴⁷ Hobbes führt so auch das Denken auf die *res extensa*, die Materie, zurück.

Das Handeln des Menschen ist utilitaristisch, ebenso sein Denken. Hobbes unterscheidet zwei Arten von Gedankengängen, von denen die erste Art auch bei Tieren vorzufinden, die zweite jedoch genuin menschlich ist. Während die erste etwa bei Empfindung des Geruchs von Eßbarem nach Nahrung Ausschau halten läßt, klopft die zweite bei jedem vorgefundenen Phänomen dessen Verwendbarkeit in Hinblick auf die Herbeiführung eines gewünschten Zustands ab, mithin die Tauglichkeit des Phänomens, als Werkzeug zu dienen. »Denn die Gedanken sind gleichsam die Kundschafter und Spione der Wünsche, die das Gelände erkunden und den Weg zu den gewünschten Dingen finden sollen – alle Beständigkeit und Schnelligkeit der Bewegung des Geistes rühren daher.«⁴⁸

Hobbes zeichnet ein Bild vom Menschen als einer Maschine, und er gibt deren Funktionsprinzipien an. Denken ist für Hobbes im wesentlichen Kalkulation, es geht in einem mathematischen Rechenakt vollständig auf: »*Denken* heißt nichts anderes als sich eine Gesamtsumme durch *Addition* von Teilen oder einen Rest durch *Subtraktion* einer Summe von einer anderen vorzustellen. (...) Diese Rechnungsarten sind nicht nur Zahlen eigen, sondern allen Arten von Dingen, die zusammengezählt oder auseinander entnommen werden können. Denn wie die Arithmetiker lehren, mit *Zahlen* zu addieren und zu subtrahieren, so lehren dies die Geometriker mit *Linien*, festen und künstlichen *Figuren*, *Winkeln*, *Proportionen*, *Zeiten*, Graden von *Geschwindigkeit*, *Kraft*, *Stärke* und Ähnlichem. Dasselbe lehren die Logiker mit *Folgen aus Wörtern*, indem sie zwei *Namen* zusammenzählen, um eine *Behauptung* aufzustellen, zwei *Behauptungen*, um einen *Syllogismus* zu bilden, viele *Syllogismen*, um einen *Beweis* zu führen, und von der *Summe* oder *Schlußfolgerung* aus einem *Syllogismus* ziehen sie eine *Aussage* ab, um die anderen zu finden. Schriftsteller, die über Politik schreiben, addieren *Verträge*, um die Pflichten der Menschen zu finden, und Richter *Gesetze* und *Tatsachen*, um herauszufinden, was bei Handlungen von Privatleuten *recht* und was *unrecht* ist. Kurz: Wo *Addition* und *Subtraktion* am Platze sind, da ist auch *Vernunft* am Platze, und wo sie nicht am Platze sind, hat *Vernunft* überhaupt nichts zu suchen.«⁴⁹

Wenn Sprache in Mathematik aufgeht, dann ist sie im Ideal ein- und nicht mehrdeutig, besteht eine ein-eindeutige Isomorphie zwischen Bezeichner und Bezeichnetem. Das Vorbild aller Wissenschaft entdeckt er denn auch in Euklids Geometrie, die ein komplettes formales System aus fünf Axiomen deduziert. Ein Denken innerhalb eines formalen Systems

47 Da das Prinzip des zureichenden Grundes die Existenz einer äußeren Welt voraussetzt, kann es nicht zugleich deren Existenz begründen. Der Hobbes'sche Materialismus ist also gesetzt und nicht begründet.

48 Hobbes (s. Anm. 46), S. 56. – Entsprechend gibt Hobbes seinen Lesern als allgemeine Lebensregel mit auf den Weg: »Bedenke bei all deinen Handlungen immer wieder das, was du haben möchtest, da dies das Ding ist, das alle deine Handlungen lenkt, auf dem es zu erreichen ist.« (Ebd., S. 20.)

49 Ebd., S. 32.

aber ist notwendig binär, es bleibt vollständig in der Dichotomie Wahr/Falsch befangen: »Spielt sich das Denken allein im Geiste ab, so besteht es in abwechselnden Gedanken, ein Ding werde sein oder werde nicht sein, oder es sei oder sei nicht gewesen.«⁵⁰

Hobbes' Mensch ist ein Automat, eine Maschine, die sich bloß utilitaristisch zu ihrer Umwelt verhält; auch ihr Denken trägt mechanischen Charakter. Das 6. Kapitel seines *Leviathan*, »Von den inneren Anfängen der willentlichen Bewegungen, die man gewöhnlich Leidenschaften nennt, und den Ausdrücken, womit sie bezeichnet werden«, liest sich wie eine Anleitung zur Konstruktion einer artifiziellen Intelligenz. Mechanisch wird Schritt für Schritt erklärt, aus welcher Ursache in welchem Kontext welche Empfindung als neuer Geisteszustand hervorgehen soll. Da alle Menschen nach den gleichen Funktionsprinzipien gebaut sind, ergibt sich eine prinzipielle Gleichheit oder Universalität des menschlichen Verstands: »Denn alle Menschen denken von Natur aus gleich und gut, wenn sie gute Prinzipien haben.«⁵¹

Aus der geistigen Gleichheit entsteht eine »Gleichheit der Hoffnung, unsere Absichten erreichen zu können.«⁵² Da jedoch unsere Absichten stets auf knappe Güter gerichtet, also egoistischer Natur sind, entsteht Feindschaft zwischen den Einzelnen, die stets um ihr Leben und Eigentum bangen müssen. Jeder Mensch ist aber allen anderen auch darin gleich, daß er jeden anderen Menschen zu fürchten hat: »Denn was die Körperstärke betrifft, so ist der Schwächste stark genug, den Stärksten zu töten – entweder durch Hinterlist oder durch ein Bündnis mit anderen, die sich in derselben Gefahr befinden.«⁵³

Aus der prinzipiellen Egalität der Menschen erwächst also nicht die naturrechtlich begründete Gemeinschaft der Gleichen, sondern der permanente Krieg eines jeden gegen jeden. »Und wegen dieses gegenseitigen Mißtrauens gibt es für niemand einen anderen Weg, sich selbst zu sichern, der so vernünftig wäre wie Vorbeugung, das heißt, mit Gewalt oder List nach Kräften jedermann zu unterwerfen, und zwar so lange, bis er keine andere Macht mehr sieht, die groß genug wäre, ihn zu gefährden. Und dies ist nicht mehr, als seine Selbstverteidigung erfordert und allgemein erlaubt.«⁵⁴ Zwar hat sich jedermann um Frieden zu bemühen, muß sich jedoch zugleich selbst verteidigen. Da der vereinzelt Einzelne alle anderen Einzelnen fürchten muß, ist der Naturzustand der Kriegszustand und ein gesellschaftliches Zusammenleben unmöglich, »wenn es keine Macht gibt, die dazu in der Lage ist, sie alle einzuschüchtern.«⁵⁵

50 Hobbes (s. Anm. 46), S. 49.

51 Hobbes (s. Anm. 46), S. 36. – Allerdings ist lediglich die Fähigkeit zur Vernunft angeboren, nicht die Vernunft selbst, die auf der Aneignung der richtigen, das heißt vernunftmäßigen Methoden beruht. Der kindliche Geist ist in dieser Hinsicht ein unbeschriebenes Blatt: »Deshalb besitzen Kinder überhaupt keine Vernunft, solange sie nicht sprechen können.« (Ebd.)

52 Ebd., S. 94 f.

53 Ebd., S. 94.

54 Ebd., S. 95.

55 Ebd.

Der Frieden ist nur herstellbar mittels einer Staatsgewalt, die stark genug ist, den Einzelnen autoritär zu unterjochen. So begründet Hobbes den autoritären Staat, den *Leviathan*. In der Bibel heißt es im 41. Kapitel des Buch Hiob über den Leviathan: »Auf Erden ist seinesgleichen niemand; er ist gemacht, ohne Furcht zu sein.«⁵⁶ Hobbes zeichnet vom Staat das Bild eines sterblichen Gottes, der mit absoluter Macht ausgezeichnet ist. Dieser sterbliche Gott ist aber vom Menschen erschaffen, ist ein Automat, eine Maschine, die *Megamaschine*. Die vereinzelt Einzelnen, die sich im permanenten Kriegszustand befinden, übertragen ihr Recht, zum Zwecke der Selbsterhaltung in rationaler Weise von ihrer eigenen Urteilskraft Gebrauch zu machen, auf einen einzigen, den Souverän. Dies kann als Akt der Arbeitsteilung begriffen werden.

Hobbes leitet den *Leviathan* mit den folgenden Sätzen ein, die deutlich den mechanistischen Ursprung seiner politischen Theorie zeigen: »Die *Natur* (das ist die Kunst, mit der Gott die Welt gemacht hat und lenkt) wird durch die *Kunst* des Menschen wie in vielen anderen Dingen so auch darin nachgeahmt, daß sie ein künstliches Tier herstellen kann. Denn da das Leben nur eine Bewegung der Glieder ist, die innerhalb eines besonders wichtigen Teils beginnt – warum sollten wir dann nicht sagen, alle *Automaten* (Maschinen, die sich selbst durch Federn und Räder bewegen, wie eine Uhr) hätten ein künstliches Leben? Denn was ist das *Herz*, wenn nicht eine *Feder*, was sind die *Nerven*, wenn nicht viele *Stränge*, und was die *Gelenke*, wenn nicht viele *Räder*, die den gesamten Körper so in Bewegung setzen, wie es vom Künstler beabsichtigt wurde? Die *Kunst* geht noch weiter, indem sie auch jenes vernünftige, hervorragendste Werk der Natur nachahmt, den *Menschen*. Denn durch Kunst wird jener große *Leviathan* geschaffen, genannt *Gemeinwesen* oder *Staat*, auf lateinisch *civitas*, der nicht anderes ist als ein künstlicher Mensch, wenn auch von größerer Gestalt und Stärke als der natürliche, zu dessen Schutz und Verteidigung er erdacht wurde.«⁵⁷

ROBERT BOYLES Schrift *The Sceptical Chemist* von 1661 gilt als Wendepunkt in der Geschichte der Chemie, als Ausgang aus der mystizistischen Alchemie. Chemie galt ihm als die Wissenschaft von der Zusammensetzung der Substanzen. Den Giften schrieb er nicht mehr ihre Wirkung (also etwa Schweiß zu treiben, zu betäuben etc.) als Eigenschaft an sich ein, sondern erklärt diese aus dem Zusammentreffen des Stoffs mit dem Organismus. Dadurch, daß er wichtige Funde stets anderen Wissenschaftlern zur Anschauung vorlegte, fügte er zum Experiment die Überprüfbarkeit hinzu.⁵⁸ In seiner Abhandlung *Some Considerations touching the Usefulness of Experimental Natural Philosophy* von 1663 vergleicht er das Universum mit dem Mechanismus der Uhr im Straßburger Münster: Das Weltall gilt ihm als großer, sich nach festen Gesetzen bewegender Mechanismus. Die Teleologie ist im Mechanismus begründet.

56 Vgl. ebd., S. 244.

57 Ebd., S. 5.

58 Für den Zusammenschluß der Forscher zu einer organisierten Scientific Community spielt auch die Entstehung von Gelehrtenvereinigungen wie der englischen *Royal Society*, deren Gründungsmitglied Boyle war, eine zentrale Rolle.

ISAAC NEWTONS 1687 veröffentlichte *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* legte den Grundstein der klassischen Mechanik. Newton entwickelt hier die Theorie von der universellen Gravitation und der Bewegungsgesetze, stellt also den Begründungszusammenhang zwischen dem Galileischen Fallgesetz und den Keplerschen Gesetzen von den elliptischen Planetenbahnen her. Warum fällt der Apfel zur Erde, der Mond hingegen nicht? Die Frage erweist sich als von falschen Voraussetzungen ausgehend, denn auch der Mond fällt gegen die Erde, bewegt sich jedoch zugleich geradlinig in Richtung der Tangente. Die Zusammenwirkung beider Kräfte bewirkt das Umlaufen.

Die mit der Vorstellung der Gravitation verbundene *Fernwirkung* galt zu dieser Zeit jedoch als undenkbar, und Newton stellte lediglich das mathematische Gesetz auf, das er jedoch eben nicht im Sinne der damaligen Physik zu erklären vermochte, was ihm den Vorwurf der Wiedereinführung der »verborgen Qualitäten« (*qualitates occultae*) der Scholastik einbrachte. Auch er selbst begriff das als schweres Manko seiner Theorie. So schrieb er 1693 in einem berühmt gewordenen Brief an Richard Bentley, die Vorstellung, die Gravitation solle eine angeborene, inhärente und wesentliche Eigenschaft der Materie sein, so daß ein Körper auf einen anderen über eine Entfernung durch Vakuum hindurch und ohne die Vermittlung von etwas Sonstigem wirke, sei für ihn derart absurd, daß kein Mensch, der eine in philosophischen Dingen geschulte Denkfähigkeit habe, sich dem jemals anschließen könne: »It is unconceivable that inanimate brute matter should (without the mediation of something else which is not material) operate upon and affect other matter without mutual contact (...). That gravity should be innate inherent and essential to matter so that one body may act upon another at a distance through a vacuum without the mediation of any thing else by and through which their action or force may be conveyed from one to another is to me so great an absurdity that I believe no man who has in philosophical matters any competent faculty of thinking can ever fall into it.«⁵⁹ Die Akzeptanz der Absurdität führte zu einem Paradigmawechsel der Physik: An die Stelle einer materiellen Ursache trat das mathematische Gesetz als physikalische Ursache.

8.2.4 Das Zeitalter der Aufklärung

Newton und Boyle standen in engem Kontakt mit JOHN LOCKE. Locke, praktischer Arzt, wird 1668 Mitglied der Royal Society. Er gilt als Begründer des Empirismus und der Erkenntniskritik der Aufklärung, doch auch seine politischen Schriften hatten großen Einfluß auf die Philosophie der Aufklärung; seine Staatstheorie prägt bis heute den Demokratiebegriff des repräsentativen Parlamentarismus.

Lockes Erkenntniskritik ist die des »aufgeklärten gesunden Menschen-

59 Isaac Newton, "Four Letters to Richard Bentley †". In: *Newton. Texts, Backgrounds, Commentaries*. Ed. by I. Bernhard Cohen and Richard S. Westfall. New York and London: Norton, 1995, pp. 330–339, S. 336 f.

verstandes«⁶⁰. Grundlage aller Erkenntnis seien die Sinneseindrücke, die durch Vernunft und Argumentationsfähigkeit zu Schlüssen verarbeitet würden, wie Locke in seinen *Essays on the Law of Nature* 1663/64 ausführt. Der Geist sei zunächst leer wie ein unbeschriebenes Blatt – Locke verwendet in seinem philosophischen Hauptwerk *An Essay Concerning Human Understanding* (1689) die Metapher des unbedruckten Papiers: »Wir wollen also annehmen, der Geist sei, wie man sagt, ein unbeschriebenes Blatt ohne alle Eindrücke, frei von allen Ideen; wie werden ihm diese dann zugeführt? Wie gelangt er zu dem gewaltigen Vorrat von Ideen, womit ihn die geschäftige Phantasie des Menschen, die keine Schranken kennt, in nahezu unendlicher Mannigfaltigkeit beschrieben hat? Von wo hat er das gesamte *Material* für sein Denken und Erkennen? Ich antworte darauf mit einem einzigen Wort: aus der *Erfahrung*. Sie liegt unserem gesamten Wissen zu Grunde; aus ihr leitet es sich letzten Endes her. Unsere Beobachtung, die entweder auf äußere, sinnliche Objekte gerichtet ist, oder auf innere Bewußtseinsvorgänge, die wir wahrnehmen, und über die wir reflektieren, liefert unserem Verstand das gesamte *Material* des Denkens. Dies sind die beiden Quellen der Erkenntnis, aus denen alle Ideen entspringen, die wir haben oder naturgemäß haben können.«⁶¹ Neben der Metapher leerer Tafeln, *tabulae rasae*, verwendet er noch weitere mechanistische Bilder, um den erworbenen Charakter der Seele darzustellen: Der kindliche Geist sei zunächst ein »dunkler Raum«, in den schließlich Luft falle, bzw. ein »leeres Zimmer«, das mit Material ausgestattet wird. Das erworbene Wissen sei ein »Lagerhaus« oder ein »Vorrat«, die in unserem Geist eingerichtet würden.⁶²

Zwar sei die Existenz realer Dinge in der Außenwelt gegenüber einem Vertreter eines radikalen Solipsismus nicht zu beweisen, doch praktisch gewiß. Für die praktischen Lebensbedürfnisse der Menschen sei es zudem meist gleichgültig, ob diese über exakt definierte Begriffe und eine gesicherte Erkenntnis verfügten. Es reiche aus, daß sie erkannten, ob ihnen die Dinge nützten oder schaden. Locke ist Utilitarist, der Erfolg wird zum Kriterium der Wahrheit.

Alle menschliche Erkenntnis stamme aus der Erfahrung, die Locke in *äußere Erfahrung* (»sensation«) und *innere* (»reflection«) differenziert. Erstere ist die sinnliche Wahrnehmung der Körper der Außenwelt, letztere die Wahrnehmung der Operationen des Geistes bei deren Verarbeitung – eben Reflexion. »Rechenschaft über die Operationen des Geistes beim Denken«⁶³ abzulegen bemüht sich Locke, und dieser Versuch nimmt bei ihm die Form eines streng nach mathematischen Mustern zusammengesetzten Schematismus des Erkenntnisprozesses an. Er sucht der »natürlichen Ordnung der verbindenden Ideen«⁶⁴ nachzugehen. *Einfa-*

60 Walter Euchner, *John Locke zur Einführung*. Hamburg: Junius, 1996, S. 7.

61 Zitiert nach Hans Hahn, »Logik, Mathematik und Naturerkennen« (1933). In: *Einheitswissenschaft*. Hrsg. von Joachim Schulte und Brian McGuinness. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1992, S. 57–89, S. 61 f., Anm.

62 Vgl. Euchner (s. Anm. 60), S. 31.

63 Zitiert nach ebd., S. 30.

64 Zitiert nach ebd., S. 42.

che Ideen, die rein passiv aus der unmittelbaren Sinneswahrnehmung gegeben sind, werden durch aktive Kombination und Vergleich zu *komplexen Ideen* zusammengefügt. Ferner unterscheidet Locke zwei verschiedene Klassen von Modi: einfache und komplexe Modi. Zu den *einfachen Modi* gehören viele Grundbegriffe der Naturerkenntnis; so impliziere die einfache Idee »Raum« beispielsweise Distanz, Unendlichkeit, Gestalt etc. *Komplexe Modi*, die von den komplexen Ideen herrühren, sind Artefakte und somit einer erhöhten Gefahr des Irrtums unterworfen. Die Kombination komplexer und einfacher Ideen und Modi führe zu Theoriekomplexen, die Locke *gemischte Modi* nennt. *Relationen* vermöchten das Verhältnis verschiedener Ideen zueinander ausdrücken; *Substanzen* schließlich seien Ideen über die Grundlagen der Körper der Außenwelt. Diese erwiesen sich bei näherer Betrachtung als so kompliziert, daß sie nur durch komplexe Ideen ausgedrückt werden könnten. Doch die so gefundenen Allgemeinbegriffe drückten nichts Reales aus, sondern seien vom Menschen gefundenen Ordnungsbegriffe: Locke ist Nominalist. Als bloße Konstrukte im menschlichen Geist könnten die Begriffe auch nicht falsch sein, erst wenn sie zu Sätzen oder Aussagen kombiniert würden und eine Isomorphie zur Realwelt behaupteten, stelle sich die Frage nach Wahrheit oder Falschheit. Reine Ideen hingegen seien unabhängig von einer Entsprechung in der Außenwelt: Die Lehrsätze über das Dreieck seien ungeachtet der realen Existenz von Dreiecken wahr.

In Anlehnung an Robert Boyle führt Locke die Unterscheidung zwischen primären und sekundären Qualitäten der Dinge ein. *Primäre Qualitäten* seien untrennbar mit einem Körper verbunden und existierten unabhängig vom Menschen und seiner Erfahrung. *Sekundäre Qualitäten* hingegen kämen erst durch Einwirken von Kräften eines Dings auf ein anderes zustande. Im Falle des Einwirkens eines Gegenstandes auf einen von uns getrennten, etwa der Sonne auf Wachs, würde die Beobachtung (im Beispiel: das Schmelzen des Wachses) von uns intuitiv als Kraft erkannt. Im Falle des Einwirkens auf unsere eigene Wahrnehmung hingegen würden wir dazu tendieren, die erzeugte Wirkung wieder in das Objekt zurückzuprojizieren: Licht und Wärme der Sonne, Süße des Manna, etc.

Die Fähigkeit zu denken und die Organisation unsere Erkenntnis verdanken wir Gott, der der ausschließliche Urheber des menschlichen Denkvermögens ist. Ohne sich aber explizit festzulegen, gibt Locke gegen den Descartes'schen Dualismus zu bedenken, daß Gott sehr wohl in seiner Allmacht denkende Materiesysteme erschaffen haben könnte. Lockes Vorstellung einer »denkenden Materie« wird später von den französischen Materialisten aufgenommen werden.

Ausgehend von diesen erkenntnistheoretischen Prämissen entwickelt Locke nun seine Moral- und Staatstheorie. Moralische Ideen sind gemischte Modi, deren eigentümliches Feld weniger die reale Welt als vielmehr das Denken sei. Da sie also nicht auf die möglicherweise trügerische Sinneserfahrung angewiesen, sondern rein durch unser Denken geschaffene Archetypen seien, sei es möglich, moralische Aussagesysteme nach Art

der Mathematik zu bilden. Locke suchte die Moral als exakte Wissenschaft nach dem Vorbild der Mathematik einzurichten. Auch der Gottesbeweis sei nach mathematischem Vorbild zu führen.

In der politischen Theorie ist Locke wie Hobbes Naturrechtler. Er verfährt im rationalistischen Stil seiner Zeit, das heißt er sucht komplexe Phänomene reduktionistisch in ihre einzelnen Elemente zu zerlegen. Analog dem Vorbild der zeitgenössischen Physik, die sämtliche Phänomene auf die Bewegung und das Aufeinanderstoßen von Körpern zurückführte, sucht Lockes Sozialvertrag die Gesellschaft in einem herrschaftsfreien Raum zu konstruieren. Das ist der Naturzustand, und ähnlich wie bei Hobbes geht dieser notwendig in den Kriegszustand über. Doch anders als bei diesem übertragen die vereinzelt Einzelnen ihr Selbstverteidigungsrecht nicht einem übermächtigen und furchtbaren sterblichen Gott, sondern schließen sich mit anderen zu einer Gemeinschaft zusammen, um ihr Eigentum besser schützen zu können. Damit einher geht zwar wie bei Hobbes der Verzicht auf die individuelle Ausübung des Rechts auf Selbsterhaltung, doch geht laut Locke mit diesem Rechtsverzicht das Entstehen einer neuen, bürgerlichen Freiheit einher. Hierauf aufbauend entwickelt er eine Theorie des konstitutionellen Verfassungsstaats, die ihre Niederschläge von der amerikanischen Unabhängigkeitserklärung von 1776, über den französischen Verfassungsentwurf von 1791 und bis in den Grundrechtsteil des bundesrepublikanischen Grundgesetzes findet. Kern seiner politischen Theorie bildet jedoch seine Auffassung vom Menschen als nutzenmaximierendem Individuum.

Auch DAVID HUME vertrat einen sensualistischen Empirismus. 1739/40 erscheint sein dreibändiger *A Treatise of Human Nature*, von dessen I. bzw. III. Band die beiden späteren Veröffentlichungen *Enquiry Concerning Human Understanding* (1748) und *An Enquiry concerning the Principles of Moral* (1751) gekürzte und stilistisch überarbeitete Fassungen sind. Mit Diderot, d'Alembert, Helvétius und Rousseau hatte er in seiner Zeit als Botschaftssekretär engen Kontakt.

Alle Erkenntnis beginnt laut Hume mit Wahrnehmung (»impressions«), und Vorstellungen (»ideas«) seien verblaßte, durch Erinnerung oder Einbildung hervorgerufene Abbilder der ursprünglichen sinnlichen Eindrücke. Mit Hilfe von Wahrnehmung und Erinnerung eigne sich der Mensch die Wirklichkeit erkennend an. Mit dem aus der Erfahrung gewonnenen Stoff operiere das Denken, allgemeine Ideen entstünden durch Verallgemeinerung von miteinander verknüpften Vorstellungen. Gegenstand der menschlichen Erkenntnis könnte nur der quantitative Vergleich von empirisch gewonnenen Qualitäten sein, alles andere wird als Aberglaube verworfen. So heißt es im *Enquiry Concerning Human Understanding*: »Wie mir scheint, sind die einzigen Gegenstände der abstrakten oder demonstrativen Wissenschaften Größe und Zahl. (...) Alle übrigen Untersuchungen der Menschen beziehen sich nur auf Tatsachen und Existenz, und diese sind augenscheinlich einer Demonstration nicht zugänglich. (...) Sehen wir, von diesen Grundsätzen erfüllt, die Bibliotheken durch, wie müßten wir dann hier aufräumen? Nehmen wir z. B.

ein theologisches oder metaphysisches Buch zur Hand, so müßten wir fragen: enthält es eine abstrakte Untersuchung über Größe und Zahl? Nein. Enthält es erfahrungsgemäße Erörterungen über Tatsachen und Existenz? Nein. So übergebe man es den Flammen, denn es kann nur sophistische Täuschungen enthalten!«⁶⁵

Auch das Kausalitätsprinzip sei eine letztlich aus Erfahrung gewonnene allgemeine Idee, denn rein rational sei das induktive Verfahren, von empirisch festgestellten, letztlich singulären Ereignissen auf eine allgemeine Gesetzmäßigkeit zu schließen, nicht zu rechtfertigen. Das Kausalitätsprinzip entstehe also aus Gewohnheit – und weil seine Anwendung nütze.

Auch die Moral des Menschen müsse aus der Erfahrung abgeleitet werden, sie sei auf Empfindung, nicht auf Wissen gegründet. Aus der bloßen Existenz von Moralvorschriften könne keinesfalls ihre Richtigkeit abgeleitet werden: »Aus dem Sein folgt kein Sollen.« Auch der moralische Wert einer Eigenschaft bemesse sich an ihrer Nützlichkeit – bei Hume folgt also auch die Ethik utilitaristischen Prinzipien.

Empiriker durch und durch war der Arzt JULIEN OFFRAY DE LA METTRIE, der in seiner 1747 erschienenen Schrift *L'homme machine* alle Erkenntnis auf die Erfahrung der materiellen Welt beschränkte: »Eins von beiden: Entweder ist alles Illusion, die Natur sowohl als die Offenbarung, oder die Erfahrung allein kann uns Aufschluß über den Glauben geben.«⁶⁶ La Mettries Theorien waren derart radikal, daß er selbst noch in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vom Neukantianer Friedrich Albert Lange als »der schlimmste der französischen Materialisten« bezeichnet wird.⁶⁷ Von seinen Zeitgenossen wurde er erst recht abgelehnt. Ging von Descartes die mechanistische Naturbetrachtung aus, insofern dieser an alle natürlichen Phänomene den Maßstab der Zahl und der geometrischen Figur angelegt, mithin also den Naturvorgängen den Stempel des Materialismus aufgedrückt hatte, so vollendete La Mettrie den Materialismus. Insofern sah sich La Mettrie auch in der Nachfolge Descartes', dessen Dualismus er jedoch entschieden ablehnte. Geist sei nichts als eine Funktion der organisierten Materie. Der Mensch sei eine Maschine, und zwar »eine so komplizierte Maschine, daß es unmöglich ist, sich zunächst eine klare Idee von ihr zu bilden und sie dann entsprechend zu definieren. Vergeblich waren deshalb alle Forschungen, welche

65 Zitiert nach Rudolf Carnap, »Die Aufgabe der Wissenschaftslogik« (1934). In: *Einheitswissenschaft*. Hrsg. von Joachim Schulte und Brian McGuinness. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1992, S. 90–117, S. 106 f. – Dieser totalitäre Glaube an Mathematik und Mechanik erinnert an die Legende, nach der der Kalif Omar ibn al-Khattab nach der Eroberung Alexandrias 642 die Vernichtung aller Werke der Bibliothek von Alexandria befohlen habe: entweder wiederholten sie nur das, was im Koran stünde, oder sie enthielten Unwahrheiten. An die Stelle des Koran tritt hier das Glaubensbekenntnis an Mathematik und Mechanik.

66 Julien Offray de La Mettrie, *Der Mensch eine Maschine* (1747). Stuttgart: Reclam jun., 2001, S. 20.

67 Friedrich Albert Lange, *Geschichte des Materialismus und Kritik seiner Bedeutung in der Gegenwart* (1873). Zwei Bände. Erstes Buch: Geschichte des Materialismus bis auf Kant. Zweites Buch: Geschichte des Materialismus seit Kant. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1974.

die größten Philosophen *a priori* unternahmen, das heißt in der Absicht, sich hierbei gewissermaßen der Schwingen des Geistes zu bedienen. So kann man nur *a posteriori*, indem man nur die Seele gleichsam in den Organen des Körpers zu erkennen sucht, die Natur des Menschen selbst entdecken, wenn auch nicht mit untrüglicher Gewißheit, so doch zumindest mit dem höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit, der in dieser Beziehung möglich ist.«⁶⁸

Erkenntnistheoretisch fällt La Mettrie hinter die Sensualisten und den englischen Materialismus zurück, da er – strikt in der mechanistischen Metapher gefangen – die Abbildung der Dinge im Denken als Widerspiegelung faßt: »Die Urteilskraft, das vernünftige Denken, das Gedächtnis sind also nur Teile der Seele, die keinesfalls absolut sind, sondern eigentlich nur Modifikationen jener Art von *Markgewebe*, auf das die im Auge abgebildeten Gegenstände wie von einer *Laterna magica* zurückgeworfen werden.«⁶⁹

La Mettries Materialismus ist nicht mehr im engeren Sinne philosophisch, er verzichtet auf jede metaphysische Erklärung des Erkenntnisvermögens, sondern setzt dieses einfach voraus; zudem vertritt La Mettrie erkenntnistheoretisch eine simple Abbildtheorie. Es ist der Blick des modernen Arztes, der auf den Menschen gerichtet diesen zum Gegenstand der Naturwissenschaften macht. Sein Wissen vom Menschen ist positives, in Form von Hypothesen vorgebracht, immer unter dem Vorbehalt, daß es dem prozeßhaften Fortgang der empirisch-naturwissenschaftlichen Wahrheitsfindung unterliegt und durch diesen stetig überprüft wird. Aus der Perspektive der historischen Rückschau betrachtet, besteht sein Beitrag denn vornehmlich auch darin, den ganzen Menschen überhaupt als Gegenstand der Naturwissenschaften behandelt zu haben – und damit auch das menschliche Denken und Fühlen. Was uns heute als selbstverständlich erscheint, war es zu Zeiten La Mettries keinesfalls. Zahlreiche Implikationen seines Denkens sind aber auch und gerade heute kritisierbar – etwa, daß sich sämtliche seelischen und geistigen Zustände eines Menschen aus der Kenntnis seiner körperlichen Zustände herleiten und erklären ließen. Dieses Paradigma beherrscht bis heute den Forschungszweig der (starken) Artificiellen Intelligenz ebenso wie mancher Spielarten der Psychologie, und Holm Tetens etwa stellt noch im Nachwort der 2001 erschienenen Reclam-Ausgabe von *Der Mensch eine Maschine* genau diesen Punkt als die große historische Errungenschaft La Mettries hin: »La Mettries Maschinenideologie, wird sie methodologisch verstanden, hat sich als Königsweg zur Erforschung von Seele und Geist erwiesen.«⁷⁰

100 Jahre vor Charles Darwin fällt die Grenze zwischen Mensch und Tier. Dieses war schon von Descartes zur Maschine degradiert worden, die Auffassung vom Tier als einer Maschine war zu jener Zeit bereits allgemein verbreitet. John Toland etwa beschrieb tierisches Verhalten in

68 La Mettrie (s. Anm. 66), S. 21.

69 Ebd., S. 42 f. – Und, an anderer Stelle: »Das Auge ist in Wahrheit eine Art Spiegel, in dem die Seele das Abbild der Gegenstände so betrachten kann, wie es ihr von diesen Körpern dargeboten wird«. (Ebd., S. 64.)

70 Holm Tetens, *Nachwort*. In: La Mettrie (s. Anm. 66), S. 112.

seinen an Sophie Charlotte von Preußen gerichteten *Letters to Serena* als einen äußerst simplen Mechanismus: »Wenn ein Hund einen Hasen verfolgt, so wirkt die Gestalt des äußeren Objektes mit ihrer ganzen Gewalt von Stoß oder Anziehung auf die Nerven, welche so mit den Muskeln, Gelenken und andern Teilen geordnet sind, daß sie mannigfache Bewegungen in der tierischen Maschine möglich machen.«⁷¹ Den Menschen hatte einstweilen noch seine Vernunftfähigkeit vor der Transformation in eine Maschine geschützt. Doch wenn die Vernunft als Eigenschaft der organisierten Materie gedacht wird, wird auch der Mensch beschreibbar als »eine Gesamtheit von Triebfedern (...), die sich alle gegenseitig aufziehen«⁷². Bereits Montaigne hatte eine anthropologische Differenz zwischen Tier und Mensch verworfen, indem er in seiner *Apologie de Raimond Sebond* zeigte, daß die Tiere so viel und oft mehr Vernunft zeigten als die Menschen. Auch Hieronymus Rorarius' Schrift »quod animalia bruta saepe ratione utuntur melius homine« von 1648 schrieb Tieren Vernunft zu. So vorbereitet, erscheint bei La Mettrie auch der Mensch als Automat; kompliziert zwar, aber prinzipiell in den Begriffen der Feinmechanik faßbar – und herstellbar: »Wenn mehr Instrumente, mehr Räder, mehr Triebfedern notwendig waren, um die Bewegungen der Planeten anzuzeigen, als um die Stunden anzugeben oder zu wiederholen, und wenn Vaucanson bei der Herstellung seines Flötenspielers mehr Kunstfertigkeit aufbieten mußte als bei seiner Ente, so hätte er noch mehr Kunstfertigkeit aufbieten müssen, um einen Sprecher zu konstruieren; denn eine solche Maschine ist jetzt, zumal in den Händen eines neuen Prometheus, nicht mehr als unmöglich zu betrachten.«⁷³

La Mettrie verschwendet keinen Gedanken an die Existenz eines Gottes, er benötigt strenggenommen nicht einmal einen ersten Beweger (wobei sein Denken durchaus vereinbar mit dem Deismus ist). Der Mensch wie das Tier sind Maschinen, die aus der Bewegung der Materie heraus sich selbst organisiert haben, sich erhalten und keinen Schöpfer benötigen: »Der Körper ist nur eine Uhr, und der neue Speisesaft ist der Uhrmacher dazu.«⁷⁴ Diese Selbstorganisation durchzieht das ganze Denken La Mettries, auch in seiner Antwort auf die Frage, wie aus der bloßen Fähigkeit zur Vernunft diese sich entwickeln konnte, das heißt, ohne daß diese selbst angeboren ist. Das durch Erziehung tradierte Wissen, das La Mettrie an die Stelle der angeborenen Ideen setzt, muß irgendwann entstanden sein. Er denkt hier ein prozeßhaftes Sich-an-den-eigenen-Haaren-aus-dem-Sumpf-ziehen (neudeutsch: Bootstrapping⁷⁵): »So haben nach meiner Vorstellung die Menschen zuerst ihr Gefühl oder ihren Instinkt verwendet, um Geist zu erwerben, und dann ihren Geist, um Kenntnisse zu erlangen. Mit Hilfe solcher Mittel, soweit ich sie fassen kann, hat man sein Gehirn mit Ideen angefüllt, für deren Aufnahme

71 Zitiert nach Lange (s. Anm. 67), S. 288.

72 La Mettrie (s. Anm. 66), S. 76.

73 La Mettrie (s. Anm. 66), S. 83. – Zu Vaucanson und seinen Automaten siehe unten, Abschnitt 8.2.5 auf Seite 305.

74 La Mettrie (s. Anm. 66), S. 77.

75 Vgl. oben, Anm. 211 auf Seite 122.

die Natur es geschaffen hat.«⁷⁶ Einmal mehr stand hier das Prinzip der Selbstreferenzialität der modernen Naturwissenschaft Pate.

PAUL HENRI THIRY D'HOLBACH, ein deutschstämmiger, in Paris lebender Baron, war Mitarbeiter der Enzyklopädie, für die er naturwissenschaftliche Artikel verfaßte. 1770 veröffentlichte er pseudonym sein *Système de la nature, ou de lois du monde physique et du monde moral*, in dem er einen atheistischen Materialismus vertrat.

»Für ein Ding, das [wie der Mensch, O. H.] durch die Natur geformt und durch sie begrenzt ist, existiert nichts außerhalb des großen Ganzen, zu dem es gehört und unter dessen Einflüssen es steht; die Dinge, von denen man annimmt, daß sie über der Natur stehen oder daß sie von ihr verschieden sind, werden immer Trugbilder sein, von denen wir uns niemals wirkliche Ideen machen können.«⁷⁷ D'Holbach ist Empirist, und er ist Sensualist, insofern er die menschliche Erkenntnisfähigkeit als durch die Wahrnehmungsfähigkeit der Sinne begrenzt sieht. Doch auch wenn sich uns das Wesen der Dinge verschließt und wir lediglich durch unsere Empfindungen vermittelt der Erscheinungen gewahr werden, lassen sich doch gewisse Schlüsse über die Beschaffenheit der Außenwelt ziehen: »Das Universum, diese große Vereinigung alles Existierenden, zeigt uns überall nur Materie und Bewegung: seine Gesamtheit zeigt uns nur eine unermessliche und ununterbrochene Kette von Ursachen und Wirkungen.«⁷⁸ Diese objektiven Gesetzmäßigkeiten zu entziffern ist Aufgabe der Naturwissenschaft.

Alle Veränderung in der Natur beruht auf Bewegung, es ist die in strenger Gesetzmäßigkeit sich bewegende Materie, die alles Existierende erzeugt und die Welt in allen ihren Teilen und in ihrer Gesamtheit hervorbringt. So wie jede Pflanze, jedes Tier, der Mensch eine Maschine ist, so auch das System der Natur im ganzen. Und wenn in der Natur jede Ursache eine Wirkung hat und keine Wirkung ohne Ursache sein kann, »in der Natur alles notwendig ist und (...) nichts von dem, was sich in ihr befindet, anders wirken kann als es wirkt«⁷⁹, und auch der Mensch nur ein Teil der Natur ist, dann hängen die intellektuellen Fähigkeiten ebenso wie die moralischen Eigenschaften des Menschen von physischen Ursachen ab, sind auch »die sogenannten *intellektuellen* Fähigkeiten nur Modi oder Seinsweisen und Wirkungsarten (...), die sich aus dem Bau unseres Körpers ergeben«⁸⁰ und es gibt »natürliche Prinzipien des gesellschaftlichen Zusammenlebens, der Moral und der Politik«⁸¹. Der Mensch ist wie die Natur vollständig determiniert, und es besteht, da auch die Gehirnfunktionen mit Naturnotwendigkeit ablaufen, keine Willensfreiheit. Der Mensch ist ein fremdbestimmtes Wesen, »er ist mit der allumfassenden Natur verbunden und den notwendigen und unwandelbaren Gesetzen

76 La Mettrie (s. Anm. 66), S. 40.

77 Paul Thiry de Holbach, *System der Natur oder von den Gesetzen der physischen und der moralischen Welt* (1770). Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1978, S. 17.

78 Ebd., S. 23.

79 Ebd., S. 55.

80 Ebd., S. 92.

81 Ebd., S. 104.

unterworfen, die sie allen zu ihr gehörigen Dingen auferlegt (...). Unser Leben ist eine Linie, die wir von Natur aus auf der Oberfläche beschreiben müssen, ohne einen Augenblick davon abweichen zu können. Wir kommen ohne unsere Einwilligung zur Welt; unser Körperbau hängt nicht von uns ab; unsere Ideen kommen uns ohne unser Zutun; unsere Gewohnheiten stehen in der Macht derer, die sie uns beigebracht haben; wir werden unaufhörlich durch sichtbare wie durch verborgene Ursachen modifiziert, die notwendig unsere Seins- und Denkweise und unsere Wirkungsart bestimmen.«⁸²

Mit der Determiniertheit des Einzelnen ist freilich auch die menschliche Geschichte insgesamt vorherbestimmt und die je gegebene politische und soziale Struktur erscheint notwendig und vernünftig. Doch d'Holbach ist ein Philosoph der Bewegung und nicht des Stillstands, und so ist auch der revolutionäre Umsturz notwendig und vernünftig. Gut zwanzig Jahre vor der Französischen Revolution schreibt er: »Während der schrecklichen Erschütterungen, die bisweilen die Staatskörper heimsuchen und die oft den Umsturz eines Reiches herbeiführen, gibt es bei den wirkenden Kräften, die als Zerstörer oder als Opfer an der Revolution teilhaben, keine einzige Handlung, kein einziges Wort, keinen einzigen Gedanken, keinen einzigen Willen, keine einzige Leidenschaft, die nicht notwendig wären, die nicht so wirkten, wie sie wirken müssen, die nicht unfehlbar die Wirkungen hervorbrächten, die sie dem Platz entsprechend, den diese wirkenden Kräfte in diesem moralischen Wirbel einnehmen, hervorbringen müssen. Das alles würde einem Geiste evident sein, der imstande wäre, alle Wirkungen und Gegenwirkungen der Geisteskräfte und der Körper all derer zu übersehen und abzuwägen, die bei der Revolution mitwirken.«⁸³

Das antizipiert bereits die Fiktion von PIERRE SIMON LAPLACE, derzufolge eine übermenschliche Intelligenz, der für einen bestimmten Augenblick die Lagen und Geschwindigkeiten sämtlicher Partikel im Universum bekannt wären, in der Lage wäre, den Zustand des gesamten Weltgeschehens zu jedem beliebigen Zeitpunkt zu berechnen. Laplace war ein bedeutender französischer Mathematiker, Physiker und Astronom. D'Alembert verschaffte ihm 1771 eine Stellung als Mathematikprofessor an der Pariser Militär-Akademie. Dort examinierte er 1785 den sechzehnjährigen Napoléon Bonaparte, der, nachdem er 1799 Erster Konsul geworden war, Laplace als Innenminister berief.⁸⁴

Laplace gab der mathematischen Astronomie den letzten Schliff durch Zusammenfassung und Erweiterung des Werks seiner Vorgänger in dem fünfbändigen Werk *Mécanique céleste* (1799–1825). In dieser »Mechanik des Himmels« erwies er sich als Vollender Newtons, indem er dessen geometrische mechanische Studien in Übereinstimmung mit dem Kalkül brachte. Als Entdecker der Laplace-Transformation und der Laplace-

82 d'Holbach (s. Anm. 77), S. 156 f.

83 Ebd., S. 54.

84 Bereits nach sechs Wochen wurde er in diesem Amt abgelöst, und Napoleon kommentierte später mit Bezugnahme auf Laplace' mathematische Leistungen, dieser habe »den Geist des unendlich Kleinen in die Verwaltung gebracht«.

Gleichung begründete er die mathematische Physik mit, Herder nannte ihn den »Newton unsrer Zeit«⁸⁵. In der 1796 erschienenen populären Fassung seiner Himmelsmechanik, der *Exposition du Système du Monde*, entwickelte er eine Theorie über die Entstehung des Sonnensystems, nach der sich die Planeten durch Abkühlung von ursprünglich sehr heißen Protoplaneten gebildet haben, die aus von der Ursonne ausgeschleuderten nebularen Kondensationskernen entstanden sind. Diese Theorie hat Ähnlichkeit mit Immanuel Kants bereits 1755 in der Schrift »Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes, nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt«⁸⁶ veröffentlichten Nebularhypothese, weshalb sie als »Kant-Laplacesche Weltentstehungstheorie« bezeichnet wird. Zunächst Kant und dann Laplace kommt das Verdienst zu, die überkommene Vorstellung der Natur als etwas seit Anbeginn der Zeiten gegebenes und unveränderliches verworfen und stattdessen auf streng wissenschaftlicher Grundlage ein Entwicklungsmodell des Universums entworfen zu haben.

Seine Fiktion von der übermenschlichen Intelligenz, die, die vollständige Kenntnis des Universums zu einem Zeitpunkt vorausgesetzt, dessen Zustand zu jedem beliebigen Zeitpunkt berechnen könnte, entwirft Laplace im Vorwort des *Essai philosophique sur les probabilités* von 1814. Während Laplace dort von einer übermenschlichen Intelligenz spricht, ist dieses rechenwütige Wesen unter der Bezeichnung »Laplacescher Dämon« in die Wissenschaftsgeschichte eingegangen. Der Ausdruck wurde zuerst vom deutschen physikalistischen Physiologen und Wissenschaftshistoriker Emil Du Bois-Reymond gebraucht. Auch Laplace wußte um die empirische Unzugänglichkeit des Kleinen und die Unzugänglichkeit sehr großer Massen im Kosmos – er stellte sich bereits Sterne vor, deren Masse derart groß ist, daß auch die Lichtmaterie gravitativ festgehalten wird und antizipierte so die Theorie Schwarzer Löcher. Doch um die tatsächliche Verwirklichung des vollständigen Determinismus ging es Laplace auch gar nicht. Der deterministische Mechanismus wird von ihm bis in seine letzte Konsequenz gedacht und das prinzipielle, wenn auch nicht zu erreichende wissenschaftliche Ideal einer einheitlichen Weltformel postuliert.

8.2.5 Naturwissenschaft, Technik und Automaten

In der aufkommenden Moderne erblickt der Mensch in den mechanisch fundierten Naturgesetzen die Regeln, nach denen Gott die Welt-Maschine gebaut hatte. Der Bau von menschen- oder tierähnlichen Automaten er-

85 Herder, *Gott. Einige Gespräche über Spinoza's System nebst Shaftesbury's Naturhymnus*, S. 230. Digitale Bibliothek Band 2: *Philosophie von Platon bis Nietzsche*. Brasov, Rumänien: Directmedia Publishing, S. 29 633.

86 Immanuel Kant, *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels. Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes, nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt* (1755). In: Ders., *Kants Werke. Akademie-Textausgabe*. Bd. 1: *Vorkritische Schriften. 1747–1756*. Berlin: de Gruyter, 1968, S. 215–368.

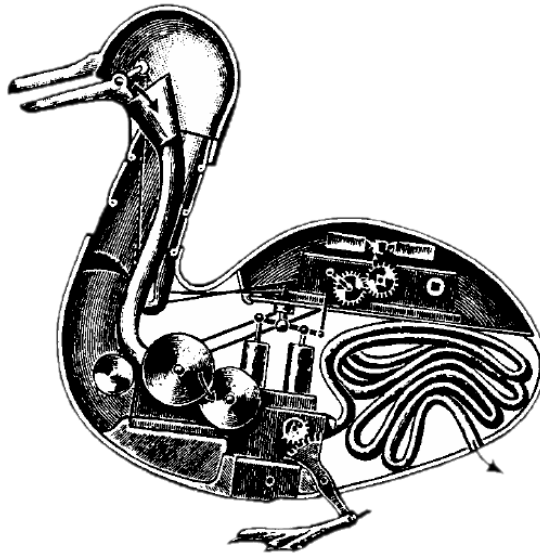


Abbildung 12: Vaucansons mechanische Ente (1738).

Entnommen aus: Wikimedia Commons

URL: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:MechaDuck.png>

fährt eine erneute Blüte. Besonders berühmt sind die Werke von JACQUES DE VAUCANSON, der von 1709 bis 1782 lebte. Vaucanson baute 1737 einen mechanischen Flötenspieler, der über ein Repertoire von zwölf Liedern verfügte. Als sein Meisterwerk gilt jedoch eine aus mehr als 400 beweglichen Einzelteilen bestehende automatische Ente, die mit den Flügeln flattern, schnattern und Wasser trinken konnte und einen künstlichen Verdauungstrakt hatte: Zuvor aufgepickte Körner »verdaute« sie in einer chemischen Reaktion und schied sie danach in naturgetreuer Konsistenz aus. Die Bewegungen der Ente waren programmierbar über die Anordnung von Steuerstangen, die durch die Beine des Tieres geführt wurden.⁸⁷ Vaucanson, der 1741 zum Chefinspekteur der französischen Seidenmanufakturen ernannt wurde, war auch ein Vorreiter der Mechanisierung der Produktion. 1745 baute er den ersten vollautomatischen Webstuhl, der mit Lochkarten programmiert werden konnte. »Vaucansons Versuche (...) wirkten historisch nachweisbar außerordentlich auf die Phantasie der englischen Erfinder.«⁸⁸ Lochkarten wiederum gehen auf jene spielerischen Formen von Automaten zurück, deren mechanische Abläufe durch drehende Walzen oder Scheiben mit darauf angebrachten Stiften gesteuert wurden.

Charles Babbage wurde durch einen Automaten in Gestalt einer silbernen Dame, der von einem gewissen »Merlin« hergestellt worden war, zu seinen Jugendzeiten stark beeindruckt.⁸⁹

⁸⁷ Crevier (s. Anm. 38), S. 16.

⁸⁸ Karl Marx, »Brief an Friedrich Engels vom 28. Januar 1863«. In: *MEGA 1. Dritte Abteilung*. Bd. 3: *Der Briefwechsel zwischen Marx und Engels 1861–1867*. Glashütten im Taunus: Detlev Auermann, 1970, S. 122–126. (Unveränderter Neudruck der Ausgabe Berlin 1930), S. 124.

⁸⁹ Später erwarb Babbage die silberne Dame über Umwege und restaurierte sie eigenhändig.

8.2.6 *Deutscher Idealismus: Leibniz, Kant, Hegel*

Während England und Frankreich die politischen Verhältnisse in Revolutionen gestalteten, fand die deutsche Revolution, wie Marx schrieb, nur im Geiste statt.⁹⁰ Der Vorrang der äußeren Welt drückte sich im englischen und französischen *materialistischen* Monismus aus, wohingegen in Deutschland ein *idealistischer* Monismus entstand. GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ' Monaden und sein System der prästabilierten Harmonie lassen sich als idealistisches Spiegelbild des monistischen Materialismus lesen. An die Stelle des empfindungsfähigen Atoms Gassendis tritt die sich nach ihren eigenen, inneren Lebensgesetzen entfaltende Monade, die ohne Fenster ist und aus der weder etwa herausgeht noch etwas hineintritt. Jede Monade ist eine Welt für sich, eine sich selbst genügende Einheit. Die Außenwelt ist das Produkt der Monade, sie entsteht in ihrem Inneren. Zwar ist keine Monade wie eine zweite, die eine ist reicher an Vorstellungen, die andere ärmer, doch steht der Vorstellungsinhalt aller Monaden in einem ewigen Zusammenhalt, in einer vor Anbeginn aller Zeiten festgelegten – prästabilierten – Harmonie, die, von Gott geschaffen und durch ihn zusammengehalten, sich im steten Wechsel der Zustände der einzelnen Monaden durch die Zeiten erhält. Die Summe aller Monaden bildet so das Universum, das sich jede einzelne von ihnen aus sich heraus bloß vorstellt, jedoch als lebendiger Spiegel des Universums auch zugleich enthält.

Wie der monistische Materialismus, so ist auch der monistische Idealismus vollständig determiniert. Die Entwicklung des Universums ist seit Anbeginn festgelegt, und die prästabilierte Harmonie entfaltet sich durch die Vorstellungen der einzelnen Monaden hindurch nach prinzipiell mechanischen und mathematisch bestimmbaren Gesetzen. »Gott verfährt dabei wie ein Mathematiker, der eine Minimumaufgabe löst, und der *muß* so verfahren, weil seine vollkommene Intelligenz an das Prinzip des zureichenden Grundes gebunden ist.«⁹¹ Die Welt ist berechenbar, ja geht in der »mathesis universalis« auf. Der Anspruch der Wissenschaft auf die Erklärung der Welt ist absolut, trägt doch jede einzelne Monade das komplette Universum in sich. Die Monadenlehre ist eine Umwandlung der Atomlehre, die prästabilierte Harmonie eine Theorie der Naturnotwendig-

Dabei stellte er fest, daß der Automat offensichtlich nicht detailliert im Voraus geplant worden, sondern das Ergebnis vieler fortgesetzter Versuche war. Hierin macht Babbage auch einen Hauptunterschied zu seinen Maschinen aus: »Dieses mechanische Objekt bildete einen merkwürdigen Kontrast zu dem unvollendeten Teil der Differenzmaschine Nr. 1, welcher im Nebenraume stand: Der gesamte Mechanismus der letzteren existierte bereits in Gestalt von Zeichnungen und Plänen, bevor auch nur ein Teil zusammengesetzt worden war.« (Charles Babbage, *Passagen aus einem Philosophenleben* (1864). Mit einem Vorwort von Bernhard J. Dotzler. Berlin: Kadmos, 1999, S. 249.)

⁹⁰ Bezugnehmend auf die »neueste deutsche Philosophie« von Kant, Fichte und Schelling, wußte bereits Hegel auszusagen, daß »in diesen Philosophien (...) die Revolution als in der Form des Gedankens niedergelegt und ausgesprochen« ist. (Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie III*. Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 20. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1971)

⁹¹ Lange (s. Anm. 67), S. 411.

keit und des Determinismus. Entsprechend wandelt auch der monistische Idealismus die strikte Trennung von Mensch und Tier in eine bloß graduelle Verschiedenheit, und die höheren Tiere gelten als dem Menschen sehr nah verwandte Wesen. Im Unterschied zur materialistischen Anschauung, die zunächst die Tiere und erst in der Folge die Menschen als Maschinen betrachtete, verfährt Leibniz gerade umgekehrt und erkennt auch den Tieren Monadencharakter zu.⁹²

IMMANUEL KANT suchte in seiner kritischen Philosophie den Empirismus Humes mit dem Rationalismus Leibniz' zu verbinden. Während Hume alle Erkenntnis der sinnlichen Erfahrung zuschrieb, folgt diese nach Leibniz ausschließlich aus den intuitiven Fähigkeiten des Verstandes. Nach Kant nun können weder Sinnlichkeit noch Verstand allein zu Erkenntnis führen, diese erwächst erst aus ihrem Zusammenspiel. »Eigentliche Wissenschaft kann nur diejenige genannt werden deren Gewißheit apodiktisch ist; Erkenntnis, die bloß empirische Gewißheit enthalten kann, ist ein nur uneigentlich so genanntes *Wissen*.«⁹³ Es gilt für Kant, überhaupt erst die Bedingungen der Möglichkeit von Erkenntnis zu bestimmen, und zwar gerade *vor* aller empirischen Erfahrung. Die Formen des Denkens sollen zum Gegenstand der Erkenntnis gemacht werden, oder, was dasselbe ist: Die Denkformen müssen auf sich selbst angewendet werden.

Um diese Synthese zu vollbringen, unterscheidet Kant zwischen *analytischen* und *synthetischen Sätzen*. In einem *analytischen Satz* wird ein Begriff lediglich zerlegt und eine Eigenschaft desselben betont, er ist also letztlich tautologisch. Analytisch wäre etwa, »die Festigkeit des Eises« festzustellen. In einem *synthetischen Satz* hingegen wird dem Begriff etwas hinzugefügt und unsere Kenntnis des Subjekts erweitert. Ein Beispiel für einen synthetischen Satz ist, daß »alle Himmelskörper gravitieren«. Allein aus synthetischen Urteilen erwächst Erkenntnis.

Der Unterscheidung zwischen analytischen und synthetischen Sätzen scheint die von *apriorischen* und *aposteriorischen* Urteilen zu entsprechen. Ein Urteil *a priori* wird vor der Erfahrung gefällt (wiewohl es indirekt auf sie gestützt sein kann), ein Urteil *a posteriori* hingegen entlehnt seine Gültigkeit der Erfahrung. Sämtliche richtigen analytischen Urteile sind *a priori* gültig.

Kants Interesse richtet sich auf die synthetischen Urteile. Seine Frage lautet: *Gibt es synthetische Urteile a priori? Ist Erkenntnis vor der Erfahrung möglich?* Solche Erkenntnis glaubt er in der Mathematik gefunden zu haben. Mathematische Sätze sind unbestritten *a priori* gültig, sie bedürfen nicht der Bestätigung durch die Erfahrung. Nun könnte man freilich behaupten (und hat es auch getan), die gesamte Mathematik sei bereits vollständig in ihrem Begriff enthalten und bedürfe lediglich der analytischen Entfaltung. Kants Verdienst ist es, in die Epistemologie die Geschichte und damit den Menschen gebracht zu haben. Die lange *Geschichte* der

92 Vgl. Lange (s. Anm. 67), S. 413 f.

93 Immanuel Kant, »Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft« (1786). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 4. Hrsg. von der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften. Berlin: Reimer, 1911, S. 465–566, S. 468.

Mathematik zeigt, daß diese sich in fortschreitender Entwicklung befindet und ihr neue Erkenntnisse hinzugefügt werden. Sie ist ein Gegenstand menschlicher Forschung. Endgültige Bestätigung hat die Kantische Auffassung vom synthetischen Charakter der Mathematik durch Kurt Gödel erfahren,⁹⁴ der bewiesen hat, daß die Mathematik notwendig unvollständig ist und jeder mathematischen Erkenntnis intuitives menschliches Wissen vorangeht.⁹⁵

Mit anderen Worten: Es gibt einen Zusammenhang zwischen Erfahrung und Herausbildung der Vernunft und der Logik; diese sind also historisch zu begreifen. Subjekt und Objekt affizieren sich gegenseitig, sind zwei sich einander bedingende Wesenheiten, ohne daß eine von den beiden in die andere aufzulösen wäre. Mathematisches Wissen entwickelt sich nicht *aus* der Erfahrung, aber doch erst *mit* und in der Erfahrung. Synthetische Urteile a priori, die ja ein Widerspruch in sich selbst zu sein scheinen, sind möglich, da sich in aller Erkenntnis ein apriorischer Faktor findet, der dem erkennenden Subjekt entstammt und daher konstant ist. Damit sind diese aber geschichtlich gewonnene Urteile nur im unhistorischen Sinn, das heißt als bloße innerliche, geistige Kontemplation anstelle der tätigen Auseinandersetzung des Menschen mit seiner Umwelt.

Während beim reinen Empirismus die Auffassung vorherrscht, daß die Dinge wie sie sind in uns hineinwandern können, denkt Kant die Erfahrung als einen Prozeß, durch den die Erscheinung der Dinge in uns entsteht. Das *Ding für uns* ist vom *Ding an sich selbst* geschieden. Kant will nun, um die Grenzen der Vernunft und der Erkenntnis festlegen zu können, das Apriori der Erfahrung bestimmen. Denn da der Mensch aktiv an der Entstehung der Erfahrung beteiligt ist, ist diese durch die spezifische Organisation seiner Sinnesorgane definiert; diese bilden die Grundlage aller Erfahrung. Kant sucht zu ergründen, was der Erfahrung überhaupt vorausgesetzt sein muß. Diese Ergründung ist selbst jedoch nicht a priori möglich, sondern bloß empirisch; mit anderen Worten: Sie geht induktiv vor, nicht deduktiv und entspricht eher einer Selbstreflexion der modernen Wissenschaft als einer Metaphysik: Durch Isolierung der Sinnlichkeit sucht Kant zu erforschen, welche apriorischen Elemente in ihr enthalten sind.⁹⁶

94 Oder genauer, daß die Dichotomie analytisch – synthetisch in Bezug auf menschliche Erkenntnis generell nicht haltbar ist. Vgl. Willard Van Orman Quine, »Zwei Dogmen des Empirismus« (1950/51). In: Ders., *Von einem logischen Standpunkt*. Neun logisch-philosophische Essays. Mit einem Nachwort von Peter Bosch. Frankfurt am Main, Berlin und Wien: Ullstein, 1979, S. 27–50.

95 Siehe unten, Kapitel 11.2 auf Seite 395 ff.

96 Kant selbst bezeichnet seine hierbei angewandte Methode als »subjektive« und »objektive Deduktion«. Während in der »subjektiven Deduktion« ergründet werden soll, wie ein Verstand notwendig beschaffen sein muß, damit überhaupt Erkenntnis möglich ist, und somit die apriorischen Grundsätze der Erkenntnis bestimmt werden sollen, sucht die »objektive Deduktion« die Übereinstimmung dieser apriorischen Grundsätze des Verstandes mit der Verfaßtheit der Welt zu beweisen. Kant entwickelt die apriorischen Grundsätze, die Kategorien, jedoch mittels eines Abstraktionsprozesses, das heißt ausgehend von einer konkreten Begebenheit, von der aus auf immer umfassendere Begriffe geschlossen wird. Am Ende dieser Begriffskategorie steht dann der Begriff a priori, die Kategorie. Das Verfahren des Schließens vom Besonderen auf das Allgemeine ist aber die Induktion.

Sinnlichkeit und *Verstand* als Quellen der menschlichen Erkenntnis führt Kant, ganz im Sinne der naturwissenschaftlichen Weltanschauung, auf eine gemeinsame Wurzel zurück. Nur im Zusammenspiel von Sinnlichkeit und Verstand ist Erkenntnis möglich – gleichwohl läßt er einen von allem Einfluß der Sinne freien Verstand fortbestehen. Die bloße Anschauung ohne alles Denken ergibt zwar keine Erkenntnis, das bloße Denken ohne alle Anschauung hinterläßt jedoch noch die reine Form des Denkens: die Kategorien. Das apriorische Element in der Anschauung hingegen sind die Formen der Erscheinung: für den inneren Sinn die *Zeit* und für den äußeren der *Raum*. Raum und Zeit liegen also im Subjekt, ihr Gültigkeitsbereich vermag sich nicht über ihre Funktion als Formen der Anschauung a priori auszudehnen.

Hume galt der Kausalitätsbegriff als aus der Erfahrung gewonnen, nach Kant ist er eine Kategorie der Form des reinen Denkens, seine Gültigkeit mithin zwar auf das Feld der Erfahrung beschränkt, jedoch nicht aus dieser abgeleitet. Dies gilt für alle Kategorien. Die Sinnlichkeit realisiert den Verstand.

»Was die Dinge an sich sein mögen, weiß ich nicht und brauche es auch nicht zu wissen, weil mir doch niemals ein Ding anders als in der Erscheinung vorkommen kann.« Und »das schlechthin (...) Innerliche der Materie ist auch eine bloße Grille.«⁹⁷ Das *Ding an sich* ist ein Grenz-begriff, dem nur negative Bedeutung zukommt, keine positive. Die Gegenstände existieren zwar unabhängig von meiner Wahrnehmung, es kommt ihnen jedoch zugleich wesenhaft zu, daß sie von mir erfaßt werden können. Sie sind objektiv und doch durch die Perspektive bestimmt, aus der sie wahrgenommen werden. Das bedeutet zugleich, daß es eine Harmonie zwischen dem Vermögen des Erkennenden und der Beschaffenheit des Erkannten geben muß. Die Welt entspricht den apriorischen Grundsätzen des Verstandes. Die objektive Geltung der Kategorien begründet die Möglichkeit der Erkenntnis und damit die vernünftige Welt der Naturwissenschaft anstelle einer abstrakten, perspektivenfreien Welt. Diese objektive Geltung bezieht sich freilich nur auf die Welt, insofern sie Gegenstand der Erfahrung sein kann, das heißt auf die Welt der Naturwissenschaft. Alle Versuche, sie darüber hinaus in Stellung zu bringen und die Welt zu erkennen, wie sie an sich selbst ist, sind zum Scheitern verurteilt. Leibniz' »Prinzip des zureichenden Grundes« wird zum Kausalgesetz der Naturwissenschaft, das seine Geltung nur in der empirischen »Welt der Erscheinung« besitzt. In der intelligiblen Welt hingegen hat es keine Gültigkeit. Hier bringt Kant stattdessen die Moralphilosophie und mit ihr seinen *Kategorischen Imperativ* in Anschlag, der die Freiheit des Individuums gegen die Strenge der Kausalität begründet: »Du kannst, denn du sollst.«⁹⁸

97 Immanuel Kant, *Kritik der reinen Vernunft* (1787). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 3. Hrsg. von der Königlich-Preußischen Akademie der Wissenschaften. Zweite hin und wieder verbesserte Auflage. Berlin: Reimer, 1911, S. 224.

98 Vgl. Immanuel Kant, *Kritik der praktischen Vernunft* (1788). Kants gesammelte Schriften. Hrsg. von der Königlich-Preußischen Akademie der Wissenschaften Band 5. Berlin: Reimer, 1913, S. 94 f., 159: »Nimmt man nun die Bestimmungen der Dinge an sich selbst

GEORG WILHELM FRIEDRICH HEGEL löst den bei Kant noch vorhandenen Subjekt-Objekt-Dualismus in eine dialektische Einheit beider auf. Denn wenn man, wie Kant, ein vom Denken prinzipiell unerfaßbares *Ding an sich* konstituiert, so ist der Begriff des *Ding an sich* doch selbst bereits wieder Teil der Gedankenwelt. Auflösbar wird dieser Widerspruch, wenn man die Wissenschaft selbst als tätige Auseinandersetzung des Menschen mit der Welt faßt, einer Welt, die nicht außerhalb des Subjekts steht, sondern vom Menschen in seiner Auseinandersetzung mit dieser konstituiert wird und der er umgekehrt ein Teil ist und die ihn konstituiert. Während in der vorkantischen Metaphysik die Kategorien als Bestimmungen einer subjektunabhängigen Wirklichkeit gefaßt wurden, begriff Kant die Kategorien als Bestimmungen des Subjekts. Hegel wirft nun ein, diese müßten stattdessen aus der *Einheit* von Subjekt und Objekt begriffen werden. Damit aber fällt die Vorstellung von einem subjektunabhängigen *Ding an sich*: »Das *Ding-an-sich* (...) drückt den Gegenstand aus, insofern von allem, was er für das Bewußtsein ist, von allen Gefühlsbestimmungen wie von allen bestimmten Gedanken desselben *abstrahiert* wird. Es ist leicht zu sehen, was übrigbleibt – das *völlige Abstraktum*, das ganz *Leere*, bestimmt nur noch als *Jenseits*; das *Negative* der Vorstellung, des Gefühls, des bestimmten Denkens usf. Ebenso einfach ist aber die Reflexion, daß dies *carput mortuum* selbst nur *das Produkt* des Denkens ist, eben des zur Abstraktion fortgegangenen Denkens, des leeren Ich, das diese leere *Identität* seiner selbst sich zum *Gegenstande* macht. Die *negative* Bestimmung, welche diese abstrakte Identität als *Gegenstand* erhält, ist gleichfalls unter den Kantischen Kategorien aufgeführt und ebenso etwas ganz Bekanntes wie jene leere Identität. – Man muß sich hiernach nur wundern, so oft wiederholt gelesen zu haben, man wisse nicht, was das *Ding-an-sich* sei; und es ist nichts leichter, als dies zu wissen.«⁹⁹

Das Wissen von der Welt entsteht in aktiver Auseinandersetzung mit dieser, und Hegel wendet die Philosophie auf die Philosophie selbst an und betreibt gleichsam Metaphilosophie. Das Werden des Wissens muß als Prozeß seiner Zeit rekonstruiert werden, ein Wissen a priori ist undenkbar: »Vor der Wissenschaft aber schon über das Erkennen ins reine kommen wollen, heißt verlangen, daß es *außerhalb* derselben erörtert

(welches die gewöhnlichste Vorstellungsart ist), so läßt sich die Nothwendigkeit im Causalverhältnisse mit der Freiheit auf keinerlei Weise vereinigen; sondern sie sind einander contradictorisch entgegengesetzt. Denn aus der ersteren folgt: daß eine jede Begebenheit, folglich auch jede Handlung, die in einem Zeitpunkte vorgeht, unter der Bedingung dessen, was in der vorhergehenden Zeit war, nothwendig sei. Da nun die vergangene Zeit nicht mehr in meiner Gewalt ist, so muß jede Handlung, die ich ausübe, durch bestimmende Gründe, *die nicht in meiner Gewalt sind*, nothwendig sein, d. i. ich bin in dem Zeitpunkte, darin ich handle, niemals frei.« (S. 94) – »Aber der Heiligkeit der Pflicht allein alles nachsetzen und sich bewußt werden, daß man es *könne*, weil unsere eigene Vernunft dieses als ihr Gebot anerkennt und sagt, daß man es tun *solle*, das heißt sich gleichsam selbst über die Sinnenwelt gänzlich erheben.« (S. 159)

99 Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse. Erster Teil: Die Wissenschaft der Logik* (1830). Mit den mündlichen Zusätzen. Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 8. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1970, § 44.

werden sollte; *außerhalb* der Wissenschaft läßt sich dies wenigstens nicht auf wissenschaftliche Weise (...) bewerkstelligen.«¹⁰⁰

Die kritische Philosophie Kants weiß zwar um die Unfähigkeit des naturwissenschaftlichen Empirismus, die Verstandeskategorien zu erkennen, setzt diesem »objektiven Dogmatismus« aber lediglich einen »subjektiven Dogmatismus« entgegen. Die Kantische Philosophie »beschreibt die Vernunft sehr gut, aber tut dies auf eine gedankenlose, empirische Weise, die sich ihre Wahrheit selbst wieder raubt.«¹⁰¹ Hegel entziffert im Denken Kants noch die Naturverfallenheit des reinen Empirismus, dessen Spiegelbild er ist. Kants Kritik ist, indem er ontologisierend nach den subjektiven Seiten der Bestimmungen der Kategorien fragt und das Problem der historischen Vermittlung von Subjekt und Objekt unbehandelt läßt, letztlich etwas, was später als *instrumentelle Vernunft* beschrieben und kritisiert wird. »Das Erkennen wird vorgestellt als ein Instrument, die Art und Weise, wie wir uns der Wahrheit bemächtigen wollen; ehe man also an die Wahrheit selbst gehen könne, müsse man zuerst die Natur, die Art seines Instruments erkennen. Es ist tätig, man müsse sehen, ob dies fähig sei, das zu leisten, was gefordert wird, – den Gegenstand zu packen; man muß wissen, was es an dem Gegenstand ändert, um diese Änderungen nicht mit den Bestimmungen des Gegenstandes selbst zu verwechseln. – Es ist, als ob man mit Spießen und Stangen auf die Wahrheit losgehen könnte.«¹⁰² Es ist die den mechanischen Naturwissenschaften eigentümliche instrumentelle Vernunft, von der noch die kritische Philosophie affiziert wird.

EXKURS: RELIGION IM ZEITALTER DER MASCHINE

Der Übergang vom scholastischen zum mechanischen Denken läßt sich ideengeschichtlich auch in der sich verändernden Gottesvorstellung nachvollziehen. Der neuzeitliche Gott ist Mechaniker, er erschafft die Welt als eine große Maschine. In ihren Konstruktionsprinzipien vermag der Mensch denn auch Gottes Wirken zu lesen. An die Stelle von Gottes *Wort* treten seine *Werke*, an die der Bibel das *Buch der Natur*.

Die Scholastik hatte gegen die spirituell-mystizistische Weltsicht des frühen Mittelalters eine Einheit der christlichen Offenbarung mit dem menschlichen Verstand postuliert. Der Mensch sollte mittels seines Verstandes Gottes innerstes Wesen erkennen können. Die Scholastik war das Projekt eines allumfassenden theologisch-philosophischen Systems, das das gesamte Wissen der Zeit in den christlichen Glauben integrieren sollte. Die kirchlichen Dogmen bildeten dabei sowohl die Grundlage dieses Systems, wie sie zugleich sein Resultat waren. In der Spätscholastik traten neben die Bibel vor allem die Schriften des Aristoteles, der als höchste philosophische Autorität galt, und aus denen die neuen gültigen Wahrheiten mittels logischer Deduktion abgeleitet werden konnten.

100 Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Wissenschaft der Logik I. Erster Teil: Die objektive Logik* (1812). Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 5. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1969, § 67.

101 Hegel, *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie III* (s. Anm. 90), S. 333.

102 Ebd., S. 334.

Zu Beginn des 17. Jahrhunderts hingegen stellt die *Natur als Gottes Werk* nunmehr den Text dar, in dem sich sein Wille lesen läßt. GIORDANO BRUNO zufolge ist Gott die absolute Ursache von allem und zugleich beseelte Materie. Die Theorie von der Weltseele steht im Gegensatz zu einer Idee von einem Schöpfergott, der lenkend in das Weltgeschehen eingreift. Stattdessen wirkt Gott als der Materie innewohnendes Prinzip gleichsam als innerer Künstler, Gott ist in den Dingen – »Natura est Deus in rebus«¹⁰³. Die Materie ist noch nicht wie bei Descartes vom Geist getrennt, sie ist als beseelte selbst intelligibel und deshalb vom körperlichen Menschen erkennbar. Doch ist der Mensch aufgrund seines Erkenntnisvermögens und seiner gestalterischen, ingeniösen Freiheit selbst von göttlicher Natur, er vermag aus sich selbst zu schöpfen, so wie »Künstler, die selbst Anfang und Ursache ihrer Tätigkeit sind«¹⁰⁴. Der neue Gott ist ein *Gott der Physik*, kein Schöpfergott mehr, der regulierend in das Weltgeschehen eingreift. Damit wird aber zugleich die Vorstellung von Christus als zwischen Gott und Welt vermittelnder Sohn Gottes obsolet; an seiner Stelle steht nunmehr das Universum selbst.

HOBBS führt alles, auch die Vernunft, auf die Bewegung der Materie zurück. Sein Gottesbegriff ist ein rein philosophischer, frei von allen moralischen Eigenschaften wie Güte, Allmacht etc. Gott gibt es bei ihm strenggenommen nur in der Form eines ersten Bewegers, der in einem ursprünglichen Akt die Materie überhaupt erst in Bewegung versetzt hat.¹⁰⁵ Die religiösen Überzeugungen der Menschen dagegen setzt er mit Aberglauben gleich: »Furcht vor einer unsichtbaren Gewalt, die vom Geiste erdichtet oder auf Grund öffentlich zugelassener Erzählungen eingebildet ist, ist *Religion*; sind sie nicht zugelassen, *Aberglaube*.«¹⁰⁶ Da Hobbes in seiner Staatstheorie jedoch den Untertanen zum unbeschränkten Gehorsam gegenüber dem Souverän verpflichtete und zu diesem Gehorsam auch die Annahme einer der vom Souverän festgelegten Religionen gehörte,¹⁰⁷ stand Hobbes vor dem Dilemma, daß er seine materialistische Theorie in Übereinstimmung mit der Bibel bringen mußte, da ein auf der Lehre der Heiligen Schrift gegründetes Christentum die im England des 17. Jahrhunderts allein legitime Form der Religion war. Hobbes ist immer bemüht, die Vereinbarkeit seiner Theorie mit dem Christentum zu beweisen, und so läßt er etwa dem eben zitierten Satz eine Tautolo-

103 Zitiert nach Anne Eusterschulte, *Giordano Bruno zur Einführung*. Hamburg: Junius, 1997, S. 108.

104 Zitiert nach ebd., S. 81.

105 Vgl. Hobbes (s. Anm. 46), S. 81 ff.

106 Ebd., S. 44.

107 Hobbes' utilitaristische Auffassung der Religion findet ihre Entsprechung bei Machiavelli, der insbesondere dem aufgeklärten Monarchen aus Staatsnotwendigkeit ihre strenge Durchsetzung empfiehlt: »Die Häupter eines Freistaates oder Reiches müssen daher die Grundpfeiler ihrer Religion aufrechterhalten; es wird ihnen dann ein leichtes sein, ihren Staat religiös und folglich gut und einig zu erhalten. Sie müssen alles, was sich zum Vorteil der Religion ereignet (wenn sie es auch für unwahr halten), unterstützen und vergrößern; um so mehr aber müssen sie es tun, je weiser und aufgeklärter sie sind, je klarer sie die Natur der Dinge durchschauen.« (Niccolò Machiavelli, *Vom Staate*. Hrsg. von Hanns Floerke. Gesammelte Schriften in fünf Bänden 1. München: Georg Müller, 1925, § 12, S. 52.)

gie folgen: »Und ist die eingeübete Gewalt genauso beschaffen, wie wir sie uns vorstellen, so ist es *wahre Religion*.«¹⁰⁸ Weite Teile des *Leviathan* sind damit beschäftigt, das Paradox aufzulösen. Hobbes deutet die Bibel durchgängig utilitaristisch; die Heilige Schrift sei geschrieben, um den Menschen das Reich Gottes zu zeigen und ihren Geist auf den Übergang vorzubereiten. Die Bibel treffe keine Aussagen über die Beschaffenheit der Welt, sondern lehne sich lediglich an die vorherrschende Naturauffassung der damaligen Zeit an.¹⁰⁹

DESCARTES zufolge hat Gott den menschlichen Geist so geschaffen, daß er vollständige Gewißheit über die materielle Welt erlangen kann, wenn er sie mathematisch faßt. Gott wiederum hat die Macht, alles zu schaffen, was immer wir mit dieser Sicherheit auffassen können. Gott hat die Naturgesetze geschaffen, und seine Sprache ist die Mathematik. Bereits bei Kepler findet sich die Idee einer vollkommenen Harmonie zwischen den von Gott geschaffenen »Sinnesdingen« und den intelligiblen Gesetzen – den »Gedanken Gottes«. »Denn wir sehen hier, wie Gott gleich einem menschlichen Baumeister, der Ordnung und Regel gemäß, an die Grundlegung der Welt herangetreten ist und jegliches so ausgemessen hat, daß man meinen könnte, nicht die Kunst nehme sich die Natur zum Vorbild, sondern Gott selber habe bei der Schöpfung auf die Bauweise des kommenden Menschen geschaut.«¹¹⁰ Es sind nunmehr die *Werke* Gottes, die die Grundlage der religiösen Überzeugung bilden und nicht mehr dessen *Wort*, die Bibel.

CHARLES BABBAGE formuliert diese Idee später so: »In den *Werken* des Schöpfers, die unserer Erforschung stets offenstehen, haben wir ein sicheres Fundament, auf welchen wir den Überbau eines aufgeklärten Glaubensbekenntnisses errichten können.«¹¹¹ Das Wirken Gottes zeigt sich in der Regelmäßigkeit der Natur, nicht mehr in der Ausnahme. Der Schöpfer hat in der Welt ein perfektes Uhrwerk geschaffen, in das er nicht mehr regulierend eingreifen muß: »Wunder sind daher nicht das Brechen feststehender Gesetze, sondern lediglich Hinweise auf die Existenz weit höherer Gesetze, die zur vorherbestimmten Zeit ihre vorgesehenen Ergebnisse zeigen.«¹¹² Die Welt gilt als deterministischer Apparat, Babbage begreift die Evolution als Computerprogramm, als Algorithmus.¹¹³

Die Bibel dagegen erhält immer mehr den Status eines vom Menschen

108 Hobbes (s. Anm. 46), S. 44. – Von Albert Lange stammt die schöne Formulierung, daß Hobbes die Religion als eine Pille begreife, die man ganz herunter schlucken, jedoch nicht kauen müsse. (Lange (s. Anm. 67), S. 257).

109 Vgl. Hobbes (s. Anm. 46), S. 60 f.

110 Johannes Kepler, *Mysterium cosmographicum* (1596). In: Werner Heisenberg, *Das Naturbild der heutigen Physik*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1955, S. 51.

111 Babbage, *Passagen aus einem Philosophenleben* (s. Anm. 89), S. 275.

112 Ebd., S. 267. – Ähnlich bereits bei Hobbes: »Der erste Regenbogen, den man auf der Welt sah, war ein Wunder, da er der erste und folglich ungewöhnlich war. Er diente als Zeichen Gottes, das an den Himmel geschrieben wurde, um dem Volk zu versichern, daß es keine weltweite Vernichtung der Erde durch Wasser mehr geben würde. Aber heute sind sie wegen ihrer Häufigkeit keine Wunder mehr, weder für diejenigen, die ihre natürlichen Ursachen kennen, noch für diejenigen, die sie nicht kennen.« (Hobbes (s. Anm. 46), S. 335.)

113 Babbage, *Passagen aus einem Philosophenleben* (s. Anm. 89), S. 266.

verfaßten und damit fehlerhaften Textes, dessen mit dem naturwissenschaftlichen Denken nicht kongruent gehende Stellen kurzerhand für falsch erklärt werden. Diese Auffassung findet sich schon bei GALILEO GALILEI: »Betrachtet man dagegen umgekehrt, wo die Werke sich notwendig als mit den Worten nicht übereinstimmend zeigen, die Heilige Schrift als sekundär, so wird ihr dies nicht schaden; sie hat sich oft der Meinung der Menge angepaßt und hat sehr oft Gott falsche Eigenschaften zugeschrieben.«¹¹⁴ Nach John Locke müssen wir zwar den Offenbarungen der Bibel glauben, auch wenn wir diese nicht verstandesmäßig begründen können. Es gibt also ein eigenständiges Feld des Glaubens, doch darf dieses nicht in Konflikt treten mit den Erkenntnisprinzipien. Da diese uns durch Gott gegeben seien, kann nichts ihnen widersprechendes wahr sein. Locke gerät so in Konflikt mit der Lehre von der Trinität¹¹⁵, die auch Babbage ablehnt, da sie nicht vereinbar mit der zweiwertigen Logik sei:

»Die Begriffe des Athanasiums widersprechen einander unmittelbar: Wenn drei Dinge eines sein könnten, wären der gesamten arithmetischen Wissenschaft die Grundlagen entzogen, und die wundervollen Gesetze, die, wie die Astronomen gezeigt haben, das Sonnensystem regieren, wären bloße Träume. Wenn man auf der anderen Seite zu zeigen versucht, daß in einem mystischen Sinn drei und eins dasselbe sein können, dann wird alle Sprache, durch die allein der Mensch seine Verstandeskräfte ausüben kann, nutzlos, weil sie sich selbst widerspricht und damit unwahr wird.

Das Fundament menschlicher Tugend ist die *Wahrhaftigkeit* – das heißt auch, durchgehend dasselbe Wort für dieselbe Sache zu verwenden.

Das wichtigste Elementen genauen Wissens ist die *Zahl* – Grundlage und Maßstab alles dessen, was der Mensch über die materielle Welt weiß.«¹¹⁶

114 Galileo Galilei. In: Heisenberg, *Das Naturbild der heutigen Physik* (s. Anm. 110), S. 62.

115 Ausgehend von 2Ko 5,19 »Gott war in Christus und hat die Welt mit sich versöhnt« kennt das Christentum einen einzigen Gott, dem aber drei Wirklichkeiten zugesprochen werden: Gott – Vater, Gott – Sohn und Gott – Heiliger Geist. Dieses Dogma der Dreieinigkeit bzw. Dreifaltigkeit stellt ein absolutes, auch nach der Offenbarung innerlich nicht einsichtiges Mysterium dar. Zwar existiert der eine Gott in drei Personen, die die eine göttliche Natur, das eine göttliche Wesen, die eine göttliche Substanz repräsentieren, zugleich sind sie aber real voneinander verschieden: Der Vater hat keinen Ursprung, der Sohn ist aus der Substanz des Vaters gezeugt, und der Heilige Geist geht aus Gott – Vater und Gott – Sohn als einem Prinzip hervor. – Bereits Giordano Bruno lehnt das Prinzip der Trinität explizit ab, ebenso Isaac Newton, der dies freilich nicht öffentlich erklärt.

116 Babbage, *Passagen aus einem Philosophenleben* (s. Anm. 89), S. 276. – Das sogenannte *Athanasische Glaubensbekenntnis*, nach seinem lateinischen Anfang auch *Symbolum Quicumque* genannt, ist seit dem frühen 6. Jahrhundert nachgewiesen und eines der im Westen am weitesten verbreiteten Glaubensbekenntnisse. Es nimmt ausdrücklich Bezug auf die Trinitätslehre. Dem Verfasser des Athanasiums unterstellt Babbage, »ein schlauer aber skrupelloser Mensch« gewesen zu sein, »der nicht an eine einzige Silbe dieser Lehre glaubte« (ebd.) – also Gottlosigkeit.

DIE ENTSTEHUNG DES MODERNEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN WELTBILDES

Das Naturbild der heutigen Naturwissenschaft ist freilich von dem eben skizzierten gänzlich verschieden. Auch wenn die fundamentalen Umwälzungen von einer Disziplin ausgingen, deren Name *Quantenmechanik* noch an das alte Weltbild erinnert, ist die moderne Naturwissenschaft doch völlig unmechanisch und verabschiedet sich von der Vorstellung, der Mensch könne in der Natur die Schöpfung Gottes erblicken und in den Naturgesetzen die göttliche Ordnung erfassen. Diese werden nunmehr als von Menschen erdachte und gemachte reflektiert, sie bilden, in den Worten Werner Heisenbergs, »nicht mehr die Natur, sondern unsere Kenntnis von der Natur ab.«¹ Naturgesetze reflektieren die Auseinandersetzung des Menschen mit der Natur. Sie sind nicht mehr »objektiv gültig«, sondern entfalten ihre Wahrheit erst in der spezifischen Fragestellung, mit der der Mensch an die Natur herantritt – womit die Natur selbst wieder beeinflusst wird. Die Naturwissenschaft erkennt, wie es Karl Korsch in einer Rezension von Philipp Franks Buch *Das Kausalgesetz und seine Grenzen* formulierte, daß »das eigene Ich *des Subjekts* aus dem objektiven Weltverlauf prinzipiell nicht mehr ausgeschaltet werden kann.«² Die Descartes'sche Unterscheidung von *res cogitans* und *res extensa* ist unbrauchbar geworden.

In der Mechanik hatte nicht nur jedes Ereignis eine klar definierbare Ursache, das komplette System war zudem vollständig determiniert, das heißt die Wirkung jeder Ursache prinzipiell vorhersagbar. Dieser Determinismus gilt freilich nur, insoweit er sich in experimenteller *Praxis* konkretisiert. Die Verallgemeinerung dieser wissenschaftlichen Praxis zu abstrakten Prinzipien führt zu einem absoluten Determinismus.³ Auf der Ebene der atomaren Elementarteilchen existiert ein solcher Determinismus jedoch nicht. Louis-Victor de Broglie hat erkannt, daß auch materielle Elementarteilchen wie Elektronen zugleich Wellencharakter haben (zuvor war das nur von den Photonen bekannt). Der Welle-Teilchen-Dualismus behauptet, daß stets beide Eigenschaften vorhanden sind und sowohl eine Welle zugleich Teilchen-, wie auch ein Teilchen zugleich Wellencharakter hat. Diese Widersprüchlichkeit läßt sich auflösen, wenn man zugrundeliegende Objekte unterstellt, die je nach Betrachtungswei-

1 Werner Heisenberg, *Das Naturbild der heutigen Physik*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1955, S. 19.

2 Karl Korsch, »Das Kausalgesetz und seine Grenzen (II)« (1933). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996, S. 583–587, S. 585.

3 Erinnert sei an Laplace, der behauptete, daß eine überirdische Intelligenz, die den Zustand des Universums zu irgendeinem Zeitpunkt exakt kennt, seinen Zustand zu jedem beliebigen Zeitpunkt vorherberechnen könne.

se entweder in der Teilchen- oder in der der Wellenform *erscheinen*. Es ist also der Beobachter bzw. die gewählte Art der Beobachtung, die die Materie in der einen oder anderen Form erscheinen läßt. Daraus folgt zugleich, daß es unmöglich ist, zugleich Ort und Geschwindigkeit eines atomaren Teilchens zu bestimmen. Durch den Eingriff des Beobachtungsinstruments verwischt entweder die Kenntnis der Geschwindigkeit oder des Orts, die quantentheoretischen Gesetze sind daher statistischer Art. »Gott würfelt nicht«, hat Einstein empört eingewandt.⁴ *Doch der Mensch begegnet in der Natur nicht mehr Gott, sondern sich selbst.*

9.1 EIN NEUER ZEITBEGRIFF

Die enge Verbindung mit der Technik ist es, die der Naturwissenschaft ihre allgemeine Akzeptiertheit sichert, durch sie erst wird ihr Urteil zur letzten Autorität erhoben. Diese »Anrufung der Tatsache«, durch die die Wissenschaft Europa »die Herrschaft über die Welt«⁵ gab, führte Bertrand Russell denn auch zu der Aussage, Wissenschaft beruhe auf Macht: »Wissenschaftliches Denken ist im wesentlichen Machtdenken – das heißt, ein Denken, dessen bewußter oder unbewußter Zweck darin besteht, seinem Träger Macht zu geben.«⁶

Die radikale Umwälzung des Weltbilds der klassischen Physik geht denn auch auf Entdeckungen zurück, die im Kontext der industriellen Revolution standen. Die Erforschung der Dampfmaschine ließ die Natur als irreversiblen, fortschreitenden Prozeß erscheinen – und mit ihr die Zeit.

Die Technik eines jeden Zeitalters spiegelt sich in seinem Denken ebenso wider wie sein Denken in der Technik. Die mechanische Uhr und das Newtonsche Universum korrespondieren in eigentümlicher Weise miteinander. Eine Taschenuhr ist ein miniaturisiertes Planetarium, in dem jede Bewegung vorherbestimmt ist. In absoluter Periodizität wiederholt sich die Bewegung der Zeiger wie die der Planeten. Die Zeit ist die der Wiederkehr; in einem Jahr ist der Umlauf der Erde um die Sonne vollendet. Nach dem Vater der Kybernetik, Norbert Wiener, war das »hauptsächliche technische Ergebnis dieser Ingenieur Tätigkeit nach dem Modell von Huygens und Newton (...) das Zeitalter der Navigation, in dem es zum erstenmal möglich war, Längen mit einer beachtlichen Genauigkeit zu berechnen und dem Handel über die Ozeane das Abenteuerliche zu nehmen und ihn zu einem regulären Gewerbe zu machen. Es ist die Technik des Merkanti-

4 »Es scheint hart, dem Herrgott in seine Karten zu gucken. Aber daß er würfelt und sich ›telepathischer‹ Mittel bedient (wie es ihm von der gegenständigen Quantentheorie zugemutet wird) kann ich keinen Augenblick glauben.« (Albert Einstein, *Brief an Cornelius Lánzos vom 21. März 1942*. URL: <http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz9303/mgy9303.html> (besucht am 08. 07. 2005).) In diesem Brief erklärt Einstein auch, seine »Einstellung zur Physik« beruhe auf seinem »Glaube(n) an Erfäßbarkeit der Realität durch etwas logisch Einfaches und Einheitliches«.

5 Bertrand Russell, *Macht* (1938). Hamburg und Wien: Europa, 2001, S. 125.

6 Zitiert nach Lewis Mumford, *Mythos der Maschine. Kultur, Technik und Macht*. Wien: Europa, 1974, S. 370.

listen.«⁷ Zugleich wurde durch die mechanische Uhr jedoch eine neue, irreversible Form der Zeit konstruiert. Vor ihrer Erfindung wurde Zeit an Naturprozessen gemessen und bestand in der Abfolge sich beständig wiederholender Ereignisse. Vögel kamen im Frühjahr und flogen fort im Herbst – was nicht nur die Vögel, sondern zugleich die Jahreszeiten bestimmte.⁸ »Die Natur selbst bestand ohne Frage aus Einzelscheinungen, allerdings Erscheinungen, die ständig als ihre eigenen Metamorphosen wiederkehrten, und die deshalb permanent und ewig waren. ›Was ewig ist, ist kreisförmig, und was kreisförmig ist, ist ewig‹ sagt Aristoteles, und selbst Galilei glaubte noch an die Ewigkeit des Universums, in dem Wiederkehr und Periodizität herrschten.«⁹ Der Bruch mit der alten Auffassung von Zeit zeigt sich am deutlichsten an Darwins Evolutionslehre: Die Natur ist für Darwin nicht mehr der Taktgeber der Zeit, sondern selbst einem zeitlichen Prozeß unterworfen und damit irreversiblen Metamorphosen. Natur gilt seitdem als Entwicklung, Fortschritt – und nicht mehr als die ewige Wiederkehr des Immergleichen.¹⁰

Die neue Zeit ist eine mechanische, stumpfe Zeit, die das Leben dem Takt der industriellen Produktion unterordnet. »Die Maschine, die die Zeit mechanisierte, regelte nicht nur die Tätigkeiten des Tages: Sie machte die menschlichen Reaktionen unabhängig von Auf- und Untergang der Sonne und knüpfte sie an den Gang der Uhrzeiger; so führte sie genaues Maß und exakte Zeitkontrolle in jede Lebenstätigkeit ein, indem sie eine unabhängige Norm aufstellte, nach welcher der ganze Tag geplant und eingeteilt werden konnte.«¹¹ Die Vorstellung von Zeit wurde von den Naturprozessen abgekoppelt und damit unabhängig von allen äußeren Einflüssen. Die Uhr produziert »Stunden, Minuten, Sekunden und heute sogar Mikro-, Nano- und Pikosekunden.«¹² Mumford stellt fest, die Uhr "is a piece of power-machinery whose 'product' is seconds and minutes: by its essential nature it dissociated time from human events and helped create the belief in an independent world of mathematically

7 Norbert Wiener, *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1968, S. 62. – Die auf Kopernikus, Kepler, Galilei und Newton zurückgehende Astronomie des Sonnensystems sei »die Amme der modernen Physik«. Die daraus abgeleitete astronomische Zeit als Wiederkehr des Immergleichen widerspreche allerdings der menschlichen Zeit, die wesentlich irreversibel und asymmetrisch sei: »Kurzum, wir sind zeitlich gerichtet, und unsere Beziehungen zur Zukunft unterscheiden sich von unseren Beziehungen zur Vergangenheit. Alle unsere Fragen und alle unsere Antworten sind gleicherweise durch diese Asymmetrie bedingt.« (Ebd., S. 57.)

8 Vgl. Joseph Weizenbaum, *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977, S. 40–42.

9 Ebd., S. 42.

10 Die Quantenmechanik hat diesen irreversiblen Charakter *aller* Naturprozesse bestätigt: »in der wirklichen Natur gibt es keinen einzigen reversiblen Prozeß«. (Max Planck, zitiert nach Max Horkheimer, »[Das Unmittelbar Gegebene als Urgrund der Erkenntnis. Zur Kritik der Kantischen mechanistischen Erkenntnistheorie]« (1921/22(?)). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 11: *Nachgelassene Schriften 1914–1931*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1987, S. 22–69, S. 65.)

11 Mumford, *Mythos der Maschine* (s. Anm. 6), S. 325.

12 Weizenbaum (s. Anm. 8), S. 42.

measurable sequences: the special world of science.”¹³ Ironischerweise bereitete also ausgerechnet die mechanische Uhr, die technisch doch ein reines Abbild der reversiblen Zeit des Newtonschen Phasenraums war, eine radikal neue Zeitvorstellung vor, die mit dem Newtonschen System brach.¹⁴

Auch in der Dampfmaschine wurde die Zeit als fortschreitender statt zirkulärer Prozeß entdeckt. Durch die zunehmende Industrialisierung zu Beginn des 18. Jahrhunderts wurde das Studium der Antriebsmaschinen zum zentralen Gebiet des Ingenieurwesens. Die Umwandlung von Wärme in ausnutzbare Energie ließ die Wissenschaft von der Thermodynamik aufkommen, die die Zeit als irreversibel auffaßt. Denn die Thermodynamik verkündete zwar in ihrem ersten Hauptsatz, daß Energie prinzipiell erhalten bleibt und umgewandelt werden kann, in ihrem zweiten Hauptsatz jedoch, daß die Wärmedifferenz in einem geschlossenen System niemals zunehmen kann. Die Temperatur zweier Flüssigkeiten – die eine warm, die andere kalt – wird sich über die Zeit angleichen. Damit wird es aber unmöglich, zwischen die beiden nivellierten Flüssigkeiten eine Wärmemaschine zu setzen, die die Wärme in brauchbare Rotations- und Translationsenergie zu wandeln vermag. Der Physiker RUDOLF CLAUSIUS suchte einen Begriff für diese Unmöglichkeit, Wärme in Arbeit zu wandeln. Er meinte ihn in der Negation des griechischen Wortes *tropè*, das Wandel/Umkehr bedeutet, gefunden zu haben: *Entropie*.¹⁵ Dieser Prozeß ist irreversibel – es ist innerhalb eines geschlossenen Systems, das heißt ohne äußere Zufuhr von Energie, unmöglich, wieder eine Temperaturdifferenz herzustellen.¹⁶ Die Hauptsätze der Thermodynamik sind allerdings allesamt reine Erfahrungssätze, basierend auf empirischen Beobachtungen. Erst die statistische Mechanik, die den Zustand eines Systems nicht mehr streng deterministisch, sondern nur noch nach Wahrscheinlichkeiten

13 Lewis Mumford, *Technics and Civilization* (1934). New York: Harcourt, Brace & Co., 1947, S. 15. – Die Naturwissenschaft operationalisiert Zeit freilich als diskreten Prozeß, nicht als kontinuierlichen. Zeit, wie sie die Naturwissenschaft versteht, ist also gewissermaßen gequantelt und springt von Zeitpunkt zu Zeitpunkt. Wie groß diese Sprünge sind, hängt von der im Modell verwendeten Auflösung ab. Idealtypischer Ausdruck der modernen Naturwissenschaft ist der digitale Computer. Die »universale Maschine« (siehe oben, Kapitel 1.3 auf Seite 39) vermag jede naturwissenschaftliche Theorie, das heißt die operationalisierte Beschreibung (das Modell) von Naturbeobachtung, als Programm aufzunehmen.

14 Mit dieser Feststellung korrespondiert die Tatsache, daß am Anfang der Entwicklung des ersten mechanischen Computers, Babbages Differenzmaschine, die Notwendigkeit der Berechnung von nautischen Logarithmentafeln stand. Das Neue nimmt in der Form des Alten Gestalt an.

15 Die korrekte Form wäre freilich *Utropie* gewesen. Vgl. Heinz von Foerster, »Unordnung/Ordnung«. In: Ders., *Wissen und Gewissen. Versuch einer Brücke*. Hrsg. von Siegfried J. Schmidt. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1993, S. 134–148.

16 Der schottische Physiker James Clerk Maxwell veröffentlichte 1871 ein Gedankenexperiment, in dem er ein Wesen beschrieb, das an der Schnittstelle zwischen zwei Behältern sitzt und das Verbindungsventil so öffnet und schließt, daß sich die schnellen Moleküle in der einen und die langsamen Moleküle in der anderen Hälfte des Behälters sammeln. Dieses später *Maxwellscher Dämon* genannte Wesen würde also effektiv die Entropie vermindern.

beschreibt, führte zu einer mikroskopischen Fundierung der Thermodynamik.¹⁷

Es war die Quantenmechanik, die die Vorstellung einer reversiblen Zeit endgültig ad acta legte und damit die Physik, deren Zeitvorstellung der eigentümlich menschlichen Vorstellung von Zeit als irreversibel widersprach, wieder auf ihr menschliches Maß zurechtbog. Heisenberg bewies, daß selbst die vollständige Angabe des vergangenen und gegenwärtigen Zustands eines Systems nicht hinreichend ist, seinen zukünftigen Zustand mehr als statistisch vorherzusagen. Wenn die Zukunft aber nicht determiniert ist, kann die Zeit nicht reversibel sein.¹⁸

9.2 WENDEPUNKT DES MECHANISCHEN WELTBILDS: HERMANN VON HELMHOLTZ

Doch zurück zum mechanischen Denken des neunzehnten Jahrhunderts. Der Höhepunkt des mechanischen Weltbildes markiert zugleich seinen Wendepunkt, der letztendlich zur oben skizzierten Naturauffassung führen sollte. Exemplarisch läßt sich das am Denken des Physiologen und Physikers HERMANN VON HELMHOLTZ aufzeigen. Der von der wilhelminischen Geschichtsschreibung zum »Reichskanzler der Physik« erhobene erste Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin setzte in seinen erkenntnistheoretischen Schriften die Naturwissenschaften mit der Mechanik gleich, ja erhob sie zur einzig möglichen Form der Erkenntnis. Zugleich bereitete er damit jedoch den Boden für die Umwälzung des naturwissenschaftlichen Weltbildes durch die moderne Physik.

17 Otto Mayr, »Adam Smith und das Konzept der Regelung. Ökonomisches Denken und Technik in Großbritannien im 18. Jahrhundert«. In: *Technikgeschichte. Historische Beiträge und neuere Ansätze*. Hrsg. von Ulrich Troitzsch und Gabriele Wohlauf. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1980, S. 241–268, weist darauf hin, daß zeitgleich mit dem Entstehen technischer Rückkopplungssysteme geschlossene Wirkungskreise auch im Denken der politischen Ökonomie konstitutiv wirkten. Adam Smith' Konzeption der *invisible hand* – die Auffassung also, daß wirtschaftliche Systeme von selbst zu einem Gleichgewicht tendieren und jede Einmischung von Seiten des Staates schädlich sei – ist im Kern ein solcher Rückkopplungsmechanismus: Immer, wenn eine Variable vom Gleichgewicht abweicht, reagiert die Öffentlichkeit, motiviert durch ihr egoistisches Eigeninteresse, so, daß der Abweichung entgegengewirkt wird. Öffentlichkeit ist hier freilich als statistische Ganzheit konzipiert; die individuellen Handlungen gehen gleichsam im statistischen Rauschen unter. Hieraus ergibt sich die interessante Überlegung, ob der Übergang von einem deterministischen zu einem stochastischen Weltbild nicht, wie gemeinhin angenommen, primär aus der Technik- und Naturwissenschaftsgeschichte selbst hervorgeht, sondern vielmehr den Unwägbarkeiten eines Wirtschaftssystems geschuldet ist, in dem die einzelnen Teilnehmer als Monaden handeln und für einen letztlich unbekanntem Markt produzieren.

18 Norbert Wiener vermutet hier den Hegelschen Weltgeist am Werke: »So formten Newton und Planck/Bohr der Reihe nach die Thesis und Antithesis eines Hegelschen Widerspruchs. Die Synthese ist die statistische Theorie, von Heisenberg 1925 entdeckt, in der die statistische Newtonsche Dynamik von Gibbs durch eine statistische Theorie ersetzt wird, die jener von Newton und Gibbs für Makrovorgänge sehr ähnelt, aber in der die vollständige Angabe von Daten für Gegenwart und Vergangenheit nicht ausreichend ist, die Zukunft mehr als statistisch vorherzubestimmen.« (Wiener, *Kybernetik* (s. Anm. 7), S. 61.)

Helmholtz, der nach eigenem Bekunden an Kant anknüpfte, übernahm in seiner Auseinandersetzung mit den Problemen der letzten Begründung mathematischer Erkenntnis zunächst dessen epistemologischen Subjekt-Objekt-Dualismus, suchte sich jedoch von den metaphysischen Elementen in Kants Philosophie zu befreien – und damit von den Kategorien, die bei Kant ja erst die Möglichkeit von Erkenntnis außerhalb der empirischen Naturwissenschaften bilden.

Gleich Kant war auch Helmholtz der Ansicht, daß wir die Außenwelt (das »Ding an sich«) nicht direkt wahrnehmen, sondern über Sinnesindrücke vermittelt. Die Welt erscheint uns so, wie sie uns erscheint, aufgrund der spezifischen Organisation unserer Sinnesorgane. Was wir wahrnehmen, sind also nicht direkte Abbilder der Dinge, wie sie an sich sind, sondern lediglich Zeichen derselben. Ein Zeichen braucht aber gar keine Ähnlichkeit mit dem Bezeichneten zu haben, die »Beziehung zwischen beiden beschränkt sich darauf, daß das gleiche Objekt, unter gleichen Umständen zur Einwirkung kommend, das gleiche Ziel hervorruft, und daß also ungleiche Zeichen immer ungleicher Einwirkung entsprechen.«¹⁹ Genau diese Form der Entsprechung macht aber Naturwissenschaft möglich, indem sie es erlaubt, Naturgesetze aufzufinden. Denn im Umkehrschluß ist damit zugleich »die Abbildung der Gesetzmäßigkeit in den Vorgängen der wirklichen Welt«²⁰ gesichert. Das Kriterium der Richtigkeit des so bestimmten Naturgesetzes ist also erfolgreiches Handeln. Wahre Vorstellungen sind solche, die uns zu zweckmäßigem Handeln führen.

Die Methode der Naturwissenschaften ist das Experiment. Die Natur wird gleichsam isoliert und unserem Willen unterworfen, insofern alle als störend empfundenen Impulse ausgeschlossen und nur noch vom Menschen intendierte Einwirkungen zugelassen werden. Die Kette der Ursachen durchläuft beim Experiment das Selbstbewußtsein des Menschen: »Ein Glied dieser Ursachen, unseren Willensimpuls, kennen wir aus innerer Anschauung und wissen, durch welche Motive er zustande gekommen ist. Von ihm aus beginnt dann, als von einem uns unbekanntem Anfangsglied und zu einem uns bekannten Zeitpunkt, die Kette der physischen Ursachen zu wirken, die in den Erfolg des Versuches ausläuft. Aber eine wesentliche Voraussetzung für die zu gewinnende Überzeugung ist die, daß unser Willensimpuls weder selbst durch physische Ursachen, die gleichzeitig auch den physischen Prozeß bestimmten, schon mit beeinflußt worden sei, noch seinerseits psychisch die darauf folgenden Wahrnehmungen beeinflußt habe.«²¹ Die offensichtliche Unmöglichkeit des letzten Halbsatzes, der die psychologische Trivialität ignoriert, daß oftmals nur das wahrgenommen wird, was der Wahrnehmende wahrnehmen will, zeigt die Abspaltung des Subjekts aus der zu erkennenden Welt. Die Methode der modernen Naturwissenschaft gilt Helmholtz als

19 Hermann von Helmholtz, »Die Tatsachen in der Wahrnehmung« (1878). In: Ders., *Schriften zur Erkenntnistheorie*. Hrsg. von Ecke Bonck. Komm. von Moritz Schlick und Paul Hertz. Wien: Springer, 1998, S. 147–229, S. 153.

20 Ebd.

21 Ebd., S. 166.

die menschliche Form der Anschauung schlechthin. Erkenntnis wird hier mit naturwissenschaftlicher Erkenntnis gleichgesetzt und damit Rationalität auf eine instrumentelle verengt. Entsprechend betrachtet Helmholtz *jede* menschliche Bewegung, auch die willkürliche, »als ein Experiment (...), durch welches wir prüfen, ob wir das gesetzliche Verhalten der vorliegenden Erscheinung, d. h. ihr vorausgesetztes Bestehen in bestimmter Raumordnung, richtig aufgefaßt haben.«²²

Die radikale Verdrängung des erkennenden Subjekts, wie sie Helmholtz vornimmt, bedarf einer Revision der Kantischen Auffassungen. Bei Kant sind die geometrischen Axiome²³ a priori, das heißt vor der Anschauung gegeben. Hierin sieht Helmholtz eine metaphysische Abirrung und hält dagegen, daß lediglich die Form der Raumvorstellung a priori gegeben sein müsse, die Axiome der Geometrie hingegen der empirischen Erfahrung abgerungen seien: »Da nun Kants Kritik sonst überall gegen die Zulässigkeit metaphysischer Folgerungen gerichtet ist, so scheint mir sein System von einer Inkonsequenz befreit und ein klarer Begriff von dem Wesen der Anschauung gewonnen zu werden, wenn man den apriorischen Ursprung der Axiome aufgibt, und die Geometrie als die erste und vollendetste der Naturwissenschaften ansieht.«²⁴ Sollten die geometrischen Axiome eine a priori gegebene Form der Anschauung sein, wäre eine nichteuklidische Geometrie nicht denkbar. Daß diese aber denkbar ist, zeigt umgekehrt, daß die euklidische Geometrie auf Erfahrung gründet. »Kants Beweis für die transzendente Natur der geometrischen Axiome ist also hinfällig. Andererseits zeigt die Untersuchung der Erfahrungstatsachen, daß die geometrischen Axiome, in demjenigen Sinne angewandt, wie sie allein auf

22 Ebd.

23 Der griechische Mathematiker EUKLID lebte von ca. 365 bis 300 v. Chr. in Alexandria. In seinen *Elementen*, in denen er das mathematische Wissen seiner Zeit zusammentrug, leitete er die Eigenschaften von geometrischen Objekten und ganzen Zahlen aus fünf Axiomen her. Die moderne Mathematik organisiert auch die Arithmetik nach der axiomatischen Methode des Euklid. Während die ersten vier Grundannahmen der Euklidischen Geometrie:

1. zwei verschiedene Punkte liegen auf genau einer Geraden,
2. jede Strecke kann unendlich zu einer Geraden verlängert werden,
3. zu jeder Strecke existiert ein Kreis mit der Strecke als Radius und einem Endpunkt als Mittelpunkt,
4. alle rechten Winkel sind kongruent,

intuitiv einsichtig erscheinen, ist das fünfte Axiom, das *Parallelenaxiom*:

5. daß für jede beliebige Gerade und für jeden beliebigen Punkt, der nicht auf dieser Geraden liegt, eine eindeutige Gerade existiert, die durch diesen Punkt geht und die erste Gerade nicht schneidet,

komplizierter und nicht mehr unmittelbar einsichtig. Es wurde daher allgemein als Fremdkörper angesehen, und nicht wenige Mathematiker suchten es seit der Antike aus den ersten vier Annahmen abzuleiten. Im 19. Jahrhundert entwickelten János Bolyai, Carl Friedrich Gauß und Nikolai Lobatschewski durch Ersatz des Parallelenaxioms bzw. den kompletten Verzicht auf dieses die *nichteuklidische* und die *absolute Geometrie*. Die von Leonard Euler durch Auslassung des 3. und 4. Axioms entdeckte *Affine Geometrie* entspricht dem Minkowskiraum, der in der Speziellen Relativitätstheorie Albert Einsteins Anwendung findet. Eine wichtige Anwendung der nichteuklidischen Geometrie ist die Beschreibung der Geometrie des Raumes in der Allgemeinen Relativitätstheorie.

24 Ders., *Wissenschaftliche Abhandlungen*. Band II, S. 642, zitiert nach: Helmholtz, »Die Tatsachen in der Wahrnehmung« (s. Anm. 19), S. 212.

die wirkliche Welt angewendet werden dürfen, durch Erfahrung geprüft, erwiesen, eventualiter auch widerlegt werden können.«²⁵

Aus heutiger Sicht markieren diese zwei Sätze die Bruchstelle in Helmholtz' Denken. Während die Erhebung der Geometrie zur Naturwissenschaft es prinzipiell ermöglicht, alle Naturwissenschaft in die eng mit der Geometrie verwandte Mechanik aufzulösen, mußte doch mit dem experimentellen Nachweis der Existenz eines nichteuklidischen Raums die Mechanik ihre grundlegende Rolle als Leitwissenschaft verlieren.

Auch in einem anderen wichtigen Punkt unterscheidet sich Helmholtz von Kant: Während letzterer die Gültigkeit des Kausalgesetzes a priori unterstellte (also dem erkennenden Subjekt zukommen ließ), stellt es bei Helmholtz eine aus der Erfahrung gewonnene Hypothese dar.

Helmholtz löst schließlich das Subjekt vollkommen im Objekt auf, wenn er die Möglichkeit eines von der Materie unabhängig existierenden Geistes leugnet. Ein solcher sei mit dem Energieerhaltungsprinzip unvereinbar.²⁶ Damit aber fällt die Descartes'sche Unterscheidung zwischen *res cogitans* und *res extensa* und das Verhältnis von Subjekt und Objekt müßte neu bestimmt werden. Das epistemologische Zusammenfallen von Subjekt und Objekt wird bei Helmholtz jedoch einseitig in Richtung des Objekts aufgelöst, er unterläßt es, die Vermittlung im Erkenntnisprozeß zu denken und bleibt so in einer materialistisch-monistischen Metaphysik befangen.

Obwohl Helmholtz dachte, so den Anspruch der Mechanik als Leitwissenschaft theoretisch zu begründen und er zu dem bereits zitierten Schluß kam, daß es »das Endziel der Naturwissenschaften ist, die allen andren Veränderungen zu Grunde liegenden Bewegungen und deren Triebkräfte zu finden, also sich in Mechanik aufzulösen«²⁷, war es doch gerade die Verlegung sowohl der Geometrie wie der Kausalität aus dem erkennenden Subjekt in die objektiv gedachte Welt, die es ermöglichte, daß Verhältnis von Subjekt und Objekt neu zu denken. Nachdem man im mikroskopischen Bereich des Atominneren und im makroskopischen Bereich der Relativitätstheorie empirisch Räume entdeckt hatte, die nicht-euklidisch waren bzw. in denen das Kausalgesetz nicht mehr vollständig gültig war, konnte die Mechanik nicht mehr als Leitwissenschaft gelten.

9.3 ERNST MACHS NEUTRALER MONISMUS

Helmholtz' Denken hat auch ERNST MACH beeinflusst. Mach, im Alltagsbewußtsein am ehesten bekannt durch die sogenannte »Mach-Zahl«, die die Geschwindigkeit relativ zur Schallgeschwindigkeit angibt, war ein von 1838 bis 1916 lebender österreichischer Physiker, Philosoph und Wissenschaftstheoretiker. Unter anderem entwickelte er ein Verfahren zur

²⁵ Helmholtz, »Die Tatsachen in der Wahrnehmung« (s. Anm. 19), S. 163.

²⁶ Vgl. ders., »Über das Ziel und die Fortschritte der Naturwissenschaft« (1869). Eröffnungsrede für die Naturforscherversammlung zu Innsbruck. In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. V.1: *Vorträge und Reden*. Hrsg. von Jochen Brüning. Hildesheim, Zürich und New York, 2002, S. 367–398, S. 385 f.

²⁷ Ebd., S. 379.

Photographie von Projektilen bei Überschallgeschwindigkeit, entdeckte die Bogengänge im Innenohr als Gleichgewichtsorgan und wies den Doppler-Effekt experimentell nach. Seine Arbeiten zur Mechanik, die Kritik von Newtons Unterscheidung relativer und absoluter Räume, Zeiten und Bewegungen, die er als metaphysisch verwarf, beeinflussten Albert Einstein bei der Formulierung der allgemeinen Relativitätstheorie. Machs Lehre von den Weltelementen, von der Einheit von innerer und äußerer Welt in den Empfindungen und Vorstellungen hatte großen Einfluß auf den logischen Empirismus und die »Wissenschaftliche Weltauffassung« des Wiener Kreises. Daß sein Denken auch viele Anhänger in der österreichischen und russischen Sozialdemokratie fand, veranlaßte Lenin zu einer gegen Mach und den ähnlich denkenden Richard Avenarius gerichteten Streitschrift.²⁸

Mach beschäftigte sich intensiv mit Helmholtz, zu dessen *Lehre von den Tonempfindungen* (1863) er 1866 eine Einführung schrieb. Doch während Helmholtz sich als Kantianer begreift und doch die Kantische Philosophie in einen monistischen Materialismus auflöst, wendet sich Mach explizit gegen den Kantischen Dualismus von Ding an sich und für uns und sucht einen neutralen Monismus zu begründen. Denn wenn, wie Kant sagt, das Ding an sich nichts weiter als eine Schimäre ist und lediglich die Erscheinungen von Relevanz sind, hindert uns nichts daran, die Dingwelt in der Grenzregion zwischen unserem Körper und der Welt zu verorten; sie ist Produkt unseres Verstandes und unserer Sinnlichkeit. Und so ist es bei Ernst Mach die Lektüre der *Prolegomena*, die zur Verwerfung des »Ding an sich« führt und die er als eine Art glückliches Erweckungserlebnis schildert: »Ich habe es stets als besonderes Glück empfunden, daß mir sehr früh (in einem Alter von 15 Jahren etwa) in der Bibliothek meines Vaters Kants ›Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik‹ in die Hand fielen. Diese Schrift hat damals einen gewaltigen unauslöschlichen Eindruck auf mich gemacht, den ich in gleicher Weise bei späterer philosophischer Lektüre nie mehr gefühlt habe. Etwa 2 oder 3 Jahre später

28 Der Machschen Philosophie unterstellt Lenin in ihrem Kern einen Berkeleyschen Idealismus, da beide eine klare Unterscheidung von »Psychischem« und »Physischen« vermissen ließen, und Lenin von jedem Materialismus die klare Abgrenzung vom als per se bürgerlichen Klasseninteressen dienenden denunzierten Idealismus verlangt. Das Werk wurde in der wissenschaftlichen Debatte einhellig für ungenügend befunden. Leszek Kolakowski etwa beschreibt es als »das typische Werk eines Amateurs, ein wertloses Erzeugnis, das mit einer überaus plumpen Argumentation argumentiert«. (Leszek Kolakowski, *Die Hauptströmungen des Marxismus. Entstehung · Entwicklung · Zerfall*. 3. Aufl. Bd. 2. München: Piper, 1988, S. 510.) Der promovierte Physiker und Mach-Anhänger Friedrich Adler schrieb über das Buch an seinen Vater Victor, den Begründer der österreichischen Sozialdemokratie: »Lenin hat ein großes Buch von 450 Seiten gegen den Machismus geschrieben, in dem er auch mich sehr ausführlich angreift, was mich aber nicht im geringsten stört. Er führt nur ausführlich den Beweis, daß er nicht weiß, um was es sich handelt. Dabei ist das ganze Buch eine sehr große Sitzleistung, er hat in einem Jahr die ganze Literatur, von der er bisher keine Ahnung hatte, durchgenommen und sie dann kritisiert.« (Zitiert nach Ernst Glaser, *Im Umfeld des Austromarxismus. Ein Beitrag zur Geistesgeschichte des österreichischen Sozialismus*. Wien: Europa, 1981, S. 56.) Eine weitere Kritik von einem undogmatischen marxistischen Standpunkt aus gibt Anton Pannekoek, *Lenin als Philosoph* (1938). In: Anton Pannekoek, Paul Mattick u. a., *Marxistischer Antileninismus*. Freiburg i. Br.: Ça ira, 1991, S. 59–153.

empfand ich plötzlich die müßige Rolle, welche das ›Ding an sich‹ spielt. An einem heiteren Sommertage im Freien erschien mir einmal die Welt samt meinem Ich als eine zusammenhängende Masse von Empfindungen, nur im Ich stärker zusammenhängend. Obgleich die eigentliche Reflexion sich erst später hinzugesellte, so ist doch dieser Moment für meine ganze Anschauung bestimmend geworden.«²⁹

Mach löst den Dualismus von Subjekt und Objekt, von Ding an sich und Ding für uns erkenntnistheoretisch in die Einheit der Elemente auf, die das gesamte Erleben des Menschen umfassen, das physische Außenleben vermittelt der Empfindungen wie das psychische Innenleben vermittelt der Vorstellungen. »Die Ansicht, welche sich allmählich Bahn bricht, daß die Wissenschaft sich auf die übersichtliche Darstellung des Tatsächlichen zu beschränken habe, führt folgerichtig zur Ausscheidung aller müßigen, durch Erfahrung nicht kontrollierbaren Annahmen, vor allem der metaphysischen (im Kantschen Sinne). Hält man diesen Gesichtspunkt in dem weitesten, das Physische und Psychische umfassenden Gebiete fest, so ergibt sich als erster und nächster Schritt die Auffassung der ›Empfindungen‹ als gemeinsame ›Elemente‹ aller möglichen physischen und psychischen Erlebnisse, die lediglich in der verschiedenen Art der Verbindung dieser Elemente voneinander bestehen. Eine Reihe von störenden Scheinproblemen fällt hiermit weg.«³⁰

Machs Denken ist jedoch kein sensualistischer Phänomenalismus, obwohl ihm ein solcher oft zugeschrieben wird. Seinen theoretischen Ausgangspunkt bilden nicht die einem ontologisch gedachten Menschen unmittelbar gegebenen Sinneswahrnehmungen, sondern ein realistischer Weltbegriff. Wir sind in eine Umgebung hineingeboren, von der wir schon immer ein Teil sind, und keine getrennt existierenden Wesenheiten. Im Wahrnehmungsapparat fallen die äußere Welt, der auch unser Körper angehört, und die innere Welt, die Gedanken und Vorstellungen, zusammen und konstituieren das Ich als Einheit der Empfindungen und Vorstellungen. Machs Theorie hat also den Anspruch, die ganze Welt zu erklären und überschreitet insofern den (Neo-)Positivismus, der in der Erkenntnis der Welt bei den Sinneswahrnehmungen als der äußersten Grenze der Erkenntnis stehenbleibt und somit einen idealistischen Rest, die unerfahrbare Welt des »Ding an sich«, beibehält und den überwunden geglaubten Subjekt-Objekt-Dualismus reproduziert. In Machs »Psychophysik« ist dagegen für das Descartessche »Ich« als Substanz kein Platz mehr, das er in aufklärerischer Manier negiert: »Das Ich ist unrettbar. Teils diese Einsicht, teils die Furcht vor derselben führen zu den absonderlichsten pessimistischen und optimistischen, religiösen und philosophischen Verkehrtheiten. Der einfachen Wahrheit, welche sich aus

29 Ernst Mach, *Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen*, zitiert nach Friedrich Stadler, *Vom Positivismus zur »Wissenschaftlichen Weltauffassung«*. Am Beispiel der Wirkungsgeschichte von Ernst Mach in Österreich 1895 bis 1934. Wien und München: Löcker, 1982, S. 25 f.

30 Ernst Mach, *Die Analyse der Empfindungen*, Vorwort zur 4. Auflage, zitiert nach Manfred Geier, *Der Wiener Kreis*. Mit Selbstzeugnissen und Bilddokumenten. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1992, S. 65.

der psychologischen Analyse ergibt, wird man sich auf die Dauer nicht verschließen können. Man wird dann auf das eigene Ich, welches schon während des individuellen Lebens vielfach variiert, ja im Schlaf und bei Versunkenheit in eine Anschauung, in einen Gedanken, gerade in den glücklichsten Augenblicken, teilweise oder ganz fehlen kann, nicht mehr den hohen Wert legen. Man wird dann auf individuelle Unsterblichkeit gerne verzichten, und nicht auf das Nebensächliche mehr Wert legen als auf die Hauptsache. Man wird hierdurch zu einer freieren und verklärten Lebensanschauung gelangen, welche Mißachtung des fremden Ich und Überschätzung des eigenen ausschließt.«³¹

Das Ich ist also keine Substanz, sondern besteht aus der Summe aller Empfindungen und Vorstellungen, der jetzt erlebten wie der erinnerten und auch aller möglichen Kombinationen derselben; es ist daher in steter Veränderung begriffen und bleibt nicht mit sich selbst identisch, seine Einheit besteht stattdessen, mit Hegel gesprochen, in der Nichtidentität mit sich selbst als etwas prozeßhaft Werdendem. Hierbei kommen auch den Kombinations- und Assoziationsmöglichkeiten zentrale Bedeutung zu; in schöpferischer Phantasie gestaltet das Ich die ihm im Wortsinne angehörige Welt und damit sich selbst. Als Korrektiv der unregelmäßigen Aktivität der Phantasie wirken die rationalen Kriterien der Wissenschaft, der Überprüfung durch Verifikation; aber auch Technik und Kunst finden an dieser Stelle ihren Ort. Hier wird noch einmal deutlich, daß Machs Denken nicht in einem Sensualismus oder Phänomenalismus aufgeht und einen lediglich die »oberflächlichen« Sinneswahrnehmungen anerkennenden Positivismus überschreitet.

Der Mensch tritt der Welt nicht von außen gegenüber, ist »keine von der Welt isolierte Monade, sondern ein Teil der Welt und mitten im Fluß derselben.«³² Und dadurch, daß wir selbst Teil der Welt und damit der Natur sind, ergibt sich die Möglichkeit sicherer Erkenntnis: »Wir selbst sind uns dann *nahe* genug und den anderen Teilen der Welt *verwandt* genug, um auf wirkliche Erkenntnis zu hoffen.«³³ Entscheidendes Kriterium für die adäquate Repräsentation der Außenwelt in den Empfindungen ist der Erfolg, und der wird durch die Tatsache unserer Existenz verbürgt.

- 31 Ernst Mach, *Analyse der Empfindungen*, zitiert nach Friedrich Stadler, »Ernst Mach – Zu Leben, Werk und Wirkung«. In: *Ernst Mach – Werk und Wirkung*. Hrsg. von Rudolf Haller und Friedrich Stadler. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky, 1988, S. 11–63, S. 28 f. – Gegenüber Hermann Broch erläutert Mach die Verwerfung des Ich als Substanz erkenntnistheoretisch: »Wenn ich sage: ›Das Ich ist unrettbar‹, so meine ich damit, daß es nur in der Einfühlung des Menschen in alle Dinge, in alle Erscheinungen besteht, daß dieses Ich sich auflöst in allem, was fühlbar, hörbar, sichtbar, tastbar ist. Alles ist flüchtig; eine substanzlose Welt, die nur aus Farben, Konturen, Tönen besteht. Ihre Realität ist ewige Bewegung, chamäleonartig schillernd. In diesem Spiel der Phänomene kristallisiert, was wir unser ›Ich‹ nennen. Vom Augenblick der Geburt an bis zum Tod wechselt es ohne Ruhe.« (Zitiert nach Stadler, *Vom Positivismus zur »Wissenschaftlichen Weltauffassung«* (s. Anm. 29), S. 55.)
- 32 Ernst Mach, *Erkenntnis und Irrtum*, zitiert nach Johann Dvořák, »Ernst Mach – ein ›moderner Materialist‹? Zur wissenschaftlichen Methode bei Marx, Engels und Mach«. In: *Ernst Mach – Werk und Wirkung*. Hrsg. von Rudolf Haller und Friedrich Stadler. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky, 1988, S. 329–341, S. 338.
- 33 Zitiert nach Dvořák (s. Anm. 32), S. 338.

Ausgehend vom Darwinschen evolutionsbiologischen Modell von der Entstehung und Entwicklung der Arten konstatiert Mach eine prinzipielle Einheit von Leben und Wissenschaft, insofern wissenschaftliche Forschung eine Methode zum ökonomisch-sparsamen Begreifen der Welt darstellt und dem Menschen hilft, sich in dieser zu orientieren und zu überleben: »Alle Wissenschaft hat nach unserer Auffassung die Funktion, Erfahrung zu ersetzen.«³⁴ Es ist das Prinzip der Denkökonomie, das Mach hier formuliert, und das eng an sein biologisch determiniertes Entwicklungsmodell gekoppelt ist. Die menschliche alltägliche Erkenntnis, die nur eine Fortsetzung des intelligenten Verhaltens der Tiere ist, findet ihre Fortsetzung wiederum in der bewußten und sprachlich exakt fixierten, an das Kriterium des Erfolgs gebundenen Forschungs- und Erkenntnistätigkeit der Wissenschaft. Es gibt also einen ursprünglichen Zusammenhang von Wissenschaft und praktischem Handeln, der in dem allen menschlichem Trachten und Handeln konstituierenden Willen zur Selbsterhaltung begründet ist. Machs erkenntnistheoretischer Positivismus mündet so in eine radikale Historizität ein und keineswegs in eine Apologie des Bestehenden: »Die Geschichte hat alles gemacht, die Geschichte kann alles ändern.«³⁵

Das dem Menschen spezifische Vermögen, das Wissenschaft ermöglicht, ist neben der Fähigkeit zu abstraktem Denken die zu arbeitsteiligem Arbeiten. Arbeitsteilung ist eine Grundbedingung wissenschaftlicher Tätigkeit und besteht nicht nur im innerwissenschaftlichen Austausch, sondern zuerst darin, daß die wissenschaftliche Gemeinschaft von der Sorge

34 Mach, *Erkenntnis und Irrtum*, zitiert nach Stadler, »Ernst Mach – Zu Leben, Werk und Wirkung« (s. Anm. 31), S. 22. – Im Anschluß daran heißt es: »Sie muß daher zwar einerseits in dem Gebiet der Erfahrung bleiben, eilt aber doch andererseits der Erfahrung voraus, stets einer Bestätigung, aber auch Widerlegung gegenwärtig. Wo weder eine Bestätigung noch eine Widerlegung ist, dort hat die Wissenschaft nichts zu schaffen. Sie bewegt sich immer nur auf dem Gebiete der unvollständigen Erfahrung.« Mit diesem erkenntnistheoretischen Fallibilismus antizipiert Mach Karl Poppers Prinzip der Falsifizierbarkeit, also der Forderung, daß eine wissenschaftliche Aussage stets so formuliert sein muß, daß sie eine potentielle Widerlegung nicht von vornherein ausschließt.

35 Ernst Mach, *Geschichte und Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit* (1872), zitiert nach Rudolf Haller, »Grundzüge der Machschen Philosophie«. In: *Ernst Mach – Werk und Wirkung*. Hrsg. von Rudolf Haller und Friedrich Stadler. Wien: Holder-Pichler-Tempsky, 1988, S. 64–86, S. 68. – 1950/51 greift Willard Van Orman Quine Machs These wieder auf, wenn er schreibt, daß die Vorstellung einer Götterwelt auf der gleichen Ebene liege wie die moderne Idee von der Existenz physikalischer Objekte, da beide eine Orientierung im Handeln bezüglich der Welt lieferten. Das begriffliche Schema der Wissenschaft sei »epistemologisch den Göttern Homers vergleichbar. Was mich angeht, glaube ich als Laienphysiker weiterhin an physikalische Objekte und nicht an die Götter Homers; und ich halte es für einen wissenschaftlichen Irrtum, etwas anderes zu glauben. Doch hinsichtlich ihrer epistemologischen Fundierung unterscheiden sich physikalische Objekte und Homers Götter nur graduell und nicht prinzipiell. Beide Arten Entitäten kommen nur als kulturelle Setzungen in unser Denken. Der Mythos der physikalischen Objekte ist epistemologisch den meisten anderen darin überlegen, daß er sich darin wirksamer als andere Mythen erwiesen hat, den Fluß der Erfahrungen eine handliche Struktur aufzuprägen.« (Willard Van Orman Quine, »Zwei Dogmen des Empirismus« (1950/51). In: Ders., *Von einem logischen Standpunkt*. Neun logisch-philosophische Essays. Mit einem Nachwort von Peter Bosch. Frankfurt am Main, Berlin und Wien: Ullstein, 1979, S. 27–50, S. 48 f.)

um ihre unmittelbare physische Reproduktion durch die Gesellschaft freigestellt wird – also in der Scheidung der geistigen von der körperlichen Tätigkeit. Diese Feststellung mündet bei Mach jedoch nicht in einer strukturkonservativen Auffassung. Die Privilegien des Wissenschaftlers verweisen vielmehr auf das Ideal einer egalitären Gesellschaft, in der sich jeder Einzelne voll und umfassend seinen individuellen Fähigkeiten gemäß entfalten kann. Der Mensch ist ein gesellschaftliches Wesen, insofern er arbeitsteilig produziert, und die Reflexion auf den arbeitsteiligen Charakter der gesellschaftlichen Produktion erzeugt ein rational begründetes moralisches Sollen, das auf eine Emanzipation der arbeitenden Massen drängt. Gesellschaft soll rational gestaltet werden: »Bedenken wir die Qualen, welche unsere Vorfahren unter der Brutalität ihrer sozialen Einrichtungen, ihrer Rechts- und Gerichtsverhältnisse, ihres Aberglaubens, ihres Fanatismus zu erdulden hatten, erwägen wir die reichliche Erbschaft der Gegenwart an diesen Gütern, stellen wir uns vor, was wir davon noch in unseren Nachkommen miterleben werden, so ist uns dies ein genügend mächtiger Antrieb, endlich auch an der Verwirklichung des Ideales einer *sittlichen* Weltordnung mit Hilfe unserer psychologischen und soziologischen Einsichten eifrig und kräftig mitzuarbeiten. Haben wir aber einmal eine solche sittliche Ordnung geschaffen, so wird niemand sagen können, daß sie *nicht* in der Welt sei und niemand wird mehr nötig haben, sie in mystischen Höhen oder Tiefen zu suchen.«³⁶

Ernst Mach sympathisierte ebenso mit der Revolution von 1848 wie er die Niederschlagung der Pariser Kommune verurteilte. Er war Mitglied der sozial-reformerischen »Wiener Fabier-Gesellschaft«, stand der Arbeiterbewegung nahe, wandte sich öffentlich gegen rassistische Auffassungen und engagierte sich für die Gleichberechtigung der Frau. Als lebenslanges Mitglied des Herrenhauses, zu dem er nach seiner Emeritierung ernannt wurde (auf den ihm gleichfalls angebotenen Adelstitel verzichtete er) ließ er sich 1901 und 1907 im Krankenwagen zu Abstimmungen bringen, in denen über den Neunstundentag bzw. die Wahlreform entschieden wurde. Mit Victor Adler, dem Gründer der österreichischen Sozialdemokratie, war er befreundet und auch mit dessen Sohn Friedrich Adler, der versuchte, Machs Denken mit dem Marxismus zu vereinigen.

Die evolutionär-darwinistisch begründete, »biologisch-determinierte Erkenntnislehre«³⁷ führt Mach zu einem Wissenschaftsbegriff, der in der Beschreibung des Tatsächlichen³⁸ aufgeht und auf dessen Erklärung verzichtet. Der Begriff der Ursache eines Ereignisses wird durch den mathematischen Funktionsbegriff ersetzt. Die Natur besteht aus lauter unzusammenhängenden, singulären Ereignissen, und erst der Versuch, sie erkennbar und beherrschbar zu machen, führt zur Formulierung von

36 Ernst Mach, *Erkenntnis und Irrtum*, zitiert nach Dvořák (s. Anm. 32), S. 338.

37 Ernst Mach, *Autobiographie*, zitiert nach Stadler, »Ernst Mach – Zu Leben, Werk und Wirkung« (s. Anm. 31), S. 19.

38 Bei Kant entspräche dem »Tatsächlichen« freilich das »Phänomen«. Nach Mach sind uns lediglich unsere Empfindungen und Vorstellungen gegeben, die er daher als das »Tatsächliche« bezeichnet. Die Konstruktion einer wie auch immer gearteten »objektiven Außenwelt« lehnt er dagegen als metaphysisch ab.

Naturgesetzen. Die Naturgesetze sind also vom Menschen in tätiger Auseinandersetzung mit seiner Umwelt erdacht worden und kommen nicht der Natur »an sich« zu. Eine solche gibt es auch gar nicht, wie überhaupt die Vorstellung von einem »Ding an sich« sinnleer ist.³⁹ Wissenschaftliche Begriffe sind jedoch keinesfalls abstrakte Gebilde, die mit der empirischen Wirklichkeit nichts zu tun haben. Sie sind prinzipiell unvollständige Konstruktionen, die der tätigen Auseinandersetzung des Menschen mit seiner Umwelt entsprungen sind und aus ihr ihre Wahrheit erhalten.⁴⁰

Alles Erkenntnisvermögen ist für Mach ein historisch gewordenes, denn sowohl erworbene wie instinktive Reaktions- und Urteilsweisen sind einem (gattungs-)geschichtlichen Evolutionsprozeß unterworfen und damit das Produkt vorgängiger Erfahrungen. Mit dem »an sich« fällt der Mensch als ontologische Gegebenheit und somit sämtliche apriorischen Voraussetzungen. Es gibt kein a priori, sondern nur a posteriori; alles Gegebene ist Ergebnis eines vorgängigen Entwicklungsprozesses.

Nach Mach sind also »die Naturgesetze (...) ein Erzeugnis unseres psychologischen Bedürfnisses, uns in der Natur zurecht zu finden«⁴¹, mithin Versuche des Menschen, sich in der Welt zu orientieren, indem er sie gestaltet. Naturgesetze wie mathematische Gesetze werden nicht in der Natur entdeckt, sondern sind Resultat eines gesellschaftlichen Arbeitsprozesses. Damit schreibt sich aber der jeweilige »Kulturzustand« in die Gesetze selbst ein: »Es ist sehr natürlich, daß in Zeiten geringer Schärfe der erkenntnistheoretischen Kritik die psychologischen Motive in die Natur projiziert und dieser selbst zugeschrieben worden sind. Gott oder die Natur strebt nach Einfachheit und Schönheit, dann nach strenger Gesetzmäßigkeit und Bestimmtheit, endlich nach Sparsamkeit und Ökonomie in allen Vorgängen, nach Erzielung aller Wirkungen mit dem kleinsten Aufwand.«⁴²

Wie zentral Mach die Reflexion auf die historische Gewordenheit auch des naturwissenschaftlichen Wissens erachtete, wird auch aus den Titeln seiner großen theoretischen naturwissenschaftlichen Arbeiten ersichtlich: *Geschichte und Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit* (1872); *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch betrachtet* (1883); *Die*

39 Freilich nicht sinnlos. Die Vorstellung von einem »Ding an sich« ist ja selbst dem evolutionären Fortschreiten der menschlichen Erkenntnis und Wissenschaft entsprungen und war somit auf einem spezifischen »Kulturzustand« historisch notwendig.

40 Insofern die Newtonschen Gravitationsgesetze ein geschlossenes System von Begriffen und Gesetzen darstellen, das in Bezug auf bestimmte Erfahrungsgesetze überall im Universum gilt und hier Allgemeingültigkeit besitzt und keiner Änderung oder Verbesserung fähig ist, behalten sie in bestimmten Anwendungsgebieten ihre Wahrheit, auch wenn sie in der Allgemeinen Relativitätstheorie eine allgemeinere Formulierung erhalten haben und in ihr aufgehoben sind. Daher stellt es für das Selbstverständnis der Naturwissenschaft kein existenzielles Problem dar, daß Quantenmechanik und Allgemeine Relativitätstheorie in bestimmten Bereichen nicht kongruent gehen und zu absurden Ergebnissen führen; sie stellen eben funktionale Annäherungen an die Wirklichkeit dar und nicht die ursächlichen Zusammenhänge der Wirklichkeit selbst. Und deshalb kann die Wissenschaft auch hoffen, beide Theorien zukünftig in einer universalen »Theory of Everything«, salopp als »Weltformel« bezeichnet, zu vereinen.

41 Ernst Mach, *Erkenntnis und Irrtum*, zitiert nach Dvořak (s. Anm. 32), S. 337.

42 Zitiert nach Dvořak (s. Anm. 32), S. 337.

Prinzipien der Wärmelehre. Historisch-kritisch entwickelt (1896). Diese Relativität der Geltung von Wissenschaft betrifft freilich auch seinen eigenen Beitrag zu dieser, und im Vorwort zu seinem erkenntnistheoretischen Hauptwerk *Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung* (1905) kennzeichnet er, die Bezeichnung »Philosophie« für sein Werk ablehnend, seine »naturwissenschaftliche Methode und Erkenntnispsychologie« als »wie alle naturwissenschaftliche Theorien unvollkommene Versuche.«⁴³ So suche er denn auch »nicht etwa eine neue Philosophie einzuführen, sondern eine alte abgestandene aus derselben zu entfernen.«⁴⁴ In einer Passage, in der er seine Ablehnung der Relativitätstheorie Albert Einsteins und der Atomistik als metaphysische Konstrukte begründet, zeigt sich deutlich die anti-dogmatische Grundhaltung Machs: »Ich habe Newtons Prinzipien nicht als Vollkommenes, Abgeschlossenes angesehen, ich kann aber auf meine alten Tage die Relativität ebenso wenig wie die Existenz der Atome und so manches andere als Dogma hinnehmen. Nichts lag mir ferner, wie Schule zu machen, im Gegenteil, meine unwiderstehliche Neigung, außerhalb der Heeresstraße zu wandern, stand dem entgegen, bedingte ein weitgehendes Verständnis für Andersdenkende, ohne denselben deshalb Gefolgschaft zu leisten, denn nichts ist förderlicher wie die durch Widerspruch geweckten Zweifel.«⁴⁵

Mach brach mit dem Descarteschen Dualismus von *res extensa* und *res cogitans*, den er in Richtung einer Subjekt – Objekt-Dialektik auflöste. Sein »neutraler Monismus« vermittelt Subjekt und Objekt in den Empfin-

43 Zitiert nach Stadler, »Ernst Mach – Zu Leben, Werk und Wirkung« (s. Anm. 31), S. 25.

44 Zitiert nach ebd.

45 Zitiert nach Stadler, *Vom Positivismus zur »Wissenschaftlichen Weltauffassung«* (s. Anm. 29), S. 33. – Die Authentizität dieses Zitats ist in der Forschung freilich umstritten. Diskutiert wird jedoch nur Machs Ablehnung der Relativitätstheorie und nicht sein undogmatisches Wissenschaftsverständnis. Unstrittig ist zudem seine ursprüngliche Ablehnung der Atomlehre, in der er eine Wiederkehr des metaphysischen Substanzbegriffs vermutete und die er vehement mit der skeptischen Frage »Hab'n S' ein's g'sehn?« (zitiert nach ebd., S. 69) bestritt: »Atome können wir nirgends wahrnehmen, sie sind wie alle Substanzen Gedankendinge. Ja, den Atomen werden zum Teil Eigenschaften zugeschrieben, welche allen bisher beobachteten widersprechen. Mögen die Atomtheorien immerhin geeignet sein, eine Reihe von Tatsachen darzustellen, die Naturforscher, welche Newtons Regeln des Philosophierens sich zu Herzen genommen haben, werden diese Theorien nur als *provisorische* Hilfsmittel gelten lassen und einen Ersatz durch eine natürlichere Anschauung anstreben.« (Ernst Mach, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung. Historisch-kritisch dargestellt*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1991. (Reprografischer Nachdruck der 9. Aufl., Leipzig 1933), S. 466.) Später soll er sich jedoch von der Existenz der Atome durch ein Experiment überzeugt haben lassen; zudem geht die moderne Auffassung von Atomen als Korpuskeln statt unteilbaren Substanzen mit Machs Denkweise durchaus konform. Nach Heisenberg ist das Atom denn auch kein an sich bestehendes Ding, sondern vielmehr »ein Symbol, bei dessen Einführung die Naturgesetze eine besonders einfache Gestalt annehmen«. (Werner Heisenberg, *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft. Sechs Vorträge*. Leipzig, 1942, S. 53 f., zitiert nach Thomas Buchheim, *Aristoteles*. Freiburg i. Br.: Herder, o. J., S. 101.) Vgl. auch John T. Blackmore, »Mach über Atome und Relativität. Neueste Forschungsergebnisse«. In: *Ernst Mach – Werk und Wirkung*. Hrsg. von Rudolf Haller und Friedrich Stadler. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky, 1988, S. 463–483; Gereon Wolters, »Atome und Relativität. Was meinte Mach?« In: *Ernst Mach – Werk und Wirkung*. Hrsg. von Rudolf Haller und Friedrich Stadler. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky, 1988, S. 484–507, insb. S. 497 ff.

dungen, ohne die Spannung einseitig in eine Richtung aufzulösen. Der Mensch ist als Naturwesen selbst Teil der zu erkennenden Natur, ihre Erkenntnis ist also selbst ein geschichtlich vermittelter Prozeß. Im Handeln werden die Gegenstände der menschlichen Erfahrung konstituiert. Daher ist die Kantische Vorstellung eines »Ding an sich« sinn- und inhaltsleer, bedeutsam ist einzig die positive Erkenntnis, die der tätigen Auseinandersetzung, der Praxis entsprungen ist und als solche eine prinzipiell unvollständige Konstruktion darstellt. Auch die Naturwissenschaft ist daher historisch zu begreifen und Teil der *menschlichen Geschichte*.

Mit seinem Denken bereitete er unter anderem die Relativitätstheorie Einsteins vor, aber auch den erkenntnistheoretischen logischen Empirismus des Wiener Kreises, der wesentliche Impulse setzte für die Entwicklung der modernen Mathematik, der Kybernetik, der Informationstechnologie und des – nach der erzwungenen Emigration in die Vereinigten Staaten – amerikanischen Pragmatismus.

DER MODERNE NATURBEGRIFF IN DER SOZIALPHILOSOPHIE

Die grundlegenden Umwälzungen des naturwissenschaftlichen Weltbildes fanden ihren Niederschlag auch in den sozialwissenschaftlichen und philosophischen Diskussionen in den ersten Jahrzehnten des zwanzigsten Jahrhunderts. Insbesondere der *Wiener Kreis*, eine Gruppe von Philosophen und Wissenschaftstheoretikern um Moritz Schlick, suchte im Anschluß unter anderem an Ernst Mach und Ludwig Wittgenstein mit dem »logischen Empirismus« das Verhältnis von Philosophie und empirischen Wissenschaften inklusive der Mathematik neu zu bestimmen. Ähnlich wie die Relativitätstheorie und die Quantenphysik das überkommene physikalische Weltbild überwunden hatten, suchte auch der Wiener Kreis die alte Philosophie umzuwälzen und zu revolutionieren. Dabei verstand sich zumindest sein »linker Flügel« als Teil der sozialdemokratischen Volksbewegung im »Roten Wien« der zusammengebrochenen Habsburgermonarchie.

Zeitgleich versuchten andere, in marxistischer Tradition stehende Theoretiker wie Karl Korsch und Georg Lukács, das neue Weltbild zu reflektieren und für das Projekt einer »Wiederherstellung des Marxismus« nutzbar zu machen. Nachdem die deutsche Sozialdemokratie bei Ausbruch des ersten Weltkriegs den Kriegskrediten im Parlament zunächst ohne Gegenstimme zugestimmt und auch andere sozialdemokratische Parteien wie die österreichische SDAP und die britische Labour Party mit den jeweiligen nationalen Regierungen einen »Burgfrieden« geschlossen hatten, brach die Zweite Internationale, der 1889 gegründete Zusammenschluß sozialistischer und sozialdemokratischer Parteien und Arbeiterorganisationen, auseinander. Nach Ende des Krieges gab es zahlreiche Bestrebungen, dieses Versagen der marxistischen Arbeiterbewegungen zu reflektieren und an den ursprünglichen, nicht verfälschten Gehalt der Marxschen Theorie anzuschließen. Karl Korsch befand sich dabei in regem Austausch mit der dem Wiener Kreis nahestehenden Berliner »Gesellschaft für empirische Philosophie« um den Physiker und Philosophen Hans Reichenbach. Demgegenüber stand die Kritische Theorie der Frankfurter Schule in offener Gegnerschaft zum Wiener Kreis, dessen Positivismus als affirmative Theorie empfunden wurde.

In diesem Kapitel werde ich die erwähnten Strömungen schildern und einen kritischen Naturbegriff entwickeln, der die Grundlage bilden soll für die im nächsten, abschließenden Kapitel vorgenommene Kritik des Projekts der starken AI, in einer Maschine eine künstliche Intelligenz zu schaffen.

10.1 DER NATURBEGRIFF BEI MARX UND ENGELS

10.1.1 *Die Vermittlung von Natur und Gesellschaft bei Marx*

Der neutrale Monismus Machs ähnelt in mancher Hinsicht der materialistischen Geschichtsauffassung von Marx. Wie Mach den Dualismus von Subjekt und Objekt in den Empfindungen vermittelt, so Marx in der gesellschaftlichen Praxis der Menschen.

Marx bestimmt Gesellschaft als »Produkt des wechselseitigen Handelns der Menschen«¹, wobei der Ort dieses Handelns wiederum die Gesellschaft ist: Die Menschen handeln stets unter vorgefundenen Bedingungen. Die gesellschaftliche Dynamik ist also als historisch gewordene zu betrachten. *Materialistisch* ist diese *Geschichtsauffassung* insoweit, als sie die materiellen Bedingungen des gesellschaftlichen Handelns erforscht und die Frage nach den Produktions- und Reproduktionsbedingungen der Gesellschaft stellt. Dies ist freilich ein Bruch mit den französischen und englischen Materialismen der vorhergegangenen Jahrhunderte, als sich die Frage nach dem Vorrang von »Idee« oder »Geist«, von *res cogitans* oder *res extensa* in abstrakter Form gar nicht mehr stellt.² Zwar bleibt »die Priorität der äußeren Natur bestehen«, jedoch: »diese Unterscheidung hat nur insofern Sinn, als man den Menschen als von der Natur unterschieden betrachtet«.³ Insofern Darwin die Biologie als eine historische Wissenschaft neu begründet hat, stellt dessen Werk »die naturhistorische Grundlage« der materialistischen Geschichtsauffassung dar und gilt als »naturwissenschaftliche Unterlage des geschichtlichen Klassenkampfes«.⁴ Die »äußere Natur« ist mithin als bereits vermittelte zu begreifen.

- 1 Karl Marx, »Brief an Pawel Wassiljewitsch Annenkow vom 28. Dezember 1846«. In: Ders., *MEW*. Bd. 27: *Briefe Februar 1842 bis Dezember 1851*. 2. Aufl. Berlin (Ost): Dietz, 1965, S. 451–463, S. 452.
- 2 Alfred Schmidt, *Der Begriff der Natur in der Lehre von Marx*. 4. überarb. und verb. Aufl. mit einem neuen Vorwort. Frankfurt am Main: Europäische Verlagsanstalt, 1993, S. 13, behauptet allerdings, daß »für Marx ein naturalistischer Materialismus die geheime Voraussetzung bildet für die richtige Theorie der Gesellschaft«. Die von Schmidt zur Begründung angeführten Zitate scheinen mir allerdings aus dem Zusammenhang gerissen – wenn der frühe Marx etwa von der Gesellschaft als der »Naturbasis« des Staats spricht (Friedrich Engels und Karl Marx, *Die Heilige Familie, oder Kritik der kritischen Kritik. Gegen Bruno Bauer & Consorten* (1844/45). *MEW* Bd. 2. Berlin (Ost): Dietz, 1972, S. 3–223, S. 120), so verweist dies meines Erachtens weniger auf einen »stillschweigend vorausgesetzten philosophisch-materialistischen Kern« (Schmidt, *Der Begriff der Natur in der Lehre von Marx* (s. Anm. 2), S. 11) der Marxschen Theorie als vielmehr auf den noch zu erörternden Begriff der »gesellschaftlichen Naturwüchsigkeit«.
- 3 Karl Marx, Friedrich Engels und Moses Heß, *Die deutsche Ideologie. Erster Band: Kritik der neuesten deutschen Philosophie in ihren Repräsentanten Feuerbach, B. Bauer und Stirner* (1845/46). In: Karl Marx, *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 405–554, S. 421.
- 4 Karl Marx, »Brief an Friedrich Engels vom 19. Dezember 1860«. In: *MEW*. Bd. 30: *Briefe. Januar 1860 bis September 1864*. Berlin (Ost): Dietz, 1964, S. 130–131, S. 131; ders., »Brief an Ferdinand Lassalle vom 16. Januar 1861«. In: *MEW*. Bd. 30: *Briefe. Januar 1860 bis September 1864*. Berlin (Ost): Dietz, 1964, S. 577–579, S. 578. – Wie erwähnt, ging auch Mach von einem realistischen Weltbegriff aus und verankerte die Adäquanz der Empfindungen in einem im Darwinschen evolutionsbiologischen Modell von der Entwicklung der Arten begründeten Weltbegriff. Vgl. oben, Kapitel 9.3 auf Seite 326 ff.

Die Menschen eignen sich die ihnen äußere Natur durch aktive Auseinandersetzung mit dieser an: durch Arbeit. Natur ist somit immer schon vermittelt, als sie bearbeitet und *begriffen* werden muß: »Der Hauptmangel alles bisherigen Materialismus (...) ist, daß der Gegenstand, die Wirklichkeit, Sinnlichkeit, nur unter der Form des *Objekts oder der Anschauung* gefaßt wird; nicht aber als *sinnlich menschliche Tätigkeit, Praxis*; nicht subjektiv.«⁵ Umgekehrt bringt die Natur sowohl den Menschen wie seinen Arbeitsgegenstand, der immer auch Naturstoff ist, hervor: »Der Mensch kann in seiner Produktion nur verfahren, wie die Natur selbst, d. h. nur die *Formen der Stoffe ändern*.«⁶ In der Arbeit vermittelt der Mensch seinen »Stoffwechsel« mit der Natur: »Er tritt dem Naturstoff selbst als eine Naturmacht gegenüber. Die seiner Leiblichkeit angehörigen Naturkräfte, Arme und Beine, Kopf und Hand, setzt er in Bewegung, um sich den Naturstoff in einer für sein eignes Leben brauchbaren Form anzueignen. Indem er durch diese Bewegung auf die Natur außer ihm wirkt und sie verändert, verändert er zugleich seine eigne Natur.«⁷

Natur ist somit ebenso eine gesellschaftliche Kategorie wie Gesellschaft eine Naturkategorie ist. Denn keineswegs ist Natur einseitig in Gesellschaft aufzulösen: Die menschliche Arbeit setzt letztlich ein nicht auf gesellschaftliche Beziehungen reduzierbares Natursubstrat voraus.⁸ Mit dieser doppelten Bestimmung fällt aber die Trennung in Menschheits- und Naturwissenschaften, und an ihre Stelle tritt die *Einheitswissenschaft*: »Wir kennen nur eine einzige Wissenschaft, die Wissenschaft der Geschichte. Die Geschichte kann von zwei Seiten aus betrachtet in die Geschichte der Natur und die Geschichte der Menschen abgeteilt werden. Beide Seiten sind indes nicht zu trennen; solange Menschen existieren, bedingen sich Geschichte der Natur und Geschichte der Menschen gegenseitig.«⁹

5 Karl Marx, »Thesen über Feuerbach« (1844). In: Ders., *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 402–404, S. 402.

6 Karl Marx, *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Erster Band. Buch I: Der Produktionsprozeß des Kapitals*. MEW Bd. 23. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 57.

7 Ebd., S. 192.

8 Vgl. Alfred Schmidt, *Der Begriff der Natur in der Lehre von Marx*. Überarbeitete, ergänzte und mit einem Postscriptum versehene Neuauflage. Frankfurt am Main: Europäische Verlagsanstalt, 1971, S. 65 f., 77 f.

9 Marx, Engels und Heß (s. Anm. 3), S. 410. – Diesen Gedankengang hat Marx breiter in den *Pariser ökonomischen Manuskripten* ausgeführt: »Die *Sinnlichkeit* (...) muß die Basis aller Wissenschaft sein. Nur, wenn sie von ihr, in der doppelten Gestalt, sowohl des *sinnlichen* Bewußtseins als des *sinnlichen* Bedürfnisses ausgeht – also nur wenn die Wissenschaft von der Natur ausgeht –, ist sie *wirkliche* Wissenschaft. Damit der ›Mensch‹ zum Gegenstand des *sinnlichen* Bewußtseins und das Bedürfnis des ›Menschen als Menschen‹ zum Bedürfnis werde, dazu ist die ganze Geschichte die ^{Entwicklungs-} _{Vorbereitungsgeschichte}. Die Geschichte selbst ist ein *wirklicher* Teil der *Naturgeschichte*, des Werdens der Natur zum Menschen. Die Naturwissenschaft wird später aber ebensowohl die Wissenschaft von dem Menschen wie die Wissenschaft von d[em] Menschen die Naturwissenschaft unter sich subsumieren: es wird *eine* Wissenschaft sein. Der *Mensch* ist der unmittelbare Gegenstand der Naturwissenschaft; denn die unmittelbare *sinnliche Natur* für d[en] Menschen ist unmittelbar die menschliche Sinnlichkeit (ein identischer Ausdruck), unmittelbarer als der *andere* sinnlich für ihn vorhandene Mensch; denn seine eigne Sinnlichkeit ist erst

Der Naturprozeß ist wesentlich evolutionär, mithin ist der Stoffwechsel mit der Natur immer auch ein die Natur verändernder und diese entwickelnder. Er ist, beim Tier wie beim Menschen, immer auch eingreifend, *Produktionsprozeß*: »Darwin hat das Interesse auf die Geschichte der natürlichen Technologie gelenkt, d. h. auf die Bildung der Pflanzen- und Tierorgane als Produktionsinstrumente für das Leben der Pflanzen und Tiere.«¹⁰ Der Mensch unterscheidet sich vom Tier nun dadurch, daß er bewußt und nicht bloß instinktiv in diesen einzugreifen vermag; Naturbeherrschung ist dem Menschen dabei freilich nur vermittels Naturerkenntnis möglich. Der menschliche Produktionsprozeß ist eben dieser tätige und zugleich erkennende Stoffwechsel des Menschen mit der Natur. Dabei sind die Menschen als Naturwesen selbst den Naturgesetzen unterworfen; sie können sie nur erkennen, nicht verändern. Die Erkenntnis der Naturprozesse selbst ist wieder historisch und in Abhängigkeit der jeweiligen gesellschaftlichen Epoche bestimmt. Diese Eigentümlichkeit kennzeichnet die spezifische Subjekt-Objekt-Dialektik von Marx. Der Mensch ist Naturwesen, und muß sich als solches erkennen, um nicht der Natur ausgeliefert zu sein.

Daß die Menschen freilich in der Lage sind, bewußt den Naturprozeß zu erkennen und sich damit vom Tier erheben, verweist auf eine in den gegenwärtigen gesellschaftlichen Verhältnissen noch vorhandene Unabgeoltenheit: Gesellschaftliche Verhältnisse, die als *naturwüchsige* das menschliche Zusammenleben bestimmen, sind eben noch keine wahrhaft *menschlichen*. Insofern Marx also etwa im *Kapital* mit naturwissenschaftlichen Methoden die kapitalistische Produktionsweise untersucht, ist diese Methode angemessen, da dieses Produktionsregime eben nicht die unmittelbare Erkenntnis seiner Funktionsweise erlaubt, sondern seine Gesetze *naturwüchsig*, das heißt gesellschaftlich unbewußt und hinter dem Rücken der Menschen verlaufen. Der Grenzbegriff der Naturwüchsigkeit verweist auf die Naturverfallenheit der bestehenden bürgerlichen Gesellschaft, die es aufzuheben gilt. »Der Kommunismus unterscheidet sich von allen bisherigen Bewegungen dadurch, daß er die Grundlage aller bisherigen Produktions- und Verkehrsverhältnisse umwälzt und alle naturwüchsigen Voraussetzungen zum erstenmal mit Bewußtsein als Geschöpfe der bisherigen Menschen behandelt, ihrer Naturwüchsigkeit entkleidet und der Macht der vereinigten Individuen unterwirft.«¹¹ Wenn

durch den *andren* Menschen als menschliche Sinnlichkeit für ihn selbst. Aber die *Natur* ist der unmittelbare Gegenstand der *Wissenschaft vom Menschen*. Der erste Gegenstand d[es] Menschen – der Mensch – ist Natur, Sinnlichkeit, und die besonderen menschlich sinnlichen Wesenskräfte, wie sie nur in *natürlichen* Gegenständen ihre gegenständliche Verwirklichung, können nur in der Wissenschaft des Naturwesens ihre Selbsterkenntnis finden. Das Element des Denkens selbst, das Element der Lebensäußerung des Gedankens, die *Sprache* ist sinnlicher Natur. Die *gesellschaftliche* Wirklichkeit der Natur und die *menschliche* Naturwissenschaft oder die *natürliche Wissenschaft vom Menschen* sind identische Ausdrücke.« (Karl Marx, *Ökonomisch-philosophische Manuskripte* (1844). In: Ders., *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 292–378, S. 318.).

¹⁰ Marx, *Das Kapital* Bd. I (s. Anm. 6), S. 391, Anm. 89.

¹¹ Marx, Engels und Heß (s. Anm. 3), S. 471.

Marx etwa vom Wert als »gesellschaftliches Naturgesetz« spricht, ist dies eine doppelte Bestimmung. Zum einen handelt es sich nicht um ein echtes, unhintergebares Naturgesetz im Sinne der naturwissenschaftlichen Bedeutung, sondern um ein in der gegenwärtigen historischen Epoche geltendes. Zum anderen ist damit zugleich ausgesprochen, daß dieses Naturgesetz aufgehoben werden kann durch die bewußte geschichtliche Tat. Dies wäre ein Ausgang aus der Naturverfallenheit der bürgerlichen Gesellschaft.

Erkenntnistheorie bei Marx und Mach

Die Kantische Vorstellung von einem prinzipiell unerkennbaren »Ding an sich« ist aus Perspektive der Marxschen materialistischen Geschichtsauffassung allerdings eine schiere »Grille«. Der Gegensatz von Subjekt und Objekt vermittelt sich nach Marx in der praktischen Auseinandersetzung der Menschen mit der Welt. Das »Ding an sich« enthüllt sich demgegenüber als das menschlich unvermittelte Naturding, das eben unerkannt bleiben muß, da es der Vermittlung entzogen ist. Insofern es aber der Vermittlung entzogen ist, ist es zugleich unwirklich, ein Nichts, »das völlige Abstraktum, das ganz Leere, bestimmt nur noch als *Jenseits*«¹² und existiert nicht bzw. nur in der gedanklichen Abstraktion – und ist mithin »störendes Scheinproblem« (Mach). Erkenntnis ist immer durch die menschliche Geschichte vermittelt, und die Frage der kritischen Philosophie nach den Bedingungen der Möglichkeit von Erkenntnis entpuppt sich in ihrer ontologischen Form als Scheinfrage. Das Verhältnis von Subjekt und Objekt läßt sich nicht außerhistorisch fixieren, sondern muß historisch spezifiziert werden.¹³

Daher bedarf die Marxsche Theorie auch keiner Ergänzung durch eine allgemeine Epistemologie. Bemerkenswert an der Machschen Erkenntnistheorie ist aber, daß sie, wie die Marxsche Theorie, die Möglichkeit

12 Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse. Erster Teil: Die Wissenschaft der Logik* (1830). Mit den mündlichen Zusätzen. Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 8. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1970, § 44.

13 Vgl. Schmidt, *Der Begriff der Natur in der Lehre von Marx* (s. Anm. 8), S. 112. – Schmidt weist zurecht darauf hin, daß materialistische Kritik nicht in einen abstrakten Objektivismus zurückfallen dürfe, dem sich die Konstitutionsfrage, das heißt die Frage nach der Einheit von gegenständlicher Erfahrungswelt und Bewußtsein, nicht mehr stelle. Doch ist die verbreitete und auch von Schmidt vertretene Auffassung, bei Marx nehme »die organisierte gesellschaftliche Arbeit, das ›reale Subjekt‹, der im Lebensprozeß Gestalt annehmende ›general intellect‹, das Wirken des die individuellen Tätigkeiten übergreifenden ›Gesamtarbeiters‹« (ebd., S. 114) die Rolle eines Einheit stiftenden Subjekts der Geschichte ein, falsch. Wie in Kapitel 1.1 auf Seite 31 dargelegt, kann in der entwickelten Industriegesellschaft die synthetische Leistung eben nicht mehr vom »Gesamtarbeiter« der Manufakturperiode übernommen werden, da dieser durch das voll entwickelte Maschinenwesen ersetzt wurde. (Vgl. Friedrich Engels, *Konzept über »Das Kapital« von Karl Marx. Erster Band*. MEW Bd. 16. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 243–287, S. 284; Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 6), S. 446.) Die synthetische Leistung weist Marx mithin eben dem Maschinenwesen zu; das verweist freilich auf den emanzipativen Charakter freier Software, die das Wissen um den (maschinisierten) Produktionsprozeß prinzipiell wieder zurückholt und verfügbar macht.

von Erkenntnis radikal historisiert. Indem sie die Vermittlung der Dialektik von Subjekt und Objekt in den Empfindungen der individuellen, geschichtlichen Menschen verortet, bestimmt sie die Bedingungen von Erkenntnis zugleich in der Geschichte und nicht mehr überhistorisch, abgelöst von konkret-spezifischen Problemen. So überschreitet Mach auch den engen Horizont der Epistemologie und reflektiert auf die geschichtliche Bedingtheit des Wissens und der Welt, wie bereits aus den Titeln seiner großen naturwissenschaftlichen Arbeiten ersichtlich wird.¹⁴ Die Machsche Theorie geht mit der Marxschen kongruent (ohne sie freilich wesentlich zu erweitern), und der Versuch der Austromarxisten, den dogmatisierten Marxismus der Jahrhundertwende um die Machsche Erkenntnistheorie zu ergänzen, kann insofern als Versuch der *Wiederherstellung* der ursprünglichen Einheit der materialistischen Geschichtsauffassung interpretiert werden.

10.1.2 Friedrich Engels' *Naturdialektik*

Marx' theoretischer Standpunkt ist die materialistische *Geschichtsauffassung* und somit grundlegend verschieden von allen vorhergehenden mechanischen Materialismen. Die »Materie« wurde von diesen unvermittelt zum Grundprinzip allen Seins erhoben und metaphysisch hypostasiert. Die materialistische Geschichtsauffassung hingegen geht von der konkreten gesellschaftlichen Praxis der Menschen aus; Erkenntnis, auch von Natur, ist immer gesellschaftlich vermittelt. Friedrich Engels fällt in seinem Fragment gebliebenen, posthum unter dem Titel »Dialektik der Natur« veröffentlichten Alterswerk allerdings zum Teil in die dogmatische Metaphysik früherer Materialismen zurück.¹⁵ Zwar ist diese Metaphysik bei Engels nicht ausschließlich, vielmehr herrscht, wie Alfred Schmidt gezeigt hat, ein »beziehungsloses Nebeneinander eines gesellschaftlich vermittelten und eines dogmatisch-metaphysischen Naturbegriffs.«¹⁶ Im folgenden beschränke ich mich jedoch im wesentlichen auf den dogmatischen, metaphysischen Materiebegriff des späten Engels, der von Lenin in seiner Polemik gegen Mach und Avenarius aufgegriffen und dann im autoritären Marxismus sowjetischer Prägung in der Aufspaltung in »Dialektischen Materialismus« (Diamat) und »Historischen Materialismus« (Histomat) fortgeführt wurde.

Die von Kant gestellte erkenntnistheoretische Konstitutionsfrage bleibt auch aktuell, wenn man die Kantische Lösung selbst ablehnt. Die Frage nach der Vermittlung von Empirie und Theorie wird von Marx radikal historisiert, indem er Naturerkenntnis als menschliche *Praxis* begreift und so der historischen Konkretisierung zugänglich macht. Hierin liegt auch die die Marxsche Theorie auszeichnende spezifische Dialektik von

¹⁴ Vgl. oben, Abschnitt 9.3 auf Seite 330.

¹⁵ Auch die ebenfalls zum Spätwerk zählenden Schriften *Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft* (»*Anti-Dühring*«) und »Ludwig Feuerbach und der Ausgang der klassischen deutschen Philosophie« sind von der Idee einer Naturdialektik durchzogen. Ich werde sie daher im folgenden gleichberechtigt mit der *Dialektik der Natur* anführen.

¹⁶ Schmidt, *Der Begriff der Natur in der Lehre von Marx* (s. Anm. 8), S. 45 f.

Subjekt und Objekt begründet: Der die Natur erkennende Mensch wird zugleich als Naturwesen reflektiert, Naturerkenntnis als Teil des menschlichen Stoffwechsels mit der Natur. Die dialektische Methode findet bei Marx ihren Grund in der Selbstreflexivität des Ansatzes: Die Träger der Gesellschaftstheorie sind Menschen, die Teil der Natur sind und in der Gesellschaft, die sie beschreiben, leben: Natur sucht Natur zu erkennen, Gesellschaft soll sich über Gesellschaft aufklären. Hierin folgt Marx Hegel, der freilich, indem er das menschliche Denken zum zu sich selbst kommenden »absoluten Geist« hypostasierte und die Dialektik zu einem allgemeinen Prinzip erklärte, in eine dogmatische Metaphysik zurückfiel. Die Marxsche materialistische Umstülpung der Hegelschen Dialektik ist eine doppelte: Zum einen wird statt des Denkens der Menschen primär ihre gesellschaftliche Praxis untersucht und zum anderen der metaphysische Ballast über Bord geworfen.

Der späte Engels hingegen faßt die Dialektik wieder als metaphysisches Prinzip und ersetzt lediglich Hegels *Geist* durch *Materie*, wie an einer Passage der *Feuerbach*-Schrift deutlich wird, in der Engels die materialistische Umstülpung der Hegelschen Theorie durch ihn und Marx schildert: »Wir faßten die Begriffe unsres Kopfs wieder materialistisch als die Abbilder der wirklichen Dinge, statt die wirklichen Dinge als Abbilder dieser oder jener Stufe des absoluten Begriffs. Damit reduzierte sich die Dialektik auf die Wissenschaft von den allgemeinen Gesetzen der Bewegung, sowohl der äußern Welt wie des menschlichen Denkens – zwei Reihen von Gesetzen, die der Sache nach identisch, dem Ausdruck nach aber insofern verschieden sind, als der menschliche Kopf sie mit Bewußtsein anwenden kann, während sie in der Natur und bis jetzt auch größtenteils in der Menschengeschichte sich in unbewußter Weise, in der Form der äußern Notwendigkeit, inmitten einer endlosen Reihe scheinbarer Zufälligkeiten durchsetzen. Damit aber wurde die Begriffsdialektik selbst nur der Reflex der dialektischen Bewegung der wirklichen Welt, und damit wurde die Hegelsche Dialektik auf den Kopf, oder vielmehr vom Kopf, auf dem sie stand, wieder auf die Füße gestellt.«¹⁷ Engels zeigt sich an dieser Stelle als Abbildtheoretiker, der die Dialektik nicht als Methode des sich selbst als Denker denkenden Denkers reflektiert, sondern in die getrennt von den Menschen existierende Natur einschreibt. Er bleibt vollkommen im Subjekt-Objekt-Dualismus gefangen, den er einseitig in Richtung des Objekts auflöst. Dialektik wird zum allgemeinen, das Universum beherrschenden Prinzip. In der *Dialektik der Natur* unterscheidet er denn auch zwischen *objektiver* und *subjektiver Dialektik*, wobei letztere als dialektische Methode nur die objektive Naturdialektik widerspiegelt: »Die Dialektik, die sog. *objektive*, herrscht in der ganzen Natur, und die sog. *subjektive Dialektik*, das dialektische Denken, ist nur Reflex der in der Natur sich überall geltend machenden Bewegung in Gegensätzen, die durch ihren fortwährenden Widerstreit und ihr schließliches Auf-

17 Friedrich Engels, »Ludwig Feuerbach und der Ausgang der klassischen deutschen Philosophie« (1886). In: MEW Bd. 21. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 259–307, S. 292 f.

gehen ineinander, resp. in höhere Formen, eben das Leben der Natur bedingen.«¹⁸

Die *Gesetze der Dialektik* gelten Engels als die grundlegenden Gesetze des Universums, nach denen sich die Materie entfaltet. Die dialektische Methode wird dabei zu einer pauschalisierten Anwendung von drei »allgemeinsten Gesetzen« verkürzt: »das Gesetz des Umschlagens von Quantität in Qualität und umgekehrt; das Gesetz von der Durchdringung der Gegensätze; das Gesetz von der Negation der Negation«.¹⁹ Nur durch Anwendung dieser »von Hegel entdeckten Naturgesetze«²⁰ seien die Naturprozesse erklärbar, die dialektische Methode »wird eine absolute Notwendigkeit für die Naturwissenschaft«²¹.

Wenn aber die Dialektik das grundlegende in der Natur wirkende Prinzip ist, dann ist eine gesondert von den Naturwissenschaften existierende Philosophie, die bloß über die Erkenntnisse dieser reflektiert und diese zusammenzufassen sucht, unnötig. Der Philosophie kommt in Gestalt der Dialektik vielmehr die Rolle einer epistemischen Leitfunktion zu, die fest in *allen* Wissenschaften verankert ist und deren Erkenntnisprozeß bestimmt: »Sobald an jede einzelne Wissenschaft die Forderung herantritt, über ihre Stellung im Gesamtzusammenhang der Dinge und der Kenntnis von den Dingen sich klarzuwerden, ist jede besondere Wissenschaft vom Gesamtzusammenhang überflüssig. Was von der ganzen bisherigen Philosophie dann noch selbständig bestehen bleibt, ist die Lehre vom Denken und seinen Gesetzen – die formelle Logik und die Dialektik. Alles andre geht auf in die positive Wissenschaft von Natur und Geschichte.«²² Engels meint dergestalt das von Marx in seiner *Einleitung zur Kritik der Hegelschen Rechtsphilosophie* gestellte Programm einer Aufhebung der Philosophie mittels ihrer Verwirklichung²³ durchzuführen: Der antike Materialismus, der sich die Frage nach dem Verhältnis von Denken und Sein gar nicht gestellt habe, sei durch den Idealismus negiert worden, der jedoch hohl geworden und wiederum durch den modernen Materialismus negiert worden sei. »Dieser, die Negation der Negation, ist nicht die bloße Wiedereinsetzung des alten, sondern fügt zu den bleibenden Grundlagen desselben noch den ganzen Gedankeninhalt einer zweitausendjährigen Entwicklung der Philosophie und Naturwissenschaft, die sich nicht in einer aparten Wissenschaftswissenschaft, sondern in den wirklichen Wissenschaften zu bewähren und zu bestätigen hat. Die Philosophie ist hier also ›aufge-

18 Friedrich Engels, *Dialektik der Natur* (1873–1883). MEW Bd. 20. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 305–570, S. 481. – Der Unterscheidung zwischen objektiver und subjektiver Dialektik entspricht die spätere sowjetmarxistische Aufspaltung in *Diamat* und *Histomat*.

19 Engels, *Dialektik der Natur* (s. Anm. 18), S. 348.

20 Ebd., S. 351.

21 Ebd., S. 476.

22 Ders., *Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft* (»Anti-Dühring«) (1878). MEW Bd. 20. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 1–303, S. 24; vgl. auch Engels, »Feuerbach« (s. Anm. 17), S. 306; Engels, *Dialektik der Natur* (s. Anm. 18), S. 480.

23 Karl Marx, »Kritik der Hegelschen Rechtsphilosophie. Einleitung« (1843/44). In: Ders., *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 274–291, S. 281.

hoben«, das heißt »sowohl überwunden als aufbewahrt«; überwunden, ihrer Form, aufbewahrt, ihrem wirklichen Inhalt nach.«²⁴ Die »Aufhebung der Philosophie« erfolgt hier nicht mehr, wie noch bei Marx, durch eine auf ihre Reflexion als gesellschaftlich vermittelte folgende gesellschaftliche Praxis. Stattdessen meint Engels die Philosophie zu verwirklichen, indem er die Dialektik in die Objektwelt ontologisierend einschreibt.

Zwar stellt Engels nicht in Abrede, daß sich seine These, daß die Dialektik im Naturgegenstand selbst liege, an der Empirie erweisen müsse²⁵ und folgt zumindest dem Worte nach dem wissenschaftlichen Prinzip der Überprüfbarkeit einer Theorie an der Wirklichkeit. »Wir haben hier (...) nachzuweisen, daß die dialektischen Gesetze wirkliche Entwicklungsgesetze der Natur, also auch für die theoretische Naturforschung gültig sind.«²⁶ Doch durchzieht die Engelsschen Spätschriften der Gedanke einer Überlegenheit der philosophischen Reflexion über die bloß empirische, naturwissenschaftliche Forschung, die er als »bornierte Denkmethode«²⁷ versteht.

Engels sucht diese Naturdialektik in verschiedenen Gebieten nachzuweisen: für die Biologie anhand des Gerstenkorns und von Schmetterlingen, in der Geologie an Gesteinsformationen sowie in der Geschichte anhand des Übergangs von ursprünglichem Gemein- in Individualeigentum und der bevorstehenden Aufhebung als Gemeineigentum an Produktionsmitteln.²⁸ Die Chemie bezeichnet er »als die Wissenschaft von den qualitativen Veränderungen der Körper infolge veränderter quantitativer Zusammensetzung«, sie sei »das Gebiet (...), auf dem das von Hegel entdeckte Naturgesetz seine gewaltigsten Triumphe feiert«.²⁹ Auch der Mathematik schreibt Engels die Dialektik ein. Das Verfahren der Differential- und Integralrechnung erklärt er als im Kern dialektisch, da es nach dem Prinzip der Negation der Negation verfähre: Das Differenzieren nach $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ negiere zunächst x und y , wonach im Stadium der Integration diese Negation negiert werde.³⁰ Die Vorstellung vom Quadrat einer negativen Zahl $((-a)^2)$ hält er für widersprüchlich³¹, mehr noch freilich, »daß eine negative Größe das Quadrat von etwas sein soll, denn jede negative Größe, mit sich selbst multipliziert, gibt ein positives Quadrat«.³² Doch auch wenn etwa das Ziehen der Quadratwurzel aus Minus Eins dem Nichtmathematiker als offenkundiger Widerspruch erscheint, ist er dies vom Standpunkt der modernen Mathematik keinesfalls, wie Georges

24 Engels, *Anti-Dühring* (s. Anm. 22), S. 129.

25 »Die Natur ist die Probe auf die Dialektik, und wir müssen es der modernen Naturwissenschaft nachsagen, daß sie für diese Probe ein äußerst reichliches, sich täglich häufendes Material geliefert und damit bewiesen hat, daß es in der Natur, in letzter Instanz, dialektisch und nicht metaphysisch hergeht.« (ebd., S. 22.)

26 Engels, *Dialektik der Natur* (s. Anm. 18), S. 349.

27 Engels, *Anti-Dühring* (s. Anm. 22), S. 14.

28 Ebd., S. 126–129.

29 Engels, *Dialektik der Natur* (s. Anm. 18), S. 318.

30 Engels, *Anti-Dühring* (s. Anm. 22), S. 128.

31 Ebd., S. 127 f.

32 Ebd., S. 113.

Bataille und René Queneau 1932 gezeigt haben.³³ Bewegung muß nicht notwendig als Widerspruch, sondern kann auch als Kalkül analysiert werden. Bereits zu Engels Zeit war seine Position wissenschaftlich nicht haltbar, doch tut er Kritik etwa von H. W. Fabian polemisch ab.³⁴

Engels macht in der »Attraktion und Repulsion« (ersteres entspricht der Schwerkraft, letzteres der Energie, die Engels als Abstoßung interpretiert) den der Materie innewohnenden zentralen Antagonismus aus, der die Grundlage seiner Naturdialektik bildet: »In dem Wechselspiel von Attraktion und Repulsion besteht alle Bewegung.«³⁵ Materie und Bewegung bildeten die Grundformen des Universums, und ihre Entfaltung folge den Prinzipien der Dialektik. So bestehe der »wirkliche Zusammenhang zwischen Materie und Bewegung« darin, daß »die Bewegung die Daseinsweise der Materie« sei.³⁶ Die Körper stünden in einem Zusammenhang und wirkten aufeinander ein, und diese gegenseitige Einwirkung sei die Bewegung.³⁷ Materie ohne Bewegung könne es daher nicht geben, ein Zustand völliger Ruhe sei unmöglich. »Materie ohne Bewegung ist ebenso undenkbar wie Bewegung ohne Materie. Die Bewegung ist daher ebenso unerschaffbar und unzerstörbar wie die Materie selbst.«³⁸ Ein Ausgleich von »Repulsion« und »Attraktion« sei ebenso undenkbar wie eine vollständige Stilllegung aller Materie durch Umwandlung in Energie auf der einen und Ruhigstellung durch die Schwerkraft auf der anderen Seite: »Für die dialektische Auffassung können diese Möglichkeiten von vornherein nicht existieren.«³⁹

Nachdem er derart die Dialektik in die Natur eingeschrieben und zum allgemeinen Bewegungsgesetz der Materie deklariert hat, kommt der Philosophie in Gestalt der Lehre von der Dialektik eine epistemische Leitfunktion zu. Eine Theorie, die den Gesetzen der Dialektik widerspricht, ist als falsch zu verwerfen. Es sind denn auch philosophische Überlegungen, aufgrund derer Engels den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik⁴⁰ negiert, wonach ein geschlossenes System zur Zunahme von Entropie bis zum Temperatenausgleich neigt.⁴¹

33 Georges Bataille and René Queneau, "The Critique of the Foundations of the Hegelian Dialectic" (1932). In: Georges Bataille, *Visions of Excess. Selected Writings 1927-1939*. Ed., with an introd., by Allan Stoekl. Minneapolis (MN): University of Minnesota Press, 1985, pp. 105-115, S. 5-7.

34 Es habe »sich nur ein verkannter großer Mathematiker bei Marx brieflich beklagt, ich hätte die $\sqrt{-1}$ frevelhaft in ihrer Ehre angegriffen«. (Engels, *Anti-Dühring* (s. Anm. 22), S. 11.)

35 Engels, *Dialektik der Natur* (s. Anm. 18), S. 356.

36 Engels, *Anti-Dühring* (s. Anm. 22), S. 55.

37 Vgl. Engels, *Dialektik der Natur* (s. Anm. 18), S. 355.

38 Engels, *Anti-Dühring* (s. Anm. 22), S. 55; vgl. Engels, *Dialektik der Natur* (s. Anm. 18), S. 355.

39 Ebd., S. 356.

40 Zum Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik vgl. Peter Schyga, »Entropie«. In: *Historisch-Kritisches Wörterbuch des Marxismus*. Hrsg. von Wolfgang Fritz Haug. Bd. 3. Berlin und Hamburg: Argument, 1997, Sp. 512-523.

41 So habe bereits Descartes gesagt, »daß die Quantität der in der Welt vorhandenen Bewegung unveränderlich ist« und damit den ersten Hauptsatz der Thermodynamik antizipiert. (Engels, *Dialektik der Natur* (s. Anm. 18), S. 318.) Nachdem Engels das von der Naturwissenschaft vorausgesagte tragische Schicksal des Sonnensystems und der Erde geschildert

Wirkung von Engels' Konzeption einer Naturdialektik

Engels führt die von Kant begonnene Vermittlung der empirischen Wissenschaften mit der Philosophie fort, indem er die Philosophie einerseits zwar in die Einzelwissenschaften auflöst, ihr aber andererseits dort eine epistemische Leitrolle zuschreibt. Die Natur gilt ihm als auf den Gesetzen der Dialektik gebaut, und Engels sucht dies u. a. für Biologie, Geologie, Chemie, Physik und Mathematik nachzuweisen. Diese Naturdialektik verfällt in eine Metaphysik, die Dialektik wird einseitig in das Objekt eingeschrieben, ohne die subjektive Seite noch zu reflektieren und bar jeder gesellschaftlichen Vermittlung. Engels fällt so auf den bereits überwundenen Dualismus von Subjekt und Objekt und damit hinter die dialektisch-materialistische Geschichtsauffassung zurück.⁴²

hat, stellt er die Frage, ob dem Universum als ganzes ebenfalls solches Ungemach droht – wie der zweite Hauptsatz postuliert, der, auf das Universum angewendet, dieses im Wärmemethod sterben läßt: »Wird die Sonnenleiche in Ewigkeit als Leiche durch den unendlichen Raum fortrollen und alle die ehemals unendlich mannigfaltig differenzierten Naturkräfte für immer in die eine Bewegungsform der Attraktion aufgehen?« (Ebd., S. 324.) Die Antwort von Engels ist eindeutig: Nein, der zweite Hauptsatz müsse falsch sein: »Die Bewegung der Materie aber, das ist nicht bloß die grobe mechanische Bewegung, die bloße Ortsveränderung, das ist Wärme und Licht, elektrische und magnetische Spannung, chemisches Zusammengeh'n und Bewußtsein. Sagen, daß die Materie während ihrer ganzen zeitlos unbegrenzten Existenz nur ein einziges und für eine ihrer Ewigkeit gegenüber verschwindend kurze Zeit in der Möglichkeit sich befindet, ihre Bewegung zu differenzieren und dadurch den ganzen Reichtum dieser Bewegung zu entfalten, und daß sie vor- und nachher in Ewigkeit auf bloße Ortsveränderung beschränkt bleibt – das heißt behaupten, daß die Materie sterblich und die Bewegung vergänglich ist. Die Unzerstörbarkeit der Bewegung kann nicht bloß quantitativ, sie muß auch qualitativ gefaßt werden; eine Materie, deren rein mechanische Ortsveränderung zwar die Möglichkeit in sich trägt, unter günstigen Bedingungen in Wärme, Elektrizität, chemische Aktion, Leben umzuschlagen, die aber außerstande ist, diese Bedingungen aus sich selbst zu erzeugen, eine solche Materie hat *Bewegung eingebüßt*; eine Bewegung, die die Fähigkeit verloren hat, sich in die ihr zukommenden verschiedenen Formen umzusetzen, hat zwar noch Dynamis, aber keine *Energieia* mehr, und ist damit teilweise zerstört worden. Beides aber ist undenkbar.« (Ebd., S. 325.) »Was wird aus all dieser enormen Wärmequantität? Ist sie für alle Zeiten aufgegangen in dem Versuch, den Weltraum zu heizen, hat sie praktisch aufgehört zu existieren und besteht sie nur noch theoretisch weiter in der Tatsache, daß der Weltraum wärmer geworden ist um einen Graddezimalbruchteil, der mit zehn oder mehr Nullen anfängt? Diese Annahme leugnet die Unzerstörbarkeit der Bewegung; sie läßt die Möglichkeit zu, daß durch sukzessives Ineinanderfallen der Weltkörper alle vorhandene mechanische Bewegung in Wärme verwandelt und dies in den Weltraum ausgestrahlt werde, womit trotz aller ›Unzerstörbarkeit der Kraft‹ alle Bewegung überhaupt aufgehört hätte. (...) Wir kommen also zu dem Schluß, daß auf einem Wege, den es später einmal die Aufgabe der Naturforschung sein wird aufzuzeigen, die in den Weltraum ausgestrahlte Wärme die Möglichkeit haben muß, in eine andre Bewegungsform sich umzusetzen, in der sie wieder zur Sammlung und Betätigung kommen kann. Und damit fällt die Hauptschwierigkeit, die der Rückverwandlung abgelebter Sonnen in glühenden Dunst entgegenstand.« (Ebd., S. 326 f.) So gelangt Engels zu der Behauptung einer »sich ewig wiederholenden Aufeinanderfolge der Welten in einer endlosen Zeit«. (Ebd., S. 327.)

⁴² Allerdings finden sich durchaus auch Momente einer historisch-vermittelten Naturdialektik, etwa wenn Engels daran erinnert, »daß wir keineswegs die Natur beherrschen, wie ein Eroberer ein fremdes Volk beherrscht, wie jemand, der außer der Natur steht – sondern daß wir mit Fleisch und Blut ihr angehören und mitten in ihr stehn« und eine Aussöhnung des Menschen mit seiner Natur fordert. (Ebd., S. 453.) Diese Momente stehen aber unvermittelt neben der Naturdialektik.

Die Spaltung von »objektiver« und »subjektiver« Dialektik hatte fatale Folgen in der Aneignung des Marxismus zur Jahrhundertwende. Wenn die Theorie lediglich nur die in der Natur objektiv vorhandene Dialektik reflektiert, dann ist die Entwicklung der marxistischen Theorie auch nicht untrennbar mit der realen Klassenbewegung verknüpft,⁴³ sondern prinzipiell unabhängig von dieser. Der Klassenstandpunkt erleichtert dann allenfalls die Annahme der richtigen, wahren Anschauung. Diese Auffassung findet sich bereits in Engels' Schilderung des Verhältnisses von Proletariat und Marxismus: »Und nur bei der Arbeiterklasse besteht der deutsche theoretische Sinn unverkümmert fort. Hier ist er nicht auszurotten; hier finden keine Rücksichten statt auf Karriere, auf Profitmacherei, auf gnädige Protektion von oben; im Gegenteil, je rücksichtsloser und unbefangener die Wissenschaft vorgeht, desto mehr befindet sie sich im Einklang mit den Interessen und Strebungen der Arbeiter. Die neue Richtung, die in der Entwicklungsgeschichte der Arbeit den Schlüssel erkannte zum Verständnis der gesamten Geschichte der Gesellschaft, wandte sich von vornherein vorzugsweise an die Arbeiterklasse und fand hier die Empfänglichkeit, die sie bei der offiziellen Wissenschaft weder suchte noch erwartete. Die deutsche Arbeiterbewegung ist die Erbin der deutschen klassischen Philosophie.«⁴⁴ Auch wenn hier die Arbeiterbewegung zur »Erbin der deutschen klassischen Philosophie« proklamiert wird, bleibt ihr diese Philosophie doch letztlich äußerlich, von außen herangetragen durch »die neue Richtung«, d. h. von bürgerlichen Philosophen.

In einer Schrift über ein neues sozialdemokratisches Parteiprogramm in Österreich schrieb der sozialdemokratische Theoriepapst Karl Kautsky, daß die Auffassung, das Klassenbewußtsein sei Ergebnis des proletarischen Klassenkampfes – die Auffassung, die zumindest Marx Zeit seines Lebens vertreten hatte – falsch sei: »Der Sozialismus als Lehre wurzelt allerdings ebenso in den heutigen ökonomischen Verhältnissen, wie der Klassenkampf des Proletariats, entspringt allerdings ebenso wie dieser aus dem Kampfe gegen die Massenarmuth und das Massenelend, das der Kapitalismus erzeugt; aber beide entstehen nebeneinander, nicht auseinander und unter verschiedenen Voraussetzungen. Das moderne sozialistische Bewußtsein kann nur erstehen auf Grund tiefer wissenschaftlicher Einsicht. In der That bildet die heutige ökonomische Wissenschaft ebenso eine Vorbedingung sozialistischer Produktion, wie etwa die heutige Technik, nur kann das Proletariat beim besten Willen die eine ebenso wenig schaffen wie die andere; sie entstehen beide aus dem heutigen gesellschaftlichen Prozeß. Der Träger der Wissenschaft ist aber nicht das Proletariat, sondern die bürgerliche Intelligenz, in einzelnen Mitgliedern dieser Schicht ist denn auch der moderne Sozialismus entstanden und

43 Marx beschrieb im *Kommunistischen Manifest* »die theoretischen Sätze der Kommunisten« als bloße »allgemeine Ausdrücke tatsächlicher Verhältnisse eines existierenden Klassenkampfes, einer unter unsern Augen vor sich gehenden geschichtlichen Bewegung.« (Karl Marx, *Manifest der Kommunistischen Partei* (1848). In: Ders., *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 594–630, S. 608 f.)

44 Engels, »Feuerbach« (s. Anm. 17), S. 307.

durch sie erst geistig hervorragenden Proletariern mitgeteilt worden, die ihn dann in den Klassenkampf des Proletariats hineinbringen, wo die Verhältnisse es gestatten. Das sozialistische Bewußtsein ist also etwas in den Klassenkampf des Proletariats von Außen Hineingetragenes, nicht etwas aus ihm urwüchsig Entstandenes.«⁴⁵ In seiner Schrift »Was tun?« von 1902 zitiert Lenin diese »sehr treffenden und wertvollen Worte K. Kautskys«⁴⁶ und fügt hinzu, daß die spontane Bewegung der Arbeiterklasse von sich aus lediglich zum Trade-Unionismus gelangen könne. Mit dieser Festlegung allein auf das Moment der Organisation war der Grundstein für das Leninsche Parteimodell und den Zentralismus gelegt.

Auch übernimmt Lenin von Engels die Metaphysik der Materie. Diese definiert er in seiner gegen Ernst Mach gerichteten Streitschrift *Materialismus und Empirio-kritizismus* als »eine philosophische Kategorie zur Bezeichnung der objektiven Realität, die dem Menschen in seinen Empfindungen gegeben ist, die von unseren Empfindungen kopiert, fotografiert, abgebildet wird und unabhängig von ihnen existiert.«⁴⁷ Erkenntnistheoretisch vertritt Lenin eine simple Abbild- und Widerspiegelungstheorie, die zum Markstein des Klassenstandpunkts erhoben wird: »Unsere Empfindungen für Abbilder der Außenwelt halten, die objektive Wahrheit anerkennen, auf dem Standpunkt der materialistischen Erkenntnistheorie stehen, das ist ein und dasselbe.«⁴⁸ Lenin fällt dabei noch hinter den theoretischen Standpunkt der bürgerlichen Materialisten des 19. Jahrhunderts zurück, die materialistische Geschichtsauffassung wird bei ihm keinesfalls reflektiert.

Lenin waren die Fragmente der *Dialektik der Natur* nicht bekannt.⁴⁹ Dafür zitiert er in *Materialismus und Empirio-kritizismus* ausgiebig den *Anti-Dühring* und die »Feuerbach«-Schrift. Machs Erkenntnistheorie gilt ihm als »purer Obskurantismus, abgefeimteste Erscheinung«,⁵⁰ Mach als ein »Ideologe des reaktionären Kleinbürgertums«⁵¹, der den Weg bereite für »ausgemachte philosophische Reaktionäre und Prediger des Fideismus«, die »als Lehrer der Arbeiter eingeschmuggelt« würden.⁵² Der »Machismus« sei eine kleinbürgerliche Philosophie: »Viertens kommt man nicht umhin, hinter der erkenntnistheoretischen Scholastik des Empirio-kritizismus den Parteienkampf in der Philosophie zu sehen, einen Kampf, der in letzter Instanz die Tendenzen und die Ideologie der feindlichen Klassen der modernen Gesellschaft zum Ausdruck bringt. Die neueste Philosophie ist genauso parteilich wie die vor zweitausend Jahren. Die kämpfenden Parteien sind dem Wesen der Sache nach, das man durch gelahrt-

45 Karl Kautsky, »Die Revision des Programms der Sozialdemokratie in Österreich«. In: *Die Neue Zeit* 1. 20. Jg. 3 (1901/02), S. 68–82, S. 79 f.

46 Wladimir I. Lenin, *Was tun? Brennende Fragen unserer Bewegung*. 6. Aufl. Werke Bd. 5. Berlin (Ost): Dietz, 1973, S. 355–551, S. 394.

47 Ders., *Materialismus und Empirio-kritizismus. Kritische Bemerkungen über eine reaktionäre Philosophie* (1909). Werke Bd. 14. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 124.

48 Ebd., S. 125.

49 Diese wurden zuerst 1925 in der UdSSR veröffentlicht.

50 Ebd., S. 352.

51 Ebd., S. 360.

52 Ebd., S. 217.

quacksalberische neue Namen oder durch geistesarme Unparteilichkeit zu verhüllen sucht, der Materialismus und der Idealismus. Der letztere ist nur eine verfeinerte, raffinierte Form des Fideismus, der in voller Rüstung gewappnet dasteht, über gewaltige Organisationen verfügt und nach wie vor unausgesetzt auf die Massen einwirkt, wobei er sich das geringste Schwanken im philosophischen Denken zunutze macht. Objektiv, klassenmäßig besteht die Rolle des Empirioskritizismus ausschließlich in Handlangerdiensten für die Fideisten in deren Kampf gegen den Materialismus überhaupt und gegen den historischen Materialismus insbesondere.«⁵³

10.2 DER LOGISCHE EMPIRISMUS DES WIENER KREISES

1911 wurde Albert Einstein auf Machs früheren Lehrstuhl für Experimentalphysik an der deutschen Universität nach Prag berufen. Im selben Jahr unterzeichneten u. a. Albert Einstein, David Hilbert, Felix Klein, Georg Helm und Sigmund Freud ein öffentliches Manifest zur Gründung einer Gesellschaft für positivistische Philosophie.⁵⁴ Ein Jahr später wurde Philipp Frank Einsteins Nachfolger in Prag.

1923 schlug der Gestaltpsychologe Kurt Lewin dem 1922 Adolf Stöhr auf dem Machschen Wiener Lehrstuhl nachgefolgten Moritz Schlick die Herausgabe einer neuen Zeitschrift vor, die die Entwicklung der neuen philosophischen Richtung vorantreiben sollte.⁵⁵ Die Aktivitäten scheinen 1924 im Sande verlaufen zu sein. Mitte der 1920er Jahre wurden aber die 1918 von Hans Vaihinger gegründeten *Annalen der Philosophie* breiter ausgerichtet und eine »Internationale Gesellschaft für empirische Philosophie« zur Unterstützung der Zeitschrift gegründet.⁵⁶ Eine Berliner Ortsgruppe entstand, aus der 1928 die Berliner »Gesellschaft für empirische Philosophie« hervorging, die sich nach einem Vorschlag David Hilberts später in »Gesellschaft für wissenschaftliche Philosophie« umbenannte. Mitglieder der »Berliner Gruppe« waren u. a. Hans Reichenbach, Walter Dubislav, Kurt Grelling und Kurt Lewin. In Wien hatte sich um Moritz Schlick ebenfalls ein entsprechender Kreis gesellt. Beiden Kreisen war gemein, daß sie intensiv den Austausch mit Wissenschaftlern der verschiedensten Disziplinen und ihr Wissen in Form von Vorträgen und Publikationen auch zu popularisieren suchten. Der »Berliner Gesellschaft« entsprach hierbei in Wien der »Verein Ernst Mach«,⁵⁷ der stärker

53 Lenin, *Materialismus und Empirioskritizismus* (s. Anm. 47), S. 363.

54 Freud soll später auch in den »Verein Ernst Mach« des Wiener Kreises eingetreten sein. (Vgl. Hans-Joachim Dahms, *Positivismusstreit. Die Auseinandersetzungen der Frankfurter Schule mit dem logischen Positivismus, dem amerikanischen Pragmatismus und dem kritischen Rationalismus*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994, S. 46.)

55 Vgl. Friedrich Stadler, *Vom Positivismus zur »Wissenschaftlichen Weltauffassung«. Am Beispiel der Wirkungsgeschichte von Ernst Mach in Österreich 1895 bis 1934*. Wien und München: Löcker, 1982, S. 167 f.

56 Die *Annalen* wurden 1929 zwischenzeitlich eingestellt, jedoch vom Berliner Hans Reichenbach und dem Wiener Rudolf Carnap übernommen und nunmehr unter dem Titel *Erkenntnis* herausgegeben. Zur Geschichte der Zeitschrift vgl. Rainer Hegselmann und Geo Siegart, »Zur Geschichte der »Erkenntnis««. In: *Erkenntnis* 35 (1991), S. 461–471.

57 Eine Übersicht über die in beiden Vereinen gehaltenen Vorträge gibt Stadler, *Vom Positi-*

als jene mit der zeitgenössischen Volksbewegung verbunden gewesen ist und auf den im folgenden näher eingegangen werden soll.

MORITZ SCHLICK scharte nach der Übernahme des Wiener Lehrstuhls bald einen kleinen Zirkel zu einer wöchentlichen Diskussion um sich. Schlicks Donnerstag-Abend-Kolloquium fand zunächst mit Hans Hahn, Kurt Reidemeister, Otto und Olga Neurath (der Schwester von Hahn), Philipp Frank, Friedrich Waismann, Herbert Feigl, Felix Kaufmann und Victor Kraft statt. 1926 stießen Rudolf Carnap, der erst 20jährige Kurt Gödel, Karl Menger und andere hinzu. Diese Gruppe wurde zur Keimzelle des *Wiener Kreises*, dessen Logischer Empirismus weltweite Bedeutung erlangte, insbesondere auch für die Entstehung der Vorstellung, das Gehirn sei strukturell einer Maschine vergleichbar, wie sie später am MIT vertreten wurde. Der Wiener Kreis war dabei keinesfalls eine geschlossene Gruppe mit einer festen Weltanschauung, sondern eher durch eine gemeinsame Suchbewegung verbunden. "Characteristic for the Circle was the open and undogmatic attitude taken in the discussions. Everyone was willing constantly to subject his views to a re-examination by others or by himself. The common spirit was one of co-operation rather than competition. The common purpose was to work together in the struggle for clarification and insight."⁵⁸ Es war Otto Neurath, der 1929 zuerst von einem »Wiener Kreis« zu sprechen begann – anspielend auf »Wiener Wald«, »Wiener Walzer«, »Wiener Würstchen« und, wie es Philipp Frank, der wie Neurath zum linken Flügel des Wiener Kreises gehörte, später formulierte, »andere Dinge auf der vergnüglichen Seite des Lebens«.⁵⁹

Charakteristisch für die vom Wiener Kreis vertretene Auffassung war die Überzeugung, daß die klassischen philosophischen Probleme im Rahmen eines klar formulierten Empirismus mittels präziser, an der neuen mathematischen Logik orientierter Sprachanalyse entweder einer Lösung zugeführt oder aber als gegenstandslose Scheinprobleme erwiesen werden können. Moritz Schlick etwa verkündete selbstbewußt: »Nun verstehen wir das Wesen der sogenannten unlösbaren Probleme, mit denen sich die Philosophen so lange herumgeschlagen haben: Sie sind unlösbar, nicht weil ihre Lösung in einem dem erkennenden Geist für immer unzugänglichen Bezirk liegt, nicht weil sie das Vermögen unseres Verstandes überschreiten, sondern weil sie schlicht keine Probleme sind. Unglücklicherweise – nein, glücklicherweise – stellt sich heraus, daß alle echten ›metaphysischen Fragen‹ von dieser Art sind.«⁶⁰

Rudolf Carnap begriff die Philosophie als eine syntaktische Metatheorie der wissenschaftlichen Sprache. Die analytische Philosophie sollte eine klare Formulierung und Begründung einer empiristischen Theorie der

vismus zur »Wissenschaftlichen Weltauffassung« (s. Anm. 55) für den »Verein Ernst Mach« S. 181 f., für sein Berliner Pendant S. 209 ff.

58 Rudolf Carnap, "Intellectual Autobiography." In: *The Philosophy of Rudolf Carnap*. Ed. by Paul Arthur Schilpp. The Library of Living Philosophers 21. La Salle, Ill. and London: Open Court and Cambridge University Press, 1963, pp. 3–84, S. 21.

59 Zitiert nach Manfred Geier, *Der Wiener Kreis*. Mit Selbstzeugnissen und Bilddokumenten. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1992, S. 17.

60 Moritz Schlick, zitiert nach ebd., S. 102.

Erkenntnis liefern, die sowohl der technisch-wissenschaftlichen Erkenntnis wie der Alltagserfahrung gerecht wurde.⁶¹ Diese postulierte Einheit von Wissenschaft und Alltag geht zurück auf Mach, dem jedoch eine Blindstelle bei Berücksichtigung der modernen Logik auch innerhalb seiner Epistemologie vergeworfen wurde: »Bei dieser Gelegenheit soll unmißverständlich ausgesprochen werden, daß die Anerkennung, die man Machs logisierenden Kampf gegen die Metaphysik, insbesondere bei Behandlung des Trägheitsproblems zollen kann, nicht auf einzelne idealistische Ausführungen bei ihm und bei manchen Machianern ausgedehnt werden darf, die insbesondere dort auftreten, wo vom handelnden Menschen, von der Willensfreiheit, von sozial bedeutsamen Problemen und ähnlichem die Rede ist.«⁶²

Alle Aussagen über die Welt sind empirische Aussagen, und als solche verifizierbar. Mathematik und Logik sind hingegen nicht auf die Welt bezogen und entziehen sich der empirischen Überprüfbarkeit, nehmen jedoch in der Sprache der Wissenschaft eine zentrale Rolle ein. Die Wahrheit der Mathematik und der Logik scheint eine analytische zu sein, insofern man etwa die Wahrheit eines Satzes wie »Morgen wird es in Hannover regnen oder nicht« durch reine Analyse der logischen Terme als wahr erweisen kann, da jeder Satz der Form » p oder nicht- p « wahr ist. Der Mathematik und der Logik schreibt der Wiener Kreis daher einen analytischen und strikt tautologischen Charakter zu; beide seien a priori, vor und unabhängig von aller Erfahrung gültig.⁶³

Die Auffassung vom tautologischen Status der Mathematik geht zurück auf die mathematischen Arbeiten Bertrand Russells und die Sprachphilosophie Ludwig Wittgensteins. Unter dem Einfluß Wittgensteins verwandelte sich die Sichtweise des Wiener Kreises über die Aufgabe der Philosophie von der Epistemologie der *Allgemeinen Erkenntnislehre* Moritz Schlicks (1918) hin zur *Überwindung der Metaphysik durch logische Analyse der Sprache*, wie der programmatische Titel eines 1931 veröffentlichten Aufsatzes von Rudolf Carnap lautet.

Relevant für den Wiener Kreis wurde die Entwicklung der modernen Logik, die es gestattete, geschlossene formale Systeme aufzustellen. Diese auch *Logistik* genannte symbolische Logik baut auf Ideen von Leibniz auf, ein erstes umfassendes System wurde von Gottlob Frege aufgestellt. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts schien die Mathematik ihre grundlegende Krise so gut wie überwunden zu haben und es nur noch eine kurze Zeit

61 Carnap, »Intellectual Autobiography« (s. Anm. 58), S. 16 f.

62 Otto Neurath, »Einheitswissenschaft und Psychologie« (1933). In: *Einheitswissenschaft und Psychologie*. Hrsg. von Joachim Schulte und Brian McGuinness. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1992, S. 24–56, S. 26.

63 »Wir müssen unterscheiden zwischen zwei Arten von Sätzen: solchen, die etwas Tatsächliches aussagen, und solchen, die lediglich eine Abhängigkeit in der Zuweisung der Bezeichnungen an die Gegenstände ausdrücken; die Sätze dieser zweiten Art wollen wir *tautologisch* nennen; sie sagen nichts über Gegenstände aus und sind eben deshalb sicher, allgemein gültig, durch Beobachtung unwiderlegbar; die Sätze der ersten Art sind hingegen nicht sicher, können durch Beobachtung widerlegt werden.« (Hans Hahn, »Logik, Mathematik und Naturerkennen« (1933). In: *Einheitswissenschaft*. Hrsg. von Joachim Schulte und Brian McGuinness. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1992, S. 57–89, S. 71 f.)

zu dauern, bis sie von allen Antinomien gereinigt und gemeinsam mit der Logik auf eine nachweisbar konsistente Basis gestellt sein würde. Die verbleibenden Aufgaben, etwa der Nachweis der Widerspruchsfreiheit und der Vollständigkeit wurden von David Hilbert 1900 auf dem Pariser Mathematikerkongreß in einer 23 Punkte umfassenden Liste aufgestellt, die er zwischen 1918 und 1922 zum sogenannten »Hilbert-Programm« weiterentwickelte. Als bedeutender Schritt vorwärts in dieser Richtung galt allgemein die bereits 1910 bis 1913 erschienene und von Russell und Whitehead verfaßte *Principia Mathematica*, in der einerseits aus einem logischen Axiomensystem die komplette Arithmetik und Analysis abgeleitet wurden, andererseits durch hierarchische Typenregeln logische Antinomien ausgeschlossen sein sollten.⁶⁴ Der Mathematik schien ein sicheres Fundament in der Logik gegeben, wie Rudolf Carnap noch 1929 versicherte.⁶⁵ Die neutrale Beschreibung schien das überkommene Kausalgesetz elegant ersetzen zu können, das zu seiner Begründung eine letztlich außerempirische Fundierung benötigt. Mit anderen Worten: die Welt schien vollständig durch Mathematik darstellbar zu sein.⁶⁶

Das Funktionalitätsprinzip setzt eine mathematische Beschreibung an die Stelle der vom Kausalgesetz postulierten Ursache – Wirkung-Verknüp-

- 64 Diese hier nur kursorisch angedeutete Entwicklung der modernen Logik und Mathematik werde ich weiter unten, Kapitel 11.2 auf Seite 395 ff., näher betrachten. An dieser Stelle sei jedoch noch erwähnt, daß der strikt analytische Charakter der Mathematik u. a. auf der zuerst von den Arabern durchgeführten und sich in der Neuzeit in der Folge von Descartes durchsetzenden Arithmisierung der kompletten Mathematik *inklusive der Geometrie* beruht. (Vgl. Paul Benoit und Françoise Micheau, »Die Araber als Vermittler«. In: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Hrsg. von Michel Serres. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994, S. 268–313, S. 297 ff.) Ein Kreis etwa stellt aus dieser Sicht keine eigenständige Entität mehr dar (wie noch bei Euklid), sondern lediglich ein Polygon mit unendlich vielen Seiten. (Vgl. Catherine Goldstein, »Das Eine ist das Andere. Eine Geschichte des Kreises«. In: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Hrsg. von Michel Serres. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994, S. 228–267.) Daß eine sich aus den Erfordernissen der doppelten Buchführung entwickelnde Arithmetik (vgl. Paul Benoit, »Rechnen, Algebra und Warenhandel«. In: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Hrsg. von Michel Serres. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994, S. 350–393) den Charakter eines Nullsummenspiels hat, daß eine aus der Analysis konstruierte Mathematik analytisch ist, ist evident. Das von Russell postulierte analytische Wesen der Mathematik ist durch die Fragestellung bedingt. Wie man in den Wald hineinruft, so schallt es heraus. – Vgl. auch Alfred Sohn-Rethel, *Geistige und körperliche Arbeit. Zur Theorie der gesellschaftlichen Synthesis*. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1972, der dem Geld eine »gesellschaftlich-synthetische Funktion« zuschreibt, deren Organisationsprinzipien die Erkenntnisfunktionen des Denkens bildeten und die begriffliche Grundlage auch der modernen Naturwissenschaft darstellten – und mithin den Kantischen »Kategorien a priori« entsprächen.
- 65 Vgl. Rudolf Carnap, Hans Hahn und Otto Neurath, »Wissenschaftliche Weltauffassung – der Wiener Kreis« (1929). In: Otto Neurath, *Wissenschaftliche Weltauffassung, Sozialismus und Logischer Empirismus*. Hrsg. von Rainer Hegselmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979, S. 81–101, S. 92.
- 66 Bertrand Russell war noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts davon überzeugt, »that there would be a mathematics of human behaviour as precise as the mathematics of machines«, wie er in der Rückschau formulierte. (Bertrand Russell, »Why I Took Philosophy« (1956). In: *The Basic Writings of Bertrand Russell*. Bd. 10: 1903–1959. Hrsg. von Robert E. Egner und Lester E. Dennon. Mit einer Einl. von John G. Slater. Abingdon (UK): Routledge, 2009, S. 28–32, S. 29.)

fung. Eine mathematische Funktion nimmt für sich gar nicht mehr in Anspruch, den Grund eines beobachteten Ereignisses zu formulieren, sondern verbleibt auf der reinen Beschreibungsebene. Auch ist eine solche mathematische Beschreibung nicht mehr notwendig ein-eindeutig, sie mag etwa nur noch statistische Wahrscheinlichkeiten ausdrücken. Die Mathematik betrachtet das System als Ganzes und kennt keine erste Ursache mehr.⁶⁷

Die behauptete epistemologische Neutralität der mathematischen Beschreibung verkennt aber den historischen Charakter auch von Mathematik und Logik und verleugnet die Dialektik von Erkenntnis und Interesse, die auch und gerade im Entstehungsprozeß der modernen Logik und der formalen Systeme wirksam bleibt. Die in der Nachfolge Ernst Machs im Neopositivismus des Wiener Kreises letztlich – freilich in negativer Form – beibehaltene Fixierung auf die Philosophie Kants zwingt die Epigonen, den klassischen Dualismus von Objekt und Subjekt, der bei Mach bereits überwunden war, wieder einzuführen, jetzt allerdings in der Form des strikt analytisch-tautologischen Charakters der Mathematik einerseits und des empirisch-synthetischen Charakters der Erfahrung andererseits. Der Mathematik wird eine außerhalb der menschlichen Erfahrung bestehende Geltung zugeschrieben und der Herrschaftscharakter des menschlichen Verhältnisses zur Natur verschleiert. Die vom Wiener Kreis betriebene Übertragung aller wissenschaftlichen Erkenntnis in ein formales System kommt ihrer Algorithmisierung gleich und inkorporiert damit unreflektiert das von allen sentimental und romantischen Illusionen gereinigte Substrat von Herrschaft.

So teilt der funktionalistische Materialismus des beginnenden 20. Jahrhunderts mit dem mechanischen Materialismus des 17. und 18. Jahrhunderts die unreflektierte Einschreibung von Herrschaft in den Naturprozeß: Er propagiert die Beherrschbarkeit des Menschen qua Sozialtechnik und betrachtet Mensch wie Natur im Kern als Maschinen, die zwar nicht mehr mechanistisch-kausal, wohl aber funktionell beschrieben werden können.

Der strikt analytische, außerempirische Charakter der Mathematik läßt sie als die *eine*, objektiv gültige Fundierung der *einen* Wissenschaft erscheinen. Fiele dieses analytische Wesen, bekäme die Mathematik den Status »nur« einer menschlichen Errungenschaft, und die funktionalistisch beschriebenen Naturgesetze würden als Formen der Auseinandersetzung des Menschen mit seiner menschlichen und außermenschlichen Umwelt mitsamt der darin eingeschriebenen Herrschaftsverhältnisse entziffer-

67 Thomas S. Kuhn hat darauf hingewiesen, daß die moderne Physik der aristotelischen in der Kausalstruktur ihrer Argumente ähnelt. Diese unterschied vier Ursachen: materielle, bewirkende, formale und finale. Während der klassische Mechanismus am ehesten der bewirkenden Ursache im aristotelischen Sinne entspricht, ähnelt die mathematische Systembeschreibung Aristoteles' formaler Ursache. Abweichungen von diesem System werden dagegen in der Regel durch äußere Einflüsse erklärt, mithin bewirkenden Ursachen. Vgl. Thomas S. Kuhn, »Verschiedene Begriffe der Ursache in der Entwicklung der Physik« (1975). In: Ders., *Die Entstehung des Neuen. Studien zur Struktur der Wissenschaftsgeschichte*. Hrsg. von Lorenz Krüger. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1978, S. 72–83.

und kritisierbar. Umgekehrt wird die Vernunft bei Beibehaltung des strikt analytischen Charakters der Mathematik mit ihrer Reduzierung auf bloß tautologisches Umformen freilich zugleich hypostasiert: Sie erhält ewige, apriorische Gültigkeit und wird strikt getrennt von der verderblichen Wahrheit sinnlicher Erfahrung und wird unhistorisch. Wenn der Wiener Kreis schreibt: »Daß Erkenntnis der Welt möglich ist, beruht nicht darauf, daß die menschliche Vernunft dem Material ihre Form aufprägt, sondern darauf, daß das Material in einer bestimmten Weise geordnet ist«⁶⁸, dann wird der alte Dualismus getrennter Wesenheiten reaktiviert, statt daß eine prinzipielle Einheit von Denken und Materie gedacht wird, wie es bei Mach noch der Fall war. Die Materie wird dem Denken vorausgesetzt, der Monismus ist nicht neutral bzw. dialektisch vermittelt.

Die Charakterisierung von Logik und Mathematik als strikt analytisch übersieht denn auch die Differenz zwischen Geltung und Genese. Die *Anwendung* der Mathematik mag analytischen Charakter haben, ihre *Entstehung* hat jedoch synthetischen. Der von Kurt Gödel nachgewiesene genetisch-synthetische Charakter von Mathematik und Logik zeigt, daß die Welt nicht vollständig in Mathematik auflösbar sein kann, sondern immer noch ein menschlicher Rest bleibt. Interessanterweise hatte ja gerade Ernst Mach erkenntnistheoretisch dieses menschliche Moment gegen die objektivistischen Theorien betont, während seine Epigonen im Wiener Kreis die »wissenschaftliche Weltauffassung« zu eben solcher objektivistischer Geltung erheben wollten. Der logische Empirismus errichtet wieder eine Schule – wogegen sich Mach so sehr gewehrt und Zeit seines Lebens gekämpft hatte.

Mathematik wird vom Wiener Kreis auf den Prozeß des Rechnens im Sinne eines sukzessiven tautologischen Umformens reduziert; »das Addieren, das Multiplizieren, das man in der Schule lernt, sind Anweisungen zu solchen tautologischen Umformungen; jeder mathematische Beweis ist eine Aufeinanderfolge solcher tautologischen Umformungen.«⁶⁹ Dann wäre freilich ein moderner Digitalrechner einem jeden menschlichen Mathematiker fundamental überlegen, beherrscht er doch das tautologische Umformen perfekt und in einer Geschwindigkeit, die mittlerweile selbst bei handelsüblichen PCs nicht mehr nach Millionen, sondern nach Milliarden solcher Umformungen pro Sekunde gemessen wird.⁷⁰ Doch hat Alan Turing 1936 ausgerechnet in der Arbeit, die den modernen Computer theoretisch begründete⁷¹ zugleich die Grenzen möglicher Berechenbar-

68 Carnap, Hahn und Neurath (s. Anm. 65), S. 95.

69 Hahn, »Logik, Mathematik und Naturerkennen« (s. Anm. 63), S. 75.

70 Die Rechenleistung von Digitalrechnern wird in der Anzahl der Fließkommaoperationen pro Sekunde in der Einheit FLOPS – floating-point operations per second) – gemessen. Ein handelsüblicher PC mit einem mit 3,2 Gigahertz getakteten Intel Core i7-Prozessor erreicht etwa 33 Giga-FLOPS, d. h. 33×10^9 Gleitkommaoperationen pro Sekunde – das übertrifft die Rechenleistung des vor 20 Jahren schnellsten Supercomputers der Welt, des NEC SX-3/44R. Der derzeit (Juni 2011) schnellste Computer der Welt, der japanische *K Computer*, kommt auf 8162 Terra-FLOPS, also $8,162 \times 10^{15}$ – über 8 Billionen! – Gleitkommaoperationen pro Sekunde. Vgl. URL: <http://www.top500.org/lists/2011/06/100>.

71 Alan M. Turing, "On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungs-

keit aufgezeigt (das sogenannte »Entscheidungs-« bzw. »Halteproblem«). Das Hilbertprogramm erwies sich hier wieder einmal als fehlgeschlagen.⁷²

Hans Hahn zweifelte jedoch 1933 (also immerhin zwei Jahre *nach* Erscheinen von Gödels bahnbrechender Arbeit) noch nicht an der Realisierbarkeit dieses Programms: »Freilich ist der Nachweis des tautologischen Charakters der Mathematik noch nicht in allen Punkten erbracht; es handelt sich da um ein mühevolleres und schwierigeres Problem; doch zweifeln wir nicht daran, daß die Meinung vom tautologischen Charakter der Mathematik ihrem Wesen nach zutreffend ist.«⁷³ Doch nach Gödels und Turings Arbeiten mußte der programmatische Versuch der Darstellung der ganzen Welt in einem formalen System als gescheitert gelten, und mit ihm der totalitäre Anspruch, die Welt durch Technik umfassend beherrschbar zu machen. *Wahrheit geht nicht in Beweisbarkeit auf.*

Der Wiener Kreis gab denn letztlich auch konsequenterweise den Anspruch einer umfassenden Systematik auf und setzte an deren Stelle die *Enzyklopädie*, das heißt ein als Suchbewegung, als unabschließbaren offenen Forschungsprozeß begriffenes Wissen. Dieser Wandel fiel freilich in die Phase der erzwungenen Auflösung des Kreises durch Emigration.⁷⁴

10.2.1 Der »linke Flügel« des Wiener Kreises

Karl Menger und Kurt Gödel hatten bereits um 1928/29 gegen die Behauptung vom rein tautologischen Charakter der Mathematik opponiert, jedoch ohne auf positive Resonanz zu stoßen.⁷⁵ Das von Menger formulierte Prinzip der logischen Toleranz verweist jedoch auf das später u. a. von Neurath in der Auseinandersetzung mit Popper vertretene Toleranzprinzip hinsichtlich der wissenschaftlichen Methodenwahl, das sich gegen dessen »Absolutismus der Falsifizierbarkeit« richtete.⁷⁶

problem". In: *Proceedings of the London Mathematical Society, Second Series* 42 (1936), pp. 230–265. – Siehe dazu oben, Kapitel 1.3 auf Seite 39 ff. sowie unten, Kapitel 11.2 auf Seite 401 f.

72 Zuvor hatte bereits Gödel die notwendige Unvollständigkeit der Mathematik nachgewiesen. Siehe unten, Kapitel 11.2 auf Seite 395 ff.

73 Hahn, »Logik, Mathematik und Naturerkennen« (s. Anm. 63), S. 75.

74 Sicherlich ist die Kritische Theorie nicht ganz unschuldig daran, daß der vom Wiener Kreis formulierte Positivismus in den Geruch einer bloß affirmativen Theorie geraten ist. Siehe dazu unten, Abschnitt 10.5 auf Seite 372.

75 Vgl. Friedrich Stadler, *Studien zum Wiener Kreis. Ursprung, Entwicklung und Wirkung des logischen Empirismus im Kontext*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1997, S. 438, 446 ff.

76 So wandte sich Menger schon früh gegen die von Hahn 1929 in einem Vortrag im »Verein Ernst Mach« geforderte Anwendung von Ockhams Rasiermesser gegen »überflüssige Wesenheiten«. (Hans Hahn, »Überflüssige Wesenheiten (Occams Rasiermesser)« (1929/30). In: *Logischer Empirismus – Der Wiener Kreis*. Ausgewählte Texte mit einer Einleitung. Hrsg. von Hubert Schleichert. München: Fink, 1975, S. 149–171.) Mit Ockhams logisch-empiristischem Rasiermesser wird das Prinzip der ontologischen Sparsamkeit in der Wissenschaft bezeichnet, welches auf Wilhelm von Ockham zurückgeht. Von mehreren Theorien, die den gleichen Sachverhalt erklären, ist die einfachste die beste: »Entitäten dürfen nicht über das Notwendige hinaus vermehrt werden.« Menger opponierte. 1960 formulierte er in der Rückschau: "Entities must not be reduced to the point of inadequacy." (Karl Menger, "A Counterpart of Ockham's Razor in Pure and Applied Mathematics: Ontological Uses". In: *Synthese* 12 (1960), pp. 415–428, S. 415.)

Denn daß die Dychotomie analytisch – synthetisch theoretisch nicht zu halten war, zeigte sich auch in der Auseinandersetzung um Karl Poppers Theorie der Falsifizierbarkeit. Dieser hatte sich gegen die im Wiener Kreis verbreitete Auffassung gewandt, die Methode der wissenschaftlichen Kontrolle bestünde in der prinzipiellen Überprüfbarkeit der behaupteten Sätze. Naturgesetze, die die Form von All-Aussagen haben, sind in ihrer Allgemeinheit jedoch nicht verifizierbar, sondern bloß falsifizierbar. Ich kann den Satz: »Alle Schwäne sind weiß« nicht verifizieren, da ich, selbst wenn ich durch einen Zufall sämtliche Schwäne untersucht hätte, nicht sicher sein könnte, daß es nicht irgendwo noch einen weiteren Schwan geben könnte. Popper ersetzte das Prinzip der Überprüfbarkeit durch das der Bewährung; ein plausibler Satz behalte seine Gültigkeit, bis er durch einen empirischen Nachweis widerlegt würde. Sollte ein schwarzer Schwan entdeckt werden, wäre mein Satz falsifiziert.

Falsifizierbarkeit wirft aber ein neues Problem auf: Wenn eine Annahme experimentell nicht als richtig bewiesen werden kann, ist nicht notwendig die Annahme falsch, sondern unter Umständen bloß die benutzte experimentelle Apparatur, die Prämissen etc. Einzelne Aussagen sind im allgemeinen überhaupt nicht durch Beobachtungsfunde überprüfbar, da zur Haupthypothese diverse Hilfshypothesen als Prämissen hinzukommen, etwa die Annahmen einer fehlerfrei funktionierenden Apparatur und der Korrektheit der theoretischen Annahmen, die der Benutzung dieser Apparatur zugrundeliegen. Diese bilden ein theoretisches Gesamtsystem, und ein falsifizierender Experimentalbefund sagt nichts darüber aus, welche Annahmen zu ändern sind. Diese holistische Auffassung wird nach Pierre Duhems *La Théorie Physique. Son Objet et sa Structure* (1906) und Willard Van Orman Quines *Two Dogmas of Empiricism* (1950/51) als Duhem-Quine-These bezeichnet.⁷⁷ Auch Neurath hat sich 1935 an der Diskussion beteiligt und Popper einen *Pseudorationalismus der Falsifikation* vorgeworfen.⁷⁸ Neurath erkennt zwar Poppers Kritik am »Absolutismus der Verifikation« an, hält ihm jedoch vor, den Teufel mit dem Beelzebub ausgetrieben und einen neuen »Absolutismus der Falsifikation« eingeführt zu haben, der an der wissenschaftlichen Forschungspraxis vorbeigehe.⁷⁹

77 Duhem hat darauf hingewiesen, daß ein Experiment niemals vollständig zu entscheiden vermag, sondern notwendig mit etwas anderem einhergeht, und damit »unterdeterminiert« sein muß. Willard Van Orman Quine, »Zwei Dogmen des Empirismus« (1950/51). In: Ders., *Von einem logischen Standpunkt. Neun logisch-philosophische Essays*. Mit einem Nachwort von Peter Bosch. Frankfurt am Main, Berlin und Wien: Ullstein, 1979, S. 27–50, erinnert daran in seiner Kritik an der Wissenschaftsgläubigkeit des Positivismus. Vgl. auch oben, Anm. 35 auf Seite 328.

78 Otto Neurath, »Pseudorationalismus der Falsifikation« (1935). In: Ders., *Wissenschaftliche Weltauffassung, Sozialismus und Logischer Empirismus*. Hrsg. von Rainer Hegselmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979, S. 132–144.

79 Vgl. ebd., S. 144. – Der von ihm vertretene Wissenschaftspragmatismus ist als »Neurath-Prinzip« bekannt geworden. Ähnlich später auch Thomas S. Kuhn, »Logik oder Psychologie der Forschung?« (1970). In: Ders., *Die Entstehung des Neuen. Studien zur Struktur der Wissenschaftsgeschichte*. Hrsg. von Lorenz Krüger. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1978, S. 357–388, der Popper vorwirft, auf die Wissenschaft nur im Moment ihrer Umwälzung, im Übergang von einem Paradigma zum anderen zu schauen. In aller Regel sei Wissenschaft aber bloß Betrieb, und es stellten sich ihr keine fundamentalen »Rätselfragen«.

Während in der Praxis der Realwissenschaften eine notwendige Mehrdeutigkeit bestehe, die den Forscher zwingt, statt von *Modell-Systemen* von *Modell-Enzyklopädien* auszugehen⁸⁰, strebe Popper, »gewissermaßen in Anlehnung an den Laplaceschen Geist, nach einem einzigen ausgezeichneten System von Sätzen, als dem Paradigma aller Realwissenschaften.«⁸¹

Die von einem Forscher akzeptierte Enzyklopädie impliziere die Akzeptanz bestimmter damit verbundener Theorien, Hypothesen, Prognosen und deren Kontrollsätzen. Ein negatives experimentelles Ergebnis lasse den Forscher nicht ohne weiteres die Theorie opfern, sondern dieser überlege, was ihm die Enzyklopädie, die er mit dieser Theorie aufgabe, in Zukunft noch leisten könnte. »Negative Ergebnisse können sein Vertrauen gegenüber einer Enzyklopädie erschüttern, aber nicht sozusagen ›automatisch‹, indem er bestimmte Regeln verwendet, auf Null reduzieren.«⁸² Neurath stellt die *Erschütterung* neben die (von Popper formulierte) *Bewährung*.

Popper habe »sich für das *System* als Paradigma entschieden (...), das aus sauberen Sätzen aufgebaut ist (...). Historisch ist diese pseudorationalistische Tendenz Poppers als eine Art metaphysischer Restbestand aus der Entwicklung der ›Philosophie‹ aufzufassen, denn aus der Analyse metaphysikfrei betriebener Realwissenschaften kann diese Anschauungsweise nicht entnommen werden.«⁸³

Doch nicht nur die den Enzyklopädien zugrundeliegenden Sätze und Annahmen standen zur Disposition. Verschiedene Wissenschaftler, unter

Vielmehr unterscheide sich die Wissenschaft eher in ihrem normalen Ablauf von anderen menschlichen Unternehmungen: »In gewissem Sinne (...) ist der Übergang zur Wissenschaftlichkeit gerade durch das Aufhören der kritischen Diskussion gekennzeichnet. Hat ein Fachgebiet einmal diesen Übergang durchgemacht, so tritt die kritische Diskussion erst wieder in Krisenzeiten auf, wenn die Grundlagen erneut in Frage gestellt werden. Nur wenn die Wissenschaftler zwischen konkurrierenden Theorien wählen müssen, verhalten sie sich wie Philosophen.« (Kuhn, »Logik oder Psychologie der Forschung?« (S. Anm. 79), S. 363.)

80 »Die Grundidee, daß man keine endgültig feste Basis, kein System vor sich hat, daß man immer forschend sich bemühen muß und die unerwartetsten Überraschungen bei späterer Nachprüfung viel verwendeter Grundanschauungen erleben kann, ist für die Einstellung kennzeichnend, die man als *Enzyklopädismus* bezeichnen mag. Er ist der Anschauung entgegengesetzt, die irgendwelche ausgezeichnete Lehren und Sätze zum Ausgangspunkt nimmt und die Wissenschaft gewissermaßen als etwas Gegebenes betrachtet, das man sukzessive entdecke, wie ein fremdes Land; wir können nicht mit einer gegebenen ›Grenze‹ unseres Strebens rechnen, können weder ›verifizieren‹ noch ›falsifizieren‹, sondern immer nur zwischen mehreren Satzgesamtheiten wählen, wobei für die eine gewisse Momente sprechen mögen, für eine andere gewisse andere, ohne daß wir aber (...) nun aufgrund eines Kalküls die Entscheidung zu treffen [vermöchten], welche Anschauung wir vorziehen wollen.« (Otto Neurath, »Die neue Enzyklopädie« (1938). In: Ders., *Wissenschaftliche Weltauffassung, Sozialismus und Logischer Empirismus*. Hrsg. von Rainer Hegselmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979, S. 120–131, S. 130.) – »Wenn man sagen will, daß Popper von *Modell-Systemen* ausgeht, könnte man sagen, daß wir dagegen von *Modell-Enzyklopädien* ausgehen, womit von vorherein ausgedrückt würde, daß man nicht *Systeme von sauberen Sätzen* als Basis der Betrachtung wählt.« (Neurath, »Pseudorationalismus der Falsifikation« (s. Anm. 78), S. 133.)

81 Neurath, »Pseudorationalismus der Falsifikation« (s. Anm. 78), S. 132.

82 Ebd., S. 135.

83 Ebd., S. 140, 143.

anderem Hans Reichenbach, Hilary Putnam und Quine, erwägten gar die in die Theorie eingebauten Grundprinzipien der Logik und Mathematik selbst einer Revision zu unterziehen⁸⁴, ein Vorschlag freilich, der mit der Auffassung vom rein analytischen Status der Mathematik, die vom Wiener Kreis zuvor so vehement vertreten wurde, unvereinbar ist.

Wie es zu diesem radikalen Umdenken kam, werde ich im folgenden anhand einer Beschreibung der Veränderung der inhaltlichen Positionen einiger Mitglieder des linken Flügels exemplarisch darlegen.

10.2.2 *Wissenschaftliche Weltauffassung: Neurath, Carnap, Hahn*

OTTO NEURATH wird von Manfred Geier als der bei weitem radikalste Antimetaphysiker des Wiener Kreises charakterisiert. »Wenn er ein ›Philosoph‹ war, was er nie sein wollte, dann hat er mit dem Hammer philosophiert.«⁸⁵ Neurath, der Organisator und die »unermüdliche Lokomotive« (Carnap) des Wiener Kreises, verstand sich selbst als Gesellschaftstechniker, »der für eine *Verwaltungswirtschaft* mit *sozialistischer Verteilung* eintritt, das heißt: einer Verteilung, welche nach *allgemein gültigen Grundsätzen* unter Berücksichtigung *persönlicher Leistungen* und *persönlicher Eigentümlichkeiten*, wie Alter, Geschlecht, Gesundheitszustand usw. erfolgt, aber keine Gruppenvorrechte, keine Vorrechte der Geburt, des Standes, des Erbrechtes usw. kennt.«⁸⁶

Dieses Zitat entstammt einem Gutachten, das Neurath im Auftrag des Arbeiterrates der Münchner Räterepublik erstellt hat. Für seine Teilnahme an der Räterepublik – er war Präsident des Zentralwirtschaftsamtes – wurde er durch ein Standgericht zu anderthalb Jahren Haft verurteilt, dank einer Intervention Otto Bauers aber bereits nach wenigen Wochen nach Österreich abgeschoben. Jedoch erhielt er ein siebenjähriges Einreiseverbot ins Deutsche Reich und verlor damit seine Privatdozentur an Max Webers Heidelberger Institut für Soziologie. Seine akademische Karriere war damit beendet. In Wien gründete und leitete er im Rahmen der Volksbildungsbewegung das auch heute noch existierende Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseum als »Lehrmuseum der Gegenwart«, das sozioökonomische Zusammenhänge vermitteln sollte. Dort entwickelte er mit dem Graphiker Gerd Arntz die »Wiener Methode der Bildstatistik«, die später den Namen Isotype erhielt: *International System of Typographic Picture Education*, und in der mittels einfacher, leicht erfaßbarer Figurensymbole (Piktogramme) sozioökonomische Zusammenhänge insbesondere auch in ihrer historischen Dimension eingängig und anschaulich vermittelt werden sollten. Nach dem durch die Emigration erzwungenen Ende des

84 Vgl. Carl Gustav Hempel, »Der Wiener Kreis und die Metamorphosen seines Empirismus«. In: *Das geistige Leben Wiens in der Zwischenkriegszeit*. Hrsg. von Norbert Leser. Wien: Österreichischer Bundesverlag, 1981, S. 205–215.

85 Geier (s. Anm. 59), S. 25.

86 Otto Neurath, »Wesen und Weg der Sozialisierung«. Gesellschaftstechnisches Gutachten, vorgetragen in der 8. Vollversammlung des Münchner Arbeiterrates am 25. Januar 1919. In: Ders., *Wissenschaftliche Weltauffassung, Sozialismus und Logischer Empirismus*. Hrsg. von Rainer Hegselmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979, S. 242–261, S. 243.

Wiener Kreises organisierte er die Bewegung der Einheitswissenschaft (International Unity of Science) und die Herausgabe einer Enzyklopädie der Einheitswissenschaft.

Auffallend ist seine Einbindung in arbeiterbewegte Strukturen. Der Wiener Kreis gilt ihm als Teil der »heftigen sozialen und wirtschaftlichen Kämpfe der Gegenwart«, die Entwicklung der wissenschaftlichen Weltauffassung »hängt zusammen mit der des modernen Produktionsprozesses, der immer stärker maschinentechnisch ausgestattet wird und immer weniger Raum für metaphysische Vorstellungen läßt.«⁸⁷ Neuraths Nähe zu den sozialen Bewegungen seiner Zeit wird auch deutlich an seiner Überzeugung einer grundsätzlichen Übereinstimmung des Logischen Empirismus mit der Marxschen Theorie, indem er einen »grundsätzlich physikalistischen Marxismus« behauptet.⁸⁸

Neuraths Freund RUDOLF CARNAP war der Logiker des Wiener Kreises. »Nüchternheit ist sein Ideal. Carnap will weder Rausch noch Betäubung; nie hat er geraucht oder Alkohol getrunken; seine Wohnungen und Arbeitsräume sind stets äußerst spartanisch eingerichtet und ohne ornamentellen Schmuck; zu Affektausbrüchen läßt er sich nicht hinreißen (...) Auch sein Tagesablauf ist streng geregelt und bietet für überschwengliche Ausbrüche keine Zeit. Auf dem Cello spielt er am liebsten Sonaten von Bach: »Bach ist wie Mathematik.«⁸⁹ Als Carnaps Ideal bezeichnet Geier den rational-handelnden Menschen, der »eine strenge und kühle Welt der Logik zu bauen weiß, um darin Halt und Sicherheit zu finden.«⁹⁰

Carnap hatte in Jena bei Frege studiert und war – wie Karl Korsch, Hans Reichenbach und Kurt Lewin – in der freistudentischen Jugend aktiv gewesen. 1913/14 wurde er zum Führer des jugendbewegt-romantischen Serakreises, der im Umfeld des Verlegers Eugen Diederich in experimenteller Praxis eine moderne Lebensführung erprobte, in der neue Formen von Geselligkeit, kulturellem Austausch und des Umgangs zwischen den Geschlechtern erkundet wurden.⁹¹

1935 emigrierte Carnap in die Vereinigten Staaten, wo er zum einflußreichsten Vertreter des Logischen Empirismus wurde. Zunächst lehrte er an der Universität Chicago (1936–52), dann am Institute for Advanced Study in Princeton und schließlich an der Universität von Kalifornien, Los Angeles (1954–61).

Carnap wollte in seinem ersten Hauptwerk *Der logische Aufbau der Welt* (1928) die »Möglichkeit der rationalen Nachkonstruktion von Begriffen aller Erkenntnisgebiete auf der Grundlage von Begriffen, die sich auf das unmittelbar Gegebene beziehen«⁹², nachweisen. Neurath begriff dies als einen Rückfall in den erkenntnistheoretischen Solipsismus und oppo-

87 Carnap, Hahn und Neurath (s. Anm. 65), S. 100.

88 Neurath, »Einheitswissenschaft und Psychologie« (s. Anm. 62), S. 40.

89 Geier (s. Anm. 59), S. 28.

90 Ebd., S. 29.

91 Vgl. dazu Meike G. Werner, *Moderne in der Provinz. Kulturelle Experimente im Fin de Siècle Jena*. Göttingen: Wallstein, 2003, insbesondere Kapitel 5.

92 Zitiert nach Geier (s. Anm. 59), S. 116.

nierte gegen diesen »Solipsismus der eigenpsychischen Basis« und betonte stattdessen die Notwendigkeit einer intersubjektiven Basis als Kontrollinstanz. Eine solche lasse sich in einer physikalischen Einheitssprache finden. Carnap übernahm diese Idee Neuraths von der physikalischen Basissprache.

Auch HANS HAHN gehört zum linken Flügel im Wiener Kreis. Er war Funktionär der Wiener Freidenker und Obmann der Vereinigung sozialistischer Hochschullehrer. Gemeinsam mit Neurath und Carnap verfaßte er die Programmschrift des Wiener Kreises: *Wissenschaftliche Weltauffassung – Der Wiener Kreis* (1929).

Die Schrift hat einen Manifestcharakter: Dargestellt wird eine internationale Bewegung der Erfahrungswissenschaft, in der ein »Geist wissenschaftlicher Weltauffassung«⁹³ wehe. Von der Richtigkeit dieser wissenschaftlichen Weltauffassung sei auch der Wiener Kreis überzeugt, dessen enge Verbindung zu den sozialen Kämpfen der Zeit betont wird, als insbesondere die sozialistische Arbeiterbewegung die gesellschaftlichen Verhältnisse bewußt und nach wissenschaftlichen Grundsätzen gestalten wolle: »Auch die Einstellungen zu den Lebensfragen lassen, obwohl diese Fragen unter den im Kreis erörterten Themen nicht im Vordergrund stehen, eine merkwürdige Übereinstimmung erkennen. Diese Einstellungen haben eben eine engere Verwandtschaft mit der wissenschaftlichen Weltauffassung, als es auf den ersten Blick, vom rein theoretischen Gesichtspunkt aus scheinen möchte. So zeigen zum Beispiel die Bestrebungen zur Neugestaltung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Verhältnisse, zur Vereinigung der Menschheit, zur Erneuerung der Schule und der Erziehung einen inneren Zusammenhang mit der wissenschaftlichen Weltauffassung; es zeigt sich, daß diese Bestrebungen von Mitgliedern des Kreises bejaht, mit Sympathie betrachtet, von einigen auch tatkräftig gefördert werden.«⁹⁴

An die Stelle von Metaphysik und klerikaler Verbrämung gelte es die menschliche Alltagserfahrung zu setzen, eine Auffassung, die sich deutlich an die Adresse der anvisierten Arbeiter richtet, mit deren Lebenspraxis sie konform geht. »Die Vertreter der wissenschaftlichen Weltauffassung stehen entschlossen auf dem Boden der einfachen menschlichen Erfahrung. Sie machen sich mit Vertrauen an die Arbeit, den metaphysischen und theologischen Schutt der Jahrtausende aus dem Wege zu räumen.«⁹⁵

Hatte so der Wiener Kreis mindestens bis zur Zerschlagung der ersten österreichischen Republik durch das Dollfuß-Regime noch in engem Kontakt mit den sozialen Bewegungen seiner Zeit gestanden, so bildete sich in der Emigration immer stärker jene »weltanschauliche Neutralität« heraus, die die Kritische Theorie dazu veranlaßte, den Logischen Empirismus dem Verdikt auszusetzen, »Herrschaftstechnik« zu sein. In der Emigration verlor der Wiener Kreis seine weltanschauliche Radika-

93 Carnap, Hahn und Neurath (s. Anm. 65), S. 81.

94 Ebd., S. 85.

95 Ebd., S. 100.

lität. Aus dem Kontext der österreichischen Arbeiterbewegung und der freidenkerischen Volksbildung herausgelöst und unter der Konstellation des Systemkonflikts des Kalten Krieges, wandelte sich seine Theorie zu einer entpolitisierten Wissenschaftslogik. Nachdem der Wiener Kreis aus seinem sozioökonomischen Entstehungszusammenhang herausgelöst war, zeigte sich, daß die »wissenschaftliche Weltauffassung« auch als »Logischer Empirismus« in einem rein akademischen Umfeld Fuß fassen konnte. Die noch in der Programmschrift postulierte *praktische Rationalität* erwies sich als nicht aus der *theoretischen Vernunft* ableitbar. Neuraths Herausgeber konstatiert ernüchtert: »Es ergibt sich damit insgesamt ein merkwürdiges Resultat bezüglich des Verhältnisses von theoretischer und praktischer Rationalität im Rahmen des Programms wissenschaftlicher Weltauffassung: Zum einen kann es in Konsequenz der theoretischen Grundannahmen Grundsätze praktischer Rationalität überhaupt nicht geben; zum anderen ist das Bemühen um theoretische Rationalität neutral gegenüber politisch-praktischen Bemühungen. Beides ist unvereinbar mit der in der Schrift ›Wissenschaftliche Weltauffassung – Der Wiener Kreis‹ vertretenen These von einem inneren Zusammenhang zwischen den theoretischen Bemühungen um Wissenschaftlichkeit und den praktischen um sozialistische Gesellschaftsveränderung.«⁹⁶

Die Entstehung der wissenschaftlichen Weltauffassung fiel in eine Zeit heftiger sozialer Kämpfe. Die sozialistische Arbeiterbewegung stand ständestaatlich-klerikalen bis faschistischen Kräften gegenüber, Kräften also, deren irrationale Weltanschauung auch mit dem logischen Rationalismus des Wiener Kreises unvereinbar war. Im Wien der ersten Republik einte die Sozialisten und den Logischen Empirismus die Gegnerschaft zu diesen Kreisen, und die Herausbildung gemeinsamer organisatorischer Formen, wie sie etwa im »Verein Ernst Mach« ihren Ausdruck fand, erscheint konsequent. Letztlich waren es das strikt antidemokratische Weltbild der rechten Kreise, das mit den rationalen Prinzipien des Logischen Empirismus nicht konform gehen konnte, und das Fehlen einer bürgerlich-demokratischen Bewegung, die zum engen Bündnis mit der Arbeiterbewegung führten.⁹⁷

96 Rainer Hegselmann, »Otto Neurath – Empiristischer Aufklärer und Sozialreformer«. In: Otto Neurath, *Wissenschaftliche Weltauffassung, Sozialismus und Logischer Empirismus*. Hrsg. von Rainer Hegselmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979, S. 7–78, S. 61.

97 Wie brüchig dieses sein konnte, zeigt eine Sympathiebekundung für die austrofaschistische Regierung Engelbert Dollfuß, dem Moritz Schlick in einem Brief vom 1. Juni 1933 volle Zustimmung zu seiner Politik ausgesprochen hatte: »Ich bitte Ihnen sagen zu dürfen, daß nach meinem innersten Gefühl Ihre charaktervolle Regierung nach außen und im Lande jeden objektiv denkenden Menschen mit der größten Sympathie erfüllen muß. (...) Es muß für jeden österreichischen Staatsbürger eine hohe Freude sein, zu beobachten, wie tatkräftig die von Ihnen geführte Regierung bemüht ist, unserem Lande und Staate die Geltung zu verschaffen, die ihnen kraft der wertvollen und besonderen Eigenschaften dieses Volkes gebührt; und wie zielbewußt Sie durch ihre Maßnahmen den äußeren und inneren Frieden dienen (...) Eine Regierung, die mit der Energie der Ihrigen der Ordnung und dem Frieden dient, darf der Unterstützung und des Dankes aller gewiß sein, denen das Wohl unseres Landes und Europas am Herzen liegt.« (Abgedruckt in Stadler, *Vom Positivismus zur »Wissenschaftlichen Weltauffassung«* (s. Anm. 55), S. 200 f.)

Die Aufhebung mechanischen Denkens im »linken Flügel«

Doch auch wenn der logische Empirismus nicht theorieimmanent mit sozialistischen Weltanschauungen verbunden ist, zeigt doch die inhärente Entwicklung der Theorie des Wiener Kreises eine Verschiebung von der Vorstellung einer mathematisch-exakt erfaß- und berechenbaren Welt hin zu einem pluralistischerem Weltbild, das der ursprünglichen Marxschen Naturauffassung nähersteht als die vormaligen »sozialistischen« Positionen. Dies läßt sich anhand des Wandels der Auffassungen Neuraths und Carnaps während der Zwischenkriegszeit aufzeigen.

Obwohl Marx unter dem formulierten Anspruch, die Geschichte mit Willen und Bewußtsein zu machen, den Versuch einer *praktischen* Beherrschung bisher hinter dem Rücken der Beteiligten vorgehender, also unbewußter gesellschaftlicher Prozesse, verstanden hatte, wurde jener in der Zeit zwischen den Weltkriegen vornehmlich als *technische* Aufgabe betrachtet: die Gesellschaft sollte in derselben Weise kontrollierbar gemacht werden, wie zuvor die Natur. Sie war daher als Maschine zu betrachten, deren Wartung Spezialisten zu überlassen sei: den Technokraten.⁹⁸ Dies freilich liefe auf eine Verewigung der von Marx bekämpften gesellschaftlichen Unbewußtheit hinaus: »Aber die Selbstobjektivierung des Menschen hätte sich in einer geplanten Entfremdung verendet – die Menschen machten ihre Geschichte mit Willen, aber nicht mit Bewußtsein.«⁹⁹

1919 sind Otto Neuraths Vorstellungen noch von einer mechanistisch-technizistischen Auffassung von Menschen und Gesellschaft geprägt. Im inmitten der Revolutionswirren erschienenen Aufsatz *Die Utopie als gesellschaftstechnische Konstruktion* vertritt er eine mechanistisch-technizistische Gesellschaftsauffassung. Gesellschaft gilt ihm am Reißbrett

98 Diese Denkweise war bei sozialistischen wie bei bürgerlichen Technokraten sehr verbreitet. So zeigte Lenin sich von der »wissenschaftlichen Betriebsführung« Frederick Taylors sehr angetan und benannte 1918 die praktische Erprobung von »Stücklohn, die Anwendung von vielem, was an Wissenschaftlichem und Fortschrittlichem im Taylorsystem enthalten ist, die Abstimmung des Verdienstes mit den Gesamtergebnissen der Produktionsleitung bzw. mit dem Betriebsertrag der Eisenbahnen, der Schifffahrt usw. usf.« als eine der *nächsten Aufgaben der Sowjetmacht*: »Der russische Mensch ist ein schlechter Arbeiter im Vergleich mit den fortgeschrittenen Nationen. (...) Arbeiten lernen – diese Aufgabe muß die Sowjetmacht dem Volk in ihrem ganzen Umfang stellen. Das letzte Wort des Kapitalismus in dieser Hinsicht, das Taylorsystem, vereinigt in sich – wie alle Fortschritte des Kapitalismus – die raffinierte Bestialität der bürgerlichen Ausbeutung und eine Reihe wertvollster wissenschaftlicher Errungenschaften in der Analyse der mechanischen Bewegungen bei der Arbeit, der Ausschaltung überflüssiger und ungeschickter Bewegungen, der Ausarbeitung der richtigsten Arbeitsmethoden, der Einführung der besten Systeme der Rechnungsführung und Kontrolle usw. Die Sowjetrepublik muß um jeden Preis alles Wertvolle übernehmen, was Wissenschaft und Technik auf diesem Gebiet errungen haben. Die Realisierbarkeit des Sozialismus hängt ab eben von unseren Erfolgen bei der Verbindung der Sowjetmacht und der sowjetischen Verwaltungsorganisation mit dem neuesten Fortschritt des Kapitalismus. Man muß in Rußland das Studium des Taylorsystems, die Unterweisung darin, seine systematische Erprobung und Auswertung in Angriff nehmen.« (Wladimir I. Lenin, »Die nächsten Aufgaben der Sowjetmacht« (1918). In: Werke Bd. 27. Berlin (Ost): Dietz, 1960, S. 225–268, S. 249 f.)

99 Jürgen Habermas, *Technik und Wissenschaft als »Ideologie«*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1968, S. 97.

plan- und konstruierbar; Utopien vergleicht er mit den »Konstruktionen der Ingenieure« und bezeichnet sie als »gesellschaftstechnische Konstruktionen«. ¹⁰⁰ Diese »Gesellschaftstechnik« sei mit der »Maschinentechnik« vergleichbar, beide hätten ähnlich phantastische Anfänge ¹⁰¹; ja zu einer Zeit, als der klassische Mechanismus als Leitbild für die Naturwissenschaften schon nicht mehr in Frage kommt, wird er von Neurath für die (als Ingenieurstechniken gedachten) Sozialwissenschaften explizit zur Grundlage erhoben: »Gerade auf gesellschaftlichem Gebiet haben wir es mit sehr bekannten Elementarkräften zu tun, Erscheinungen wie die Radioaktivität treten wohl kaum neu auf. Es ist dies Gebiet der reinen Mechanik verwandt, die auch immer neue Konstruktionen zulässt, aber keine neuen Kräfte kennt.« ¹⁰²

Ebenso vergleicht Neurath die menschlichen Eigenarten mit den Eigenschaften des fabrikmäßig zu bearbeiteten toten Materials: »Eine gesellschaftstechnische Konstruktion behandelt unsere ganze Gesellschaft, vor allem unsere Wirtschaft, ähnlich wie einen riesigen Betrieb. Der Gesellschaftstechniker, welcher sich auf seine Arbeit versteht und eine Konstruktion liefern will, die für praktische Zwecke als erste Anleitung verwendbar sein soll, muß die seelischen Eigenschaften des Menschen, seine Lust am Neuen, seinen Ehrgeiz, sein Hängen an der Überlieferung, seinen Eigensinn, seine Dummheit, kurz, alles, was ihm eignet und sein gesellschaftliches Handeln im Rahmen der Wirtschaft bestimmt, genauso berücksichtigen wie etwa der Ingenieur die Elastizität des Eisens, die Bruchfestigkeit des Kupfers, die Farbe des Glases und ähnliches mehr. Die Hebel und Schrauben der Lebensordnung sind gar sonderlicher und feiner Art. Aber die Schwierigkeit der Aufgabe hat noch nie einen mutigen Denker und Tatmann geschreckt.« ¹⁰³

Rohstoff seiner Gesellschaftsmaschine sind freilich die lebenden Menschen, die, dem Vorbild der Kriegswirtschaft entsprechend, von der Maschinerie verschluckt und hin und her geschoben werden, Familienbande erschütternd – um des großen, hehren Zieles willen: »Die gewaltigen Umgestaltungen des Krieges haben der Utopie neues Leben eingehaucht. Die Generale und Politiker der letzten Jahre haben unter Verachtung der überlieferten Gesellschaftsordnung alles dem militärischen Erfolge dienstbar zu machen gesucht. Kein Eingriff war ihnen zu groß, wenn er den Sieg zu verheißen schien. Die Bande der Familie wurden erschüttert, Menschenmengen hin und her geschoben, Industrien von Grund auf umgewandelt – alles in der kürzesten Zeit. Um der Vernichtung willen wurde gezeigt, was Menschenkraft zu leisten vermag. Ist es so unverständlich, wenn immer mehr Menschen die Frage aufwerfen, ob man nicht in ähnlicher Weise *Friedensziele* erstreben könne, wie man so lange *Kriegsziele* erstrebt habe.« ¹⁰⁴

100 Otto Neurath, »Die Utopie als gesellschaftstechnische Konstruktion« (1919). In: Ders., *Wissenschaftliche Weltanschauung, Sozialismus und Logischer Empirismus*. Hrsg. von Rainer Hegselmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979, S. 235–241, S. 235.

101 Ebd.

102 Ebd., S. 240.

103 Ebd., S. 236.

104 Ebd., S. 238.

Und auch in einem 1933 veröffentlichten Aufsatz ist noch ein auf Kontrolle und Herrschaft fixierter dogmatischer Ansatz erkennbar. Im Kontext einer Kontroverse um die Termini Sozial- oder Geisteswissenschaften postuliert er die prinzipielle Identität der axiomatischen Grundlagen der Betrachtung der menschlichen Gesellschaft mit denen der Betrachtung eines Ameisenhaufens, da Ameisenhaufen wie menschliche Gesellschaft ähnlichen Gesetzmäßigkeiten unterworfen seien: »Manche schlagen vor, man möge doch einfach statt Sozialwissenschaften Geisteswissenschaften sagen. Das führt aber zu der Schwierigkeit, daß man, da doch die Trennung der Tiersoziologie von der Menschensoziologie kaum mehr angängig erscheint, die Lehre von den Ameisenhaufen in den ›Geisteswissenschaften‹ abhandeln müßte.«¹⁰⁵

Zwar wandte sich Neurath schon 1928 gegen Carnaps Vorhaben, einen logischen Aufbau der Welt zu (re-)konstruieren: »Die Sauberkeit logischer Ordnung gewährt Eindeutigkeit! Das ist richtig! Wie aber überwindet man die Vieldeutigkeit, die schon durch die Auswahl allein eintritt?«¹⁰⁶ Die Vieldeutigkeit schien zu dieser Zeit jedoch noch durch die Vereinheitlichung der Basis mittels einer zu entwickelnden logischen Einheitsprache, die die prinzipielle Vergleichbarkeit und potentielle Einordbarkeit aller wissenschaftlicher Erkenntnis in einem einzigen, einheitlichen System sicherte, aufhebbar.

Dieses System der *Einheitswissenschaft* besteht aus einer Hierarchie von Abstraktionsebenen, die alle auf eine gemeinsame Basis zurückgeführt werden können. Auf der elementaren physikalistischen Sprache (Dingssprache) soll die Sprache der Physik aufbauen, auf dieser die der Biologie, auf dieser wiederum die der Psychologie und auf letzterer schließlich die der Soziologie. Auf allen Abstraktionsebenen gelten vergleichbare wissenschaftliche Regeln und Verfahren, die auf den Prinzipien von Beobachtung, Vorhersage und Falsifikation beruhen. Die Psychologie wird zu einer beschreibenden Wissenschaft, die sich mit dem beobachtbaren Verhalten des Menschen beschäftigt, der (in Abgrenzung zum Behaviorismus) *Behavioristik*.¹⁰⁷ So auch die Soziologie: Auf Basis der das individuelle Verhalten beschreibenden Psychologie wird als neue Abstraktionsebene die Wissenschaft von der Beschreibung des Verhaltens des Menschen in der Gesellschaft gegründet: »Die Behavioristik führt zur *Sozialbehavioristik*, wie sie heute als System im Marxismus vorbereitet ist.«¹⁰⁸

Die gemeinsame Sprache führt zu einer Vereinheitlichung der verschie-

105 Neurath, »Einheitswissenschaft und Psychologie« (s. Anm. 62), S. 39.

106 Besprechung von Carnap, *Der logische Aufbau der Welt* (1928). In: Schriften 2, S. 296. Zitiert nach Geier (s. Anm. 59), S. 26.

107 Die Namensähnlichkeit ist nicht zufällig. Zwar wird auch die Freudsche Psychoanalyse ausdrücklich in den Kanon der psychologischen Wissenschaft aufgenommen, sie findet sogar mehrfach positive Erwähnung. (So etwa Carnap, Hahn und Neurath (s. Anm. 65), S. 88; Neurath, »Einheitswissenschaft und Psychologie« (s. Anm. 62), S. 46 f., 50, 51 ff.) Jedoch steht der wissenschaftlichen Weltauffassung der bloß symptomatisch-beschreibende Behaviorismus methodisch näher: »Der Versuch der behavioristischen Psychologie, alles Psychische in dem Verhalten von Körpern, also in einer der Wahrnehmung zugänglichen Schicht, zu erfassen, steht in seiner grundsätzlichen Einstellung der wissenschaftlichen Weltauffassung nahe.« (Carnap, Hahn und Neurath (s. Anm. 65), S. 97 f.)

108 Neurath, »Einheitswissenschaft und Psychologie« (s. Anm. 62), S. 43.

denen, bisher getrennten Disziplinen und zu ihrem Aufgehen in der *Einheitswissenschaft*; die verschiedenen theoretischen Ansätze – in der Psychologie etwa: Behaviorismus, Gestaltpsychologie, Reflexologie, Individualpsychologie, Psychoanalyse – werden, da in derselben Sprache formuliert, miteinander vergleichbar. »Es wird so jene wissenschaftlich beglückende Atmosphäre entstehen, die wir aus der Physik kennen.«¹⁰⁹ Dies gilt jedoch nicht bloß für die verschiedenen Ansätze innerhalb einer Wissenschaft, erklärtes Ziel ist vielmehr die Integration aller Wissenschaften in ein System, in dem die einzelnen Disziplinen aufeinander aufbauen und letztlich auseinander ableitbar sein sollen: »Zu den wichtigsten Fragen, die gegenwärtig in der Wissenschaftslogik in Angriff genommen werden, gehören die Fragen nach den *syntaktischen Beziehungen zwischen den verschiedenen Teilsprachen der Einen Wissenschaftssprache*. (...) Vor allem handelt es sich darum, hier die Brücken zu schlagen zwischen der Physik einerseits, der Biologie, der Psychologie, der Soziologie andererseits.«¹¹⁰

Ziel des Physikalismus ist es noch 1933, ein geschlossenes wissenschaftliches System aufzubauen. Dazu soll jeder Begriff letztlich auf physikalische Termini zurückgeführt werden können: »Ein ›lebender Mensch‹ mag immer genauer durch den Terminus ›Zellhaufen‹ definiert erscheinen, ›dessen Einzelheiten bestimmte große elektrische Potentialdifferenzen auf kleinsten Raum, dessen Temperaturdifferenzen zwischen Hirn und Körper bestimmte Schwankungen‹ aufweisen mögen.«¹¹¹ Ausdrücklich bezieht sich Neurath auf die Versuche Lullus, Leibniz' und Comtes, ein konsistentes, formal-logisches System aufzubauen: »Der Lohn ist die Freude am geschlossenen Gebäude der Wissenschaft, um das seit Jahrhunderten gerungen wird, das phantastisch einem Raimundus Lullus, schon logisch strenger einem Leibniz vorschwebte, das durch historisierende Betrachtung ein Comte aufbauen wollte. Aber erst die terminologische Analyse wird jene Instrumente liefern, die es einzelnen Denkern und einer Schar von Mitarbeitern später ermöglichen wird, die *Einheitswissenschaft* als ein wirksames Gebilde zu schaffen.«¹¹²

Diese technizistischen, herrschaftszentrierten Auffassungen vertritt Neurath freilich nicht mehr Mitte der 1930er Jahre. Die Ausführungen von 1919 stehen noch unmittelbar unter dem Eindruck des Kriegsgeschehens. Mit Gödels innermathematischem Nachweis des menschlichen Ursprungs auch der Mathematik erwies sich die Vorstellung von objektiv gültiger, weil mathematisch-exakter Planung als nicht mehr haltbar. Die von zentraler Stelle vollständig durchorganisierte Welt war als logisch unmöglich entlarvt und damit, zumindest für einen aufrichtigen Wissenschaftler wie Neurath, undenkbar geworden.

Schien um 1930 noch das eine, einheitliche System der Einheitswis-

109 Neurath, »Einheitswissenschaft und Psychologie« (s. Anm. 62), S. 54.

110 Rudolf Carnap, »Die Aufgabe der Wissenschaftslogik« (1934). In: *Einheitswissenschaft*. Hrsg. von Joachim Schulte und Brian McGuinness. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1992, S. 90–117, S. 102.

111 Neurath, »Einheitswissenschaft und Psychologie« (s. Anm. 62), S. 42.

112 Ebd., S. 55.

senschaft möglich, kommt Neurath 1935, nach Kenntnis des Gödelschen Satzes, dann allerdings zu dem Schluß: »Das System ist die große wissenschaftliche Lüge.«¹¹³ Neurath versteht nunmehr unter der Einheitswissenschaft nicht mehr ein konsistentes und widerspruchsfreies formales System, sondern lediglich eine den einzelnen Disziplinen gemeinsame Sprache. Eine neue Kooperation zwischen den Wissenschaftlern verschiedenster Fächer, die der innerhalb der Fachwissenschaften verwandt ist, soll so möglich werden.¹¹⁴ »Dann bemüht man sich um den Fortschritt der Gesamtwissenschaft, so wie sich jeder Einzelwissenschaftler um den der Einzelwissenschaft bemüht.«¹¹⁵ Carnaps Wissenschaftslogik kann nun dazu dienen, Querverbindungen zwischen den Wissenschaften herzustellen und zu systematisieren. »Man muß freilich den Fehler vermeiden, ›DAS‹ System als Modell der Wissenschaft antizipieren zu wollen. Man kann von der *Enzyklopädie als Modell* ausgehen und nun zusehen, wieviel man an Verknüpfung und logischer Konstruktion, Eliminierung von Widersprüchen und Unklarheiten erreichen kann. Die *Zusammenschau des logischen Empirismus* wird so zu einer Aufgabe des Tages.«¹¹⁶

Im Anschluß an Gödel leitet Rudolf Carnap 1934 ab, daß der Begriff »analytisch« bezogen auf ein widerspruchsfreies formales System nicht innerhalb dieses formalen Systems selbst definiert werden kann.¹¹⁷ Jede Arithmetik sei lückenhaft, »alles Mathematische ist formalisierbar; aber die Mathematik ist nicht durch Ein System erschöpfbar, sondern erfordert eine unendliche Reihe immer reicherer Sprachen.«¹¹⁸ Radikalisiert impliziert diese Aussage freilich, daß, wenn »analytisch« innerhalb eines formalen Systems nicht definierbar ist, der analytische Charakter diesem von außen zukommen muß und daher selbst synthetischen Charakter hat.¹¹⁹

So verändert sich das Konzept der Planbarkeit. War es 1919 die Freiheit, die es zu planen galt, und wurde mithin die Freiheit des menschlichen Willens zu diesem Zeitpunkt schlichtweg geleugnet – noch in der Programmschrift von 1929 wurde Mach wegen seines Eintretens für die

113 *Einheit der Wissenschaft als Aufgabe* (1935). In: Schriften 2, S. 626. Zitiert nach Geier (s. Anm. 59), S. 27.

114 Neurath, »Die neue Enzyklopädie« (s. Anm. 80), S. 125.

115 Ebd.

116 Ebd.

117 Rudolf Carnap, »Die Antinomien und die Unvollständigkeit der Mathematik«. In: *Monatshefte für Mathematik und Physik* 41 (1934), S. 263–284, S. 271.

118 Ebd., S. 274.

119 Willard Van Orman Quine griff diesen Gedanken 1950 in einem Vortrag wieder auf. Als die »zwei Dogmen des Logischen Empirismus« bezeichnet Quine den Glauben an eine grundlegende Kluft zwischen *analytischen*, auf Bedeutungen beruhenden und unabhängig von Tatsachen seienden und *synthetischen*, auf Tatsachen beruhenden Wahrheiten sowie den *Reduktionismus* als den Glauben, »daß jede sinnvolle Aussage äquivalent einem logischen Konstrukt aus Termen sei, die auf unmittelbare Erfahrung referieren.« (Quine (s. Anm. 77), S. 27.) Tatsächlich seien auch die sprachlichen und logischen Formen historisch vermittelt, diese empirische Fundierung sei nur nicht mehr klar erkennbar. »Die abstrakten Entitäten, die die Substanz der Mathematik ausmachen (...), [sind] eine weitere Setzung in demselben Sinn.« (Ebd., S. 49.) Epistemologisch seien sie Mythen und stünden auf derselben Ebene wie physikalische Objekte und Götter – beides Erfindungen des Menschen, um sich in der Welt zu orientieren.

Willensfreiheit der Idealismusvorwurf gemacht –, sollte nunmehr gemäß des offenen mathematischen Konzepts *für* die Freiheit geplant werden. Die Wissenschaft wurde wieder in ihrer Gesamtheit historisch verortet¹²⁰ und jedweder Totalitarismus radikal abgelehnt: »Ich lege Nachdruck auf Planungen für die Freiheit. Darunter verstehe ich die Orchestrierung der Vielfalt. Andere mögen andere Programme bevorzugen. Aber niemand kann den logischen Empirismus zur Begründung eines totalitären Arguments benutzen. Er bietet nicht ein einziges Schlupfloch für Dogmatismus. Pluralismus ist das Rückgrat meines Denkens. Metaphysische Haltungen führen oft zum Totalitarismus, aber ich kenne keinen einzigen logischen Empiristen, der als solches zu einer totalitären Auffassung gelangt ist.«¹²¹

10.3 KARL KORSCHS NUTZBARMACHUNG DER DIALEKTIK FÜR DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Der marxistische Theoretiker Karl Korsch stand seit Ende der 1920er Jahren in engem Austausch mit den logischen Positivisten der Berliner Zweigstelle des Wiener Kreises, der *Gesellschaft für empirische Philosophie*, insbesondere mit Kurt Lewin, Walter Dubislav und Hans Reichenbach, der zusammen mit Rudolf Carnap die *Erkenntnis* herausgab. Korschs Bemühungen, die dialektische Methode auch für die Naturwissenschaften nutzbar zu machen, stehen in engem Zusammenhang mit seinem programmatischen Versuch der Wiederherstellung eines genuinen, revolutionären Marxismus.¹²²

Korsch sucht das Scheitern der sozialistischen Arbeiterklassenbewegung am Vorabend des Ersten Weltkriegs zu reflektieren. Der praktizierte Nationalismus der verschiedenen marxistisch-sozialdemokratischen Parteien stand im krassen Gegensatz zur internationalistischen Theorie. Die marxistische Theorie begreift Korsch nicht als starres, objektives Gebäude, sondern sieht sie in untrennbaren Zusammenhang mit den sozialen Kämpfen ihrer Zeit. Gegen die von den sozialdemokratischen Epigonen wie Karl Kautsky und ihren leninistischen Kontraparts vertretene Auffassung des Marxismus als eine fertige, von der Klassenbewegung in Geltung und Genese abgetrennt existierende Theorie gelte es, den *Zeitkern der Wahrheit* (Benjamin) auch der marxistischen Theorie zu reflektieren: »Die einzige, wirklich ›materialistische und daher wissenschaftliche Methode‹ (Marx) einer solchen Untersuchung besteht viel-

120 Vgl. Neurath, »Die neue Enzyklopädie« (s. Anm. 80), S. 129.

121 In: H. M. Kallen: Postscript – Otto Neurath 1882–1945. In: *Philosophy and Phenomenological Research* 6 (1946) S. 529–533, S. 533. Zitiert nach Geier (s. Anm. 59), S. 27 f.

122 Vgl. zum folgenden auch Michael Buckmillers Rekonstruktion von Korschs Versuch, eine Synthese aus den fundamentalen Auffassungen des logischen Positivismus und Marx' materialistischer Geschichtsdiagnostik zu entwickeln: Michael Buckmiller, »Erkenntnis und umwälzende Praxis. Karl Korsch zwischen materialistischer Dialektik und Neopositivismus«. In: *Philosophie und Empirie*. Hrsg. von Detlev Claussen, Oskar Negt und Michael Werz. Bd. 4. Hannoversche Schriften. Frankfurt am Main: Neue Kritik, 2001, S. 167–193.

mehr darin, daß wir den von Hegel und Marx in die Geschichtsbetrachtung eingeführten dialektischen Gesichtspunkt, den wir bisher nur auf die Philosophie des deutschen Idealismus und die aus ihr *hervorgehende* marxistische Theorie angewendet haben, jetzt auch auf deren *weitere Entwicklung* bis zur Gegenwart anwenden.«¹²³ Korsch unternimmt dergestalt die »Anwendung der materialistischen Geschichtsauffassung auch auf die materialistische Geschichtsauffassung selbst«¹²⁴ mit dem Ziel einer Wiederherstellung der ursprünglichen Einheit des Marxismus als *Einheitswissenschaft*.

Dieses Programm einer Wiederherstellung des Marxismus darf also nicht in einer bloßen Rückbesinnung auf die »ursprünglichen« Texte von Marx und Engels, sondern kann nur in einer Weiterentwicklung bestehen. Die materialistische Geschichtsauffassung muß gleichsam verflüssigt werden, bloße Werktreue erzeugt die kritisierte Verdinglichung der Theorie bei den Epigonen. Ausdrückliches Ziel ist die Wiederherstellung einer materialistischen Dialektik innerhalb einer aktualisierten marxistischen Theorie.¹²⁵ Korsch betont den positivistischen Charakter der Marxschen Dialektik, und wendet sich damit zugleich gegen »jenen von aller Philosophie verlassenen ›naiven Realismus‹, der als erkenntniskritische Position der sogenannten empirischen Methode der vulgären Naturwissenschaft und vulgären Ökonomie (...) zugrunde liegt,«

- 123 Karl Korsch, *Marxismus und Philosophie* (1923). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 3: *Marxismus und Philosophie. Schriften zur Theorie der Arbeiterbewegung 1920–1923*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1993, S. 299–367, S. 326. – Korsch unterteilt die Entwicklung des Marxismus in drei Perioden. Während die erste, von 1843 bis 1848 reichende Periode unmittelbar mit der revolutionären Bewegung verknüpft gewesen sei, habe sich die zweite, etwa bis zur Jahrhundertwende dauernde Periode des »wissenschaftlichen Sozialismus« zwar immer stärker von der Praxis entfernt, sei jedoch stets »das umfassende Ganze einer Theorie der sozialen Revolution« geblieben. (Ebd., S. 329.) Demgegenüber hätten die Epigonen der dritten Periode »den wissenschaftlichen Sozialismus tatsächlich mehr und mehr als eine Summe von rein wissenschaftlichen Erkenntnissen ohne unmittelbare Beziehung zur politischen und sonstigen Praxis des Klassenkampfes aufgefaßt.« (Ebd., S. 331.)
- 124 Ders., »Der gegenwärtige Stand des Problems ›Marxismus und Philosophie‹. Zugleich eine Antikritik« (1930). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996, S. 313–361, S. 317 (bei Korsch hervorgehoben). – Der revolutionär-leninistische Flügel griff Korsch wegen dieser radikalen Historisierung auch der marxistischen Theorie an, witterte »Machismus« und warf ihm einen Verstoß gegen das »materialistische« Alphabet vor. Korsch zitiert die Kritik von Iwan Luppel: »Das ABC der marxistischen Philosophie, die Bestimmung der Wahrheit als Übereinstimmung der Vorstellung mit den außerhalb befindlichen Gegenständen, nennt Korsch ›den naiv metaphysischen Gesichtspunkt des bürgerlichen gesunden Menschenverstandes‹, ohne zu verstehen oder verstehen zu wollen, daß gerade sein (Korschs) Standpunkt in dieser Frage bürgerlich ist – eine idealistische Mischung von Identitätsphilosophie und Machismus.« (Ebd., S. 336.)
- 125 Dabei sucht Korsch die Entwicklung der modernen Naturwissenschaft zu reflektieren. Der bereits 1921 in einer kommunistischen Zeitung erschienene Aufsatz »Die Umwälzung der Naturwissenschaften durch Albert Einstein« gibt eine Popularisierung der Einsteinschen speziellen Relativitätstheorie anhand eines gekürzten Briefes von Einstein an die Londoner *Times*. (Ders., »Die Umwälzung der Naturwissenschaften durch Albert Einstein« (1921). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 3: *Marxismus und Philosophie. Schriften zur Theorie der Arbeiterbewegung 1920–1923*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1993, S. 93–97, S. 93.)

wie gegen »das rein apriorische Verfahren der abstrakten Metaphysiker.«¹²⁶

Auch steht Korsch in engem Austausch mit den logischen Positivisten der Berliner *Gesellschaft für empirische Philosophie*. Im Februar und Oktober 1931 hält er dort zwei Vorträge über den »Empirismus in den Gesellschaftswissenschaften« und den »Empirismus in der Hegelschen Philosophie«.¹²⁷ Im zweiten Vortrag diskutiert Korsch die mögliche Nutzbarmachung einer materialistisch umgestülpten Dialektik in den Naturwissenschaften. Der Hegelsche Erfahrungsbegriff überschreite den modernen naturwissenschaftlichen darin, daß er den Empirismus als menschliche gesellschaftliche Praxis reflektiere und damit selbstreflexiv sei: »Man wird vielleicht einmal sagen, daß der Philosoph Hegel der entscheidende Vorläufer einer exakten *Empirie des denkenden und handelnden Subjekts* gewesen ist.«¹²⁸ Den Einwand, die dialektische Philosophie beginne mit willkürlich gesetzten Begriffen statt mit der Erfahrung, läßt Korsch nicht gelten. Dies sei auch in der modernen Naturwissenschaft der Fall, die ebenfalls nicht mehr wie bei Bacon bloß unmittelbare Erfahrungstatsachen einzeln protokolliere, sondern ein mehr oder weniger willkürlich gesetztes axiomatisches Begriffssystem als Ausgangspunkt nehme: »Das von Hegel aufgestellte Prinzip: ›Der Begriff will die Wahrheit als Ergebnis finden«, das heißt nicht unmittelbar, sondern vermittelt, abgeleitet, widerspricht also (...) durchaus nicht den Grundsätzen, die heute für die Bildung einer wissenschaftlichen Theorie in einer modernen Erforschungswissenschaft maßgebend sind.«¹²⁹ Allerdings gebe es das Problem der *formellen* Entscheidung darüber, ob einzelne Aussagen oder Teilschritte überhaupt zulässig sind. Ein Korrelat etwa des Satzes vom ausgeschlossenen Dritten der Logik fehle in der Dialektik, einziges Bestimmungsverfahren sei das *materielle* Kriterium der Bewährung, die Probe auf den Erfolg. »Aber hierauf könnte sich zur Not auch ein Gedankengang berufen, dessen Fortgang durch bloße subjektive Willkür oder blinde Befolgung unbewußter Eingebungen bestimmt wäre.«¹³⁰ Eine mögliche Lösung vermag für Korsch nur durch eine intensive Kooperation zwischen undogmatischem Marxismus und dem logischen Positivismus gefunden werden.¹³¹

Festzuhalten bleibt, daß für Korsch als Subjekt einer materialistischen

126 Karl Korsch, »Allerhand Marxkritiker« (1923). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 3: *Marxismus und Philosophie. Schriften zur Theorie der Arbeiterbewegung 1920–1923*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1993, S. 251–270, S. 266.

127 Vom ersten Vortrag ist das Manuskript nicht überliefert. Vgl. die Anmerkung 1 des Herausgebers in: Karl Korsch, *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996, S. 880 f.

128 Ders., »Der Empirismus in der Hegelschen Philosophie« (1931). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996, S. 473–498, S. 497.

129 Ebd., S. 485.

130 Ebd., S. 493.

131 Vgl. Buckmiller, »Erkenntnis und umwälzende Praxis« (s. Anm. 122), S. 184.

Dialektik nicht mehr bloß das Proletariat vorstellbar ist, sondern auch die Wissenschaft selbst. Abschließend hält er fest, »daß das *wirkliche Subjekt der Wissenschaft nur die Wissenschaft selbst in ihrer geschichtlichen Entwicklung* als ein realer Bestandteil der jeweils auf der Basis einer bestimmten materiellen Produktionsweise bestehenden und sich entwickelnden *Gesellschaft* ist.«¹³² Der selbstreflexiv gewordenen Wissenschaft entspricht die dialektische Methode.¹³³

Pfingsten 1923 fand in der Nähe von Arnstadt in Thüringen eine von Korsch inhaltlich vorbereitete »Marxistische Arbeitswoche« statt, an der neben Korsch u. a. Georg Lukács, Felix Weil, Julian Gumperz, Richard Sorge, Friedrich Pollock und Karl August Wittfogel teilnahmen. Das von Sorge organisierte und von Weil finanzierte Treffen marxistischer Intellektueller stand im Kontext der Gründung eines geplanten Stiftungsinstituts für Sozialforschung in Frankfurt am Main.¹³⁴ Das Institut sollte einerseits die Geschichte des Sozialismus und der Arbeiterbewegung und die Ursachen des Scheiterns der Zweiten Internationale erforschen, andererseits aber auch die Marxsche materialistische Geschichtsauffassung als sozialwissenschaftliche Methode institutionalisieren. In einem Schreiben an den preußischen Kultusminister beschreibt Weil rückblickend, daß das Institut »in erster Linie dem Studium und der Vertiefung des wissenschaftlichen Marxismus (...) dienen« sollte.¹³⁵

In den ersten Jahren folgte das im Spätherbst des Jahres gegründete Frankfurter Instituts für Sozialforschung noch im wesentlichen der von Korsch in *Marxismus und Philosophie* entwickelten Programmatik einer Verbindung von Theorie und Praxis. Nachdem der erste Direktor des Instituts, Carl Grünberg, 1928 einen schweren Schlaganfall erlitten hatte, trat er 1929 von der Leitung zurück. Sein Nachfolger wurde, zu-

132 Korsch, »Der Empirismus in der Hegelschen Philosophie« (s. Anm. 128), S. 498; vgl. Buckmiller, »Erkenntnis und umwälzende Praxis« (s. Anm. 122), S. 186.

133 Wissenschaft, die sich als historisch gewordene reflektiert, muß sich freilich auch in Bezug zum gesellschaftlichen Ganzen setzen. Die Reflexion auf die materiellen Interessen einer Doktrin und ihrer Klassenfunktion führt nach Korsch denn auch zu einer »praktischen Parteinahme für die in der betreffenden ökonomischen Gesellschaftsformation unterdrückten Klassen. (...) Die theoretische Anerkennung dieses Sachverhalts führt das Element der Partei in die materialistische Wissenschaft ein.« (Ders., »Thesen über aktivistischen Materialismus, Klassencharakter und Parteilichkeit der Wissenschaft. (Inhalt nach Marx und Lenin, Form nach Sorel)« (1933). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996, S. 589 f., S. 590.) Korsch nimmt hier also keinen »Abschied vom Proletariat«, sondern begreift treu seiner Programmatik einer auch »geistigen Aktion« die Wissenschaft als Teil des gesellschaftlichen Kampffeldes.

134 Zur Gründungsgeschichte des Instituts vgl. Michael Buckmiller, »Die Anwendung der materialistischen Geschichtsauffassung auf die Geschichte des Marxismus«. In: Karl Korsch, *Gesamtausgabe*. Bd. 3: *Marxismus und Philosophie. Schriften zur Theorie der Arbeiterbewegung 1920–1923*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1993, S. 11–75, S. 56–75; ders., »Die »Marxistische Arbeitswoche« 1923 und die Gründung des »Instituts für Sozialforschung.«. In: *Grand Hotel Abgrund. Eine Photobiographie der Frankfurter Schule*. Hrsg. von Willem van Reijen und Gunzelin Schmid Noerr. 2., überarb. u. erw. Aufl. Hamburg: Junius, 1990, S. 145–186.

135 Zitiert nach Buckmiller, »Erkenntnis und umwälzende Praxis« (s. Anm. 122), S. 169.

nächst kommissarisch, im Oktober 1930 Max Horkheimer, der freilich andere Akzente setzte. Der Schwerpunkt der Forschung lag nunmehr auf der verklärenden Ideologie, die die Einsicht in die gesellschaftlichen Verhältnisse erschwert – der Aufstieg der faschistischen Bewegungen in Europa stellte die Frage, warum die Menschen ihre eigenen Henker an die Macht brachten. Zentrale Fragestellung des Instituts wurde der Zusammenhang zwischen der Ökonomie der Gesellschaft, den Veränderungen im kulturellen Bereich und der psychischen Verfaßtheit der Individuen. Damit wurde die Freudsche Psychoanalyse zu einer wesentlichen Säule der entstehenden Kritischen Theorie.

10.4 PSYCHOANALYSE UND GOLEM

Die Epistemologie Machs vermag nicht nur an die Marxsche materialistische Geschichtsauffassung anzuschließen. Man kann auch gewisse Parallelen zur Freudschen Psychoanalyse ziehen. Während bei Mach der Subjekt-Objekt-Dualismus aufgelöst wird in einen Monismus der Empfindungen, überfließt bei Freud die Libido vom Ich auf die äußeren Objekte – ein Akt, der eine erfolgreiche Auseinandersetzung mit der Umwelt und damit die Konstituierung des Individuums als gesellschaftliches Wesen erst ermöglicht. Das Ich ist keine eigenständige Identität mehr, sondern durch die Objektwelt begründet. »Das Ich ist unrettbar«, schreibt Mach; Freud, »daß das *Ich nicht Herr sei in seinem eigenen Haus*«¹³⁶. Doch auch wenn die Auflösung des Subjekt-Objekt-Dualismus in der Freudschen Theorie angelegt ist, wird diese nicht konsequent zu Ende gedacht.

Die Psychoanalyse teilt mit der klassischen Naturwissenschaft den Wunsch, einen Golem zu erschaffen.¹³⁷ Für Sigmund Freud bildet die Unterwerfung der Natur die Grundlage erfolgreicher Triebsublimierung, vermag der Mensch doch erst mit ihr, seinem Streben nach Glück und Leidvermeidung rational zu folgen: »Es gibt freilich einen anderen und besseren Weg [als den der neurotischen Abkapselung und Fernhaltung von anderen Menschen als Quelle des Leids, O. H.], indem man als ein Mitglied der menschlichen Gemeinschaft mit Hilfe der von der Wissenschaft geleiteten Technik zum Angriff auf die Natur übergeht und sie menschlichem Willen unterwirft. Man arbeitet dann mit allen am Glück aller.«¹³⁸ Die Wissenschaft kann sich dem Ideal der allumfassenden Naturbeherrschung jedoch nur annähern; der Mensch, der sich mit ihrer Hilfe immer mehr seinem Idealbild angleicht, vermag dieses doch nie vollständig zu erreichen. »Der Mensch ist sozusagen eine Art Prothesengott geworden, recht großartig, wenn er alle seine Hilfsorgane anlegt, aber sie sind nicht mit ihm verwachsen und machen ihm gelegentlich noch zu

136 Sigmund Freud, »Eine Schwierigkeit der Psychoanalyse« (1917). In: Ders., *Gesammelte Werke*. Bd. XII: *Werke aus den Jahren 1917–1920*. Hrsg. von Anna Freud u. a. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Fischer, 1955, S. 3–12, S. 11.

137 Siehe oben, Kapitel 8.1 auf Seite 279.

138 Ders., *Das Unbehagen in der Kultur* (1930 [1929]). In: Ders., *Studienausgabe*. Bd. IX: *Fragen der Gesellschaft/Ursprünge der Religion*. Hrsg. von Alexander Mitscherlich, Angela Richards und James Strachey. Frankfurt am Main: Fischer, 2000, S. 191–270.

schaffen. (...) Ferne Zeiten werden neue, wahrscheinlich unvorstellbar große Fortschritte auf diesem Gebiete der Kultur mit sich bringen, die Gottähnlichkeit noch weiter steigern.«¹³⁹ Daß der Mensch Natur ist, steht zwar seinem Wunsch, Gott zu sein, diametral entgegen; der Wunsch, sich zum Gott zu erheben ist für Freud jedoch ein durchaus gesunder und keinesfalls pathologisch.

Frauen kommen in Freuds Kulturtheorie nur als hemmendes Moment vor, sie sind ganz Natur und drohen die Kulturentwicklung durch Bindung der männlichen Libido aufzuhalten. »Ferner treten bald die Frauen in einen Gegensatz zur Kulturströmung und entfalten ihren verzögernden und zurückhaltenden Einfluß, dieselben, die anfangs durch die Forderungen ihrer Liebe das Fundament der Kultur gelegt hatten. Die Frauen vertreten die Interessen der Familie und des Sexuallebens; die Kulturarbeit ist immer mehr Sache der Männer geworden, stellt ihnen immer schwierigere Aufgaben, nötigt sie zu Triebsublimierungen, denen die Frauen wenig gewachsen sind. Da der Mensch nicht über unbegrenzte Quantitäten psychischer Energie verfügt, muß er seine Aufgaben durch zweckmäßige Verteilung der Libido erledigen. Was er für kulturelle Zwecke verbraucht, entzieht er großenteils den Frauen und dem Sexualleben: das beständige Zusammensein mit Männern, seine Abhängigkeit von den Beziehungen zu ihnen entfremden ihn sogar seinen Aufgaben als Ehemann und Vater. So sieht sich die Frau durch die Ansprüche der Kultur in den Hintergrund gedrängt und tritt zu ihr in ein feindliches Verhältnis.«¹⁴⁰

Die von Levy beschriebene Asexualität der Hacker mitsamt dem faktischen Ausschluß der Frauen aus der Gemeinschaft¹⁴¹ kann mit Freud also mit der Libidoökonomie begründet werden: Der Hacker schafft, da er nahezu alle Triebe sublimiert, viel. Wenn aber fast alle Triebe sublimiert sind, ist nicht mehr genug libidinöse Energie vorhanden, um sie Frauen zuzuwenden. Levys technisierende Charakterisierung des Verhältnisses der Hacker zu Frauen liest sich denn auch wie eine Konkretisierung von Freuds Aussage: »Not only an obsession and a lusty pleasure, hacking was a mission. You would hack, and you would live by the Hacker Ethic, and you knew that horribly inefficient and wasteful things like women burned too many cycles, occupied too much memory space.«¹⁴² Und daß nach Freud die Frauen wiederum ihrer Natur (!) nach mit der Kulturentwicklung tendenziell auf Kriegsfuß stehen, erscheint gar nicht so entfernt von der von Levy kolportierten Auffassung Bill Gospers, der die Nichtexistenz von weiblichen Hackern mit »Hardware-Unterschieden« erklärte.¹⁴³

Die Psychoanalyse teilt mit den Naturwissenschaften den unbedingten Fortschrittsglauben. Zwar macht Freud den Triebverzicht als Ursache des »Unbehagens in der Kultur« aus, sieht diesen jedoch als notwendig an, insofern jede Kultur den Menschen zwingt, seine ureigenen Triebe einzu-

139 Ebd., S. 222.

140 Ebd., S. 233.

141 Vgl. oben, Kapitel 2.1.4 auf Seite 75 ff.

142 Steven Levy, *Hackers. Heroes of the Computer Revolution* (1984). London et al.: Penguin Books, 1994, S. 83. Vgl. auch oben, Kapitel 2.1.4 auf Seite 77.

143 Levy, *Hackers* (s. Anm. 142), S. 84.

schränken. Nach Freud ist Sublimierung die Umlenkung von Triebenergie auf gesellschaftlich verträgliche Ziele. Sublimierung läßt sich nach zwei Seiten hin auffassen: nach einer individuellen und einer gesellschaftlichen Seite. Das Individuum ist in der tagtäglichen Auseinandersetzung mit seiner menschlichen und außermenschlichen Umwelt bei Strafe seines Untergangs gezwungen, Triebe zurückzuhalten und ihre Erfüllung auf später zu verschieben; die so freigesetzte Libidoenergie ermöglicht erst die Entwicklung von Kultur und Gesellschaft. Die Kultur ihrerseits fordert von den Einzelnen die Unterdrückung von Trieben, sei es, daß sie Aggressionstrieb nicht duldet, sei es, daß sie zielgehemmte Libido aufbietet, um die Gesellschaft durch Freundschaftsbande zu stärken. Der gesellschaftlich geforderte Triebverzicht ist kein zumindest im Prinzip temporärer wie der vom Realitätsprinzip verlangte, sondern ein totaler: *homo homini lupus*, die gefürchtete Natur des Menschen muß unterdrückt werden. Nun gelingt die Sublimierung der unterdrückten und somit unbewußten Triebe keineswegs immer, die sich dann anderweitig und in entstellter Gestalt den Weg bahnen – neurotische Erkrankungen sind die Folge. Da diese Triebunterdrückung ein allgemein gesellschaftliches Phänomen ist, bilden sich nach Freud auch ein kulturelles Über-Ich und damit zugleich Systeme aus, die er als Kollektivneurosen bezeichnet und die den Einzelnen so vor der individuellen neurotischen Erkrankung schützen. Insbesondere der Religion erkennt Freud diese Rolle zu; »durch gewaltsame Fixierung eines psychischen Infantilismus und Einbeziehung in einen Massenwahn gelingt es der Religion, vielen Menschen die individuelle Neurose zu ersparen.«¹⁴⁴

Daß nun die geglückte Sublimierung der unterdrückten Triebe ausgerechnet darin bestehen soll, daß »man als ein Mitglied der menschlichen Gemeinschaft mit Hilfe der von der Wissenschaft geleiteten Technik zum Angriff auf die Natur übergeht und sie menschlichem Willen unterwirft«¹⁴⁵, mithin sich zum »Prothesengott«¹⁴⁶ aufschwingt, der derart »der unbesiegbaren Natur (...) unserer eigenen psychischen Beschaffenheit«¹⁴⁷ zu entrinnen sucht, mag nicht recht einleuchten. Zwar gesteht auch Freud ein, »daß der heutige Mensch sich in seiner Gottähnlichkeit nicht glücklich fühlt«¹⁴⁸ und führt das *Unbehagen in der Kultur* auf die Unterdrückung der Aggressionstrieb zurück, jedoch sieht er es als not-

144 Freud, *Das Unbehagen in der Kultur* (s. Anm. 138), S. 216; vgl. auch ders., *Eine Kindheitserinnerung des Leonardo da Vinci* (1910). In: Ders., *Studienausgabe*. Bd. X: *Bildende Kunst und Literatur*. Hrsg. von Alexander Mitscherlich, Angela Richards und James Strachey. Frankfurt am Main: Fischer, 2000, S. 87–159, S. 146; ders., *Massenpsychologie und Ich-Analyse* (1921). In: Ders., *Studienausgabe*. Bd. IX: *Fragen der Gesellschaft/Ursprünge der Religion*. Hrsg. von Alexander Mitscherlich, Angela Richards und James Strachey. Frankfurt am Main: Fischer, 2000, S. 287–444, S. 132; ders., *Die Zukunft einer Illusion* (1927). In: Ders., *Studienausgabe*. Bd. IX: *Fragen der Gesellschaft/Ursprünge der Religion*. Hrsg. von Alexander Mitscherlich, Angela Richards und James Strachey. Frankfurt am Main: Fischer, 2000, S. 135–189, passim, insb. S. 177.

145 Freud, *Das Unbehagen in der Kultur* (s. Anm. 138), S. 209.

146 Ebd., S. 222.

147 Ebd., S. 17.

148 Ebd., S. 222.

wendig an, daß »der Preis für den Kulturfortschritt in der Glückseinbuße durch die Erhöhung des Schuldgefühls bezahlt wird«¹⁴⁹. Daß ihm nun einerseits die moderne Naturwissenschaft als System gilt, das dem Einzelnen die Sublimierung der unterdrückten Triebe gestattet, während andererseits die Religion als kollektive Zwangsneurose bestimmt wird, ist eine Inkonsequenz, da nicht aus der Freudschen Theorie deduzierbar. Daß, wie Klaus Völker schreibt, »Prometheus (...) nicht nur Kultur um den Preis dauernden Leids, sondern auch eine Befreiung der Triebansprüche des Menschen«¹⁵⁰ ermöglicht, verweist auf eine Dialektik, die bei Freud noch nicht entwickelt und somit unabgegolten ist.

10.5 KRITISCHE THEORIE

War das Frankfurter Institut für Sozialforschung noch bis Ende der 1920er Jahre im wesentlichen der Programmatik einer Erforschung des Scheiterns der Geschichte des Sozialismus und der Arbeiterbewegung der Zweiten Internationale gefolgt, so verschob sich der inhaltliche Fokus mit dem Antritt Max Horkheimers als Institutsdirektor 1930/31. Die Selbstabschaffung der Weimarer Republik und der Aufstieg des Faschismus warfen Fragen auf, die nicht mehr allein mit der Marxschen Theorie beantwortet werden konnten. So wurde die Freudsche psychoanalytische Theorie gleichsam zu einem Filter, der, zwischen die ökonomische Basis und den gesellschaftlichen Überbau gestellt, theoretisch vermitteln sollte: Wie ist der Irrationalismus zu erklären, daß die Menschen ihren zukünftigen Henkern den Weg zur Macht ebneten?

Die Kritische Theorie reflektiert im Rückgriff auf die materialistische Geschichtsauffassung Marxens das Unbehagen in der Kultur als Ausdruck der Dialektik von Freiheit und Natur und macht es der psychoanalytischen Kritik zugänglich. Einer übermächtigen Natur gegenüberstehend, beginnen die Menschen sie immer weniger mythisch, das heißt als von übernatürlichen Kräften beseelte, sondern immer mehr als von rational erfassbaren Gesetzen beherrschte zu betrachten. Doch sind die so Aufgeklärten unfähig, sich mit der durch die Erforschung dieser Naturgesetze beherrschbaren und damit entmächtigten Natur zu versöhnen. Stattdessen sind sie vom Zwang der Naturbeherrschung besessen – die Natur bleibt in ihnen übermächtig.¹⁵¹ Aufklärung schlägt in Mythos zurück,

149 Ebd., S. 269.

150 Klaus Völker, »Nachwort«. In: *Künstliche Menschen. Dichtungen & Dokumente über Golems, Androiden und lebende Statuen*. 2 Bde. Hrsg. von Klaus Völker. Bd. 2. Herrsching: Manfred Pawlak, o. J. (1991), S. 209–280, S. 211.

151 »Der Mensch teilt im Prozeß seiner Emanzipation das Schicksal seiner übrigen Welt. Naturbeherrschung schließt Menschenbeherrschung ein. Jedes Subjekt hat nicht nur an der Unterjochung der äußeren Natur, der menschlichen und nichtmenschlichen, teilzunehmen, sondern muß, um das zu leisten, die Natur in sich selbst unterjochen. Herrschaft wird um der Herrschaft selbst willen »verinnerlicht.« (Max Horkheimer, *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft* (1947/1967). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 6: *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft und Notizen 1949–1969*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1991, S. 19–186, S. 106.)

sie »ist die radikal gewordene, mythische Angst.«¹⁵² Das Unbehagen in der Kultur schlägt entfesselt als Massenwahn zurück: »Sie bekämpfen die Natur außerhalb ihrer anstatt in sich. Das Über-Ich, in seinem eigenen Haus ohnmächtig, wird der Henker in der Gesellschaft.«¹⁵³

Dabei übernimmt die Kritische Theorie zunächst die Hegelsch-Marx-sche Vorstellung einer grundsätzlich gesellschaftlich vermittelten Naturerkenntnis. Zugleich wird dieser Naturbegriff um die Freudsche Theorie erweitert: Die Natur steht dem Menschen feindlich gegenüber und wird als Bedrohung begriffen. Durch das Begreifen der Natur wird sie allerdings steuerbar und die Angst vor ihr tendenziell beseitigt. Das Begreifen der Natur hat in der Zivilisationsgeschichte verschiedene Phasen durchgemacht: Animismus, Mythos, Religion, Aufklärung und schließlich Positivismus. Das prinzipiell feindliche Verhältnis zur Natur bleibt freilich in allen diesen Phasen bestehen. Der dem Naturbegreifen innewohnende Zwang zur Naturbeherrschung droht, da die ihm zugrundeliegende Angstabwehr unbegriffen und unbewußt bleibt, in Irrationalismus umzuschlagen.

Naturwissenschaft, betont der späte Max Horkheimer immer wieder, sei notwendig gleichgültig gegenüber ihrer Anwendung und zugleich unfähig, dem Zwang zur Naturbeherrschung zu entrinnen.¹⁵⁴ Es sei eine *politische* Aufgabe, die *Anwendung* der naturwissenschaftlichen Ergebnisse zu regeln: »Von Physik und Biologie wird nicht erwartet, daß sie die Kräfte, deren Organe sie sind, zu reflektieren vermögen. Bei aller psychologischen Motivation des einzelnen Forschers durch Neugier, Spieltrieb, Ehrgeiz, bei aller Freiheit zum Nutzlosen, bildet die Manipulation der Natur einen entscheidenden Faktor der Naturforschung, auf den sich zu besinnen nicht zu ihrem Thema gehört. Der im geschichtlichen Leben wirksamen Vernunft und Unvernunft, der bewußten und unbewußten Konvention, den politischen Instanzen muß es überlassen werden, wie weit die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse und Erfindungen zu konstruktiven oder destruktiven Zielen, zum Guten oder Schlechten sich auswirken. Der Naturwissenschaft kann daraus kein Vorwurf erwachsen.«¹⁵⁵

Diese Auffassung brachte die Kritische Theorie auch in absolute Gegnerschaft zum Logischen Empirismus des Wiener Kreises, dessen positivistisches Wissenschaftsverständnis dem Verdikt ausgesetzt wurde, eine bloß affirmative Theorie zu sein. Noch Ende Dezember 1935 sprach

152 Max Horkheimer und Theodor W. Adorno, *Dialektik der Aufklärung. Philosophische Fragmente*. In: Max Horkheimer, *Gesammelte Schriften*. Bd. 5: »Dialektik der Aufklärung« und *Schriften 1940–1950*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1987, S. 11–290, S. 38.

153 Horkheimer, *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft* (s. Anm. 151), S. 129.

154 Ders., »Soziologie und Philosophie« (1959). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 7: *Vorträge und Aufzeichnungen 1949–1973*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1985, S. 108–121, S. 118.

155 Horkheimer, »Soziologie und Philosophie« (s. Anm. 154), S. 113. – Vgl. auch ders., »Max Scheler (1874–1928)« (1928). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 11: *Nachgelassene Schriften 1914–1931*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1985, S. 145–157, S. 150: »exakte Naturwissenschaften, Physik und Chemie, sind die eigentlichen Disziplinen der bürgerlich-industriellen Wirtschaftsform«.

Horkheimer gegenüber Pollock von einer geplanten Vereinigung von Neuraths »Mundaneum Institut« in Den Haag, die Fortführung des von den Austrofaschisten geschlossenen Wiener »Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseum«, mit den europäischen Niederlassungen des Frankfurter Instituts in Genf, Paris und London,¹⁵⁶ und auch im November 1936 äußerte er gegenüber Neurath noch, »daß mehr Übereinstimmung zwischen uns besteht, als es zunächst scheinen mag«, weshalb die gegenseitigen »Divergenzen in einer Weise formuliert werden [sollten], die wir beide anerkennen können. Dazu will ich gerne das meinige beitragen.«¹⁵⁷ Wenige Monate später erschien dann seine gegen den Wiener Kreis gerichtete Kampfschrift »Der neueste Angriff auf die Metaphysik«. Darin gilt der Positivismus Horkheimer als radikal gewordene Aufklärung: die instrumentelle Vernunft der Naturwissenschaft erfasse noch die Sozial- und Geisteswissenschaften, die derart kastriert dem aufkommenden Faschismus in die Arme fallen würden. Während seiner Arbeit an dem Aufsatz hatte Horkheimer an Katharina von Hirsch, der früheren Ehefrau von Felix Weil, geschrieben: »Es handelt sich um den völligen Rückzug, um die Liquidation des bürgerlichen Selbstbewußtseins in der Philosophie, wie sie in der Praxis bereits vollzogen ist. Die Kompetenz der individuellen Vernunft wird zugunsten des Irrationalismus, der in allen übrigen Gebieten herrschen darf, auf mathematische Begriffsanalyse und Apologisierung der Naturwissenschaften eingeschränkt. Es enthüllt sich jetzt der Sinn des Agnostizismus, der immer schon eine Rolle spielte: man kann der Barbarei freien Lauf lassen, ohne ein schlechtes Gewissen zu bekommen. Diese wissenschaftliche Philosophie bildet ein ausgezeichnetes Mittel für die Wissenschaftler, mit keiner Gemeinheit ex officio in Konflikt zu kommen. Das ist die prästabilisierte Harmonie zwischen Fachwissenschaft und Barbarei.«¹⁵⁸ Dieses Zitat faßt in nuce den Inhalt des Aufsatzes zusammen.

Es stellt sich die Frage, wie es innerhalb eines Jahres zu einem derartigen Einstellungswandel Horkheimers gegenüber dem logischen Positivismus kam. Ich werde dieser Frage im folgenden kursorisch nachgehen.¹⁵⁹

Horkheimer hatte gemeinsam mit Friedrich Pollock bei einem Schüler von Ernst Mach, Hans Cornelius, studiert. Cornelius wurde in Deutschland geradezu als »offizieller Repräsentant« und Stellvertreter Machs betrachtet. Horkheimer promovierte und habilitierte sich bei Cornelius.¹⁶⁰

156 Vgl. Dahms (s. Anm. 54), S. 70. – In der 1995/96 erschienenen Edition des Briefwechsels von Horkheimer ist der Brief an Pollock nicht enthalten.

157 »Brief von Max Horkheimer an Otto Neurath vom 24. November 1936«. In: Max Horkheimer, *Gesammelte Schriften*. Bd. 15: *Briefwechsel 1913–1936*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1995, S. 743 f., 744.

158 »Brief von Max Horkheimer an Katharina von Hirsch vom 13. 10. 1936«. In: ebd., S. 671–674, 673 f.

159 Vgl. dazu Dahms (s. Anm. 54), S. 21–96, 155–190, der diesen Wandlungsprozeß ausführlich nachzeichnet. Zu der Auseinandersetzung zwischen Horkheimer und Neurath vgl. auch John O'Neill und Thomas Uebel, »Horkheimer and Neurath: Restarting a Disrupted Debate«. In: *European Journal of Philosophy* 12.1 (2004), S. 75–105.

160 Horkheimers erstes, gestaltpsychologisches Dissertationsvorhaben lautete *Gestaltveränderungen in der farbenblinden Zone des blinden Flecks im Auge*, scheiterte aber durch

Auch Adorno wurde bei Cornelius promoviert, Adornos erster, gescheiterter Habilitationsversuch fand bei Cornelius statt und auch Walter Benjamin suchte bei Cornelius zu habilitieren (scheiterte aber ebenfalls).¹⁶¹

Erst durch die Beschäftigung mit der von Lukács und Korsch ausgehenden Marxrenaissance wendet sich Horkheimer ab 1925 langsam von der Gestaltpsychologie und der Cornelius'schen Transzendentalphilosophie ab.¹⁶² Doch verteidigt er etwa Ernst Mach noch 1928/29 in einer Rezension von *Materialismus und Empirio-kritizismus* noch gegen Lenin: »Im Gegensatz zu heute, wo man die Methoden und Resultate der Physik durch organische, höhere Kategorien zu interpretieren sucht, hat sich Mach als Erbe der Aufklärung die Freiheit bewahrt, naturwissenschaftliche Methoden auch auf ›höhere‹ Gebiete anzuwenden und daher zum Beispiel die Abhängigkeit der kulturellen von der wirtschaftlichen Entwicklung wiederholt in konkreten Fällen aufgewiesen.«¹⁶³ Und noch im 1932 erschienenen Aufsatz »Hegel und das Problem der Metaphysik« denkt Horkheimer einheitswissenschaftlich und empirisch. Nachdem er nachdrücklich die Metaphysik in Hegels Philosophie als »unhaltbar« verwirft, setzt er ihr die empirische Forschung entgegen: »Die empirische Erforschung geschichtlicher Vorgänge ist auf möglichst treffende Beschreibung und letzten Endes auf die Erkenntnis von Gesetzen und Tendenzen gerichtet, ganz ebenso wie die Forschung auf dem Gebiete der außermenschlichen Natur: der Gedanke an ein zugrundeliegendes geistiges Prinzip, das notwendig höchst abstrakt sein müßte, ist ihr ganz fremd. Von den Wissenschaften der toten und der lebendigen Natur zielt nicht etwa die eine Gattung auf bloße ›Richtigkeit‹, die andere dagegen auf reine ›Wahrheit‹, die Physik auf die bloße Praxis, die Geschichte, Anthropologie, Soziologie hingegen auf den Einblick in eine höhere Wirklichkeit. Weder die logische Struktur der erstrebten Begriffe noch der Anspruch auf Gültigkeit begründet einen grundsätzlichen Unterschied der beiden Wissenschaftsgruppen, es sei denn, daß man die Geschichte als bloße auswählende Beschreibung jeder ›Theorie‹ entgegensetze, wie es in der südwestdeutschen Schule geschieht.«¹⁶⁴

die Veröffentlichung einer fast gleichen Untersuchung in Kopenhagen. Er promovierte schließlich in Philosophie mit der Arbeit *Zur Antinomie der teleologischen Urteilskraft*. Auch seine Habilitationsschrift stand noch ganz in der Tradition der positivistischen Philosophie: *Kants Kritik der Urteilskraft als Bindeglied zwischen theoretischer und praktischer Philosophie*. (Vgl. Rolf Wiggershaus, *Geschichte – Theoretische Bedeutung – Politische Bedeutung*. München und Wien: Carl Hanser, 1986, S. 60 f.)

161 Vgl. Dahms (s. Anm. 54), S. 22 f.

162 Vgl. ebd., S. 26; Wiggershaus (s. Anm. 160), S. 61.

163 Max Horkheimer, »[Über Lenins »Materialismus und Empirio-kritizismus«]« (1928/29). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 11: *Nachgelassene Schriften 1914–1931*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1985, S. 171–188, S. 182. – Ebenso positiv äußert sich Horkheimer über Mach in ders., *Einführung in die Philosophie der Gegenwart* (1926). Vorlesung. In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 10: *Nachgelassene Schriften 1914–1931*. Hrsg. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1990, S. 167–333, S. 257–267.

164 Max Horkheimer, »Hegel und das Problem der Metaphysik« (1932). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 2: *Philosophische Frühschriften 1922–1932*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1987, S. 295–308, S. 307.

1935, im Aufsatz »Zum Problem der Wahrheit«, hat dieses einheitswissenschaftliche Denken keinen Platz mehr. Dem Positivismus wird jetzt eine bloße gedankliche Verdoppelung des (schlechten) Bestehenden vorgeworfen: »Der pragmatistische Wahrheitsbegriff in seiner Ausschließlichkeit, sofern er also durch keine gegensätzliche Metaphysik ergänzt wird, entspricht dem grenzenlosen Vertrauen in die bestehende Welt.«¹⁶⁵ Diese Aussage ist zunächst einmal nur eine Behauptung. Auch die Dialektik muß ihre Wahrheit ja stets aufs neue beweisen – in der Probe auf den Erfolg. Warum nun die positive Wissenschaft nicht auch einen Begriff des gesellschaftlichen Ganzen entwickeln sollte, begründet Horkheimer mit einer grundsätzlichen Parallelität zwischen Positivismus und kapitalistischer Wirtschaftsordnung: »Im Pragmatismus steckt der Glaube an Bestand und Vorzüge der freien Konkurrenz. Wo er, soweit es um die Gegenwart geht, durch ein Gefühl für das herrschende Unrecht erschüttert ist, wie in der weitgehend pragmatistischen Philosophie Ernst Machs, bildet das Problem der notwendigen Änderung eher ein persönliches Bekenntnis, einen utopistischen, mit dem übrigen Teil bloß äußerlich verbundenen Zusatz als ein die Begriffsbildung organisierendes Prinzip. Aus der empirio-kritischen Denkart ist jenes Ideal daher leicht abzulösen, ohne ihr Gewalt anzutun.«¹⁶⁶ Dem Positivismus fehle eine »bestimmte Theorie der Gesamtgesellschaft«, weshalb er »formalistisch und abstrakt« bleibe.¹⁶⁷

In einem Brief an Adorno beschreibt Horkheimer im Oktober 1936 den Positivismus als Ideologie des vom Faschismus in die Enge gedrängten liberalen Bürgertums, das sich nunmehr mit der Barbarei abfinde. »Im Grunde ist das ganze nur ein elendes Rückzugsgefecht der formalistischen Erkenntnistheorie des Liberalismus, der auch auf diesem Gebiet in offene Liebedienerei gegen den Faschismus übergeht. Bestand schon eine wichtige Funktion des Neukantianismus darin, durch die Apologetisierung des herrschenden Wissenschaftsbetriebs die Gesellschaft, deren Erhaltung ebendieser dient, zu verklären, so werden jetzt schamlos alle Sphären der Kultur überhaupt dem Irrationalismus preisgegeben. Nichts anderes kann es ja bedeuten, daß nur diejenigen Gedanken als Erkenntnis gelten dürfen, die mit den Mitteln der modernen Logik auszudrücken sind. Da sich nun aber immer deutlicher herausstellt, daß man damit im Grunde überhaupt nichts ausdrücken kann, so enthüllt sich das ganze schließlich als der Kampf gegen die Anwendung des Denkens auf Gesellschaft und Geschichte überhaupt.«¹⁶⁸

Im bereits erwähnten, 1937 erschienenen Aufsatz »Der neueste Angriff auf die Metaphysik« verfolgt Horkheimer dann auch das erklärte Ziel, »den Mangel dieser Denkart und ihren Zusammenhang mit der Geschich-

165 Ders., »Zum Problem der Wahrheit« (1935). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 3: *Schriften 1931–1936*. Hrsg. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Fischer, 1988, S. 277–325, S. 300.

166 Ebd., S. 301.

167 Ebd., S. 302.

168 »Brief von Max Horkheimer an Theodor W. Adorno vom 22. 10 1936«. In: Horkheimer, *Briefwechsel 1913–1936* (s. Anm. 157), S. 686–690, 689

te des Bürgertums aufzuweisen.«¹⁶⁹ Die positivistische Philosophie sei »in ihrer gegenwärtigen Gestalt nicht weniger fest als die Metaphysik mit den herrschenden Zuständen verknüpft. Wenn ihr Zusammenhang mit den totalitären Staaten nicht offen zutage liegt, so ist er doch unschwer zu entdecken. Neuromantische Metaphysik und radikaler Positivismus gründen beide in der traurigen Verfassung eines großen Teils des Bürgertums, das die Zuversicht, durch eigene Tüchtigkeit die Verhältnisse zu verbessern, restlos aufgegeben hat und aus Angst vor einer entscheidenden Änderung des Gesellschaftssystems sich willenlos der Herrschaft seiner kapitalkräftigsten Gruppen unterwirft.«¹⁷⁰ Auch wenn, wie Horkheimer schreibt, der Zusammenhang des logischen Positivismus »mit den totalitären Zuständen (...) unschwer zu entdecken« ist, so tut er sich doch schwer damit, dies empirisch nachzuweisen. Im wesentlichen beschränkt er sich auf die bloße *Behauptung*, daß dies so sei.¹⁷¹ Die meisten logischen Positivisten sowohl des Wiener Kreises wie der Berliner Gruppe waren aber gerade keine Liberalen, sondern Sozialisten. Horkheimer leitet den postulierten reaktionären Charakter des Positivismus daher aus der »objektiven« Funktion der Theorie ab und versucht anhand diverser Beispiele zu belegen, daß der Positivismus dem Irrationalismus nichts entgegenzusetzen vermöge.¹⁷² Empirische Abweichungen im Verhalten einzelner logischer Positivisten erklärt er für akzidentuell: »Wie Ernst Mach ein fortschrittlicher Mensch gewesen ist, so haben sich viele Mitglieder des Kreises für freiheitliche Ziele eingesetzt. Nach ihrer Doktrin ist das zufällig, sie bietet so wenig ein Gegenmittel gegen politischen wie spiritistischen Aberglauben. Die aufrechte Gesinnung einzelner Vertreter und der Scharfsinn mancher ihrer fachlichen Leistungen machen ihre Philosophie nicht besser.«¹⁷³

Nunmehr übernimmt er die zuvor von ihm noch kritisierte Position Lenins, die Machsche Philosophie sei im Kern die absurde Lehre, daß nur das eigene Ich existiere: »Der moderne Empirismus mitsamt der Logistik ist eine Logik von Monaden; die Kritik, die sie wegen ihres ›Solipsismus‹ erfahren hat, ist ganz berechtigt.«¹⁷⁴

169 Max Horkheimer, »Der neueste Angriff auf die Metaphysik« (1937). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 4: *Schriften 1936–1941*. Hrsg. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Fischer, 1988, S. 108–161, S. 116 f.

170 Ebd., S. 116.

171 Etwa: »Diese Ideologie, die Identifikation des Denkens mit den Fachwissenschaften, läuft angesichts der herrschenden ökonomischen Gewalten, die sich der Wissenschaft wie der gesamten Gesellschaft für ihre Zwecke bedienen, in der Tat auf Verewigung des gegenwärtigen Zustands hinaus. Die erwähnten liberalistischen Gruppen, deren Bewußtsein durch diese Philosophie am besten umrissen wird, haben ihn mit ihrer zunehmenden Ohnmacht in Europa mindestens seit vielen Jahrzehnten als den natürlichen angesehen und finden angesichts seiner Akzentuierung in den totalitären Staaten eben diese vom logische Empirismus propagierte Sauberkeit als gegebenes theoretisches Verhalten.« (Horkheimer, »Der neueste Angriff auf die Metaphysik« (s. Anm. 169), S. 154.)

172 Seine »Gedankenexperimente« halten einer Überprüfung aber nicht stand, wie Dahms (s. Anm. 54), S. 134–138, detailliert nachweist.

173 Horkheimer, »Der neueste Angriff auf die Metaphysik« (s. Anm. 169), S. 159.

174 Und in der folgenden Fußnote heißt es: »Vom solipsistischen Charakter des modernen Positivismus war im Text nicht noch einmal die Rede. Seit Lenins Buch gegen den Em-

In seinem ebenfalls 1937 erschienen Aufsatz »Traditionelle und kritische Theorie« behauptet Horkheimer, daß die moderne Naturwissenschaft als mathematisch-axiomatische, deduktive Wissenschaft von Descartes begründet worden sei.¹⁷⁵ »Soweit dieser traditionelle Begriff von Theorie eine Tendenz aufweist, zielt sie auf ein rein mathematisches Zeichensystem ab. Als Elemente der Theorie, als Teile der Schlüsse und Sätze, fungieren immer weniger Namen für erfahrbare Gegenstände, sondern mathematische Symbole. Auch die logischen Operationen selbst sind bereits so weit rationalisiert, daß zumindest in großen Teilen der Naturwissenschaft die Theorienbildung zur mathematischen Konstruktion geworden ist.«¹⁷⁶ Es sei das aufkommende mechanistische Denken der entstehenden industriell-kapitalistischen Wirtschaftsweise gewesen, die sich in der neuzeitlichen Naturwissenschaft ihre spezifische Erkenntnisform gegeben habe.¹⁷⁷ Diese »traditionelle« Theorie sei außerstande, ihre eigene Stellung im gesellschaftlichen Gesamtzusammenhang zu reflektieren: »Die traditionelle Vorstellung der Theorie ist aus dem wissenschaftlichen Betrieb abstrahiert, wie er sich innerhalb der Arbeitsteilung auf einer gegebenen Stufe vollzieht. Sie entspricht der Tätigkeit des Gelehrten, wie sie neben allen übrigen Tätigkeiten in der Gesellschaft verrichtet wird, ohne daß der Zusammenhang zwischen den einzelnen Tätigkeiten unmittelbar durchsichtig wird.«¹⁷⁸

Zusammenfassend läßt sich die Position Horkheimers und der Kritischen Theorie wie folgt resümieren: Der Positivismus verleugne den Geist

piriokritizismus (1908) ist er wiederholt erörtert worden. Inzwischen hat sich nichts geändert, es sei denn, daß die positivistischen Formulierungen größere Vorsicht zeigen. Nicht daß es kein Bewußtsein und psychisches Leben gebe, sondern daß die psychologischen Begriffe auf physikalische zurückzuführen seien, lautet jetzt die These, die freilich auf dasselbe hinausläuft. (...) Auch im Hinblick auf den Leib soll es keinen Sinn haben, ihn von Liebe und Haß, Lust und Schmerzen bewegt zu denken. Nach der eigenen Terminologie der Schule bedingt freilich dieses logische Verdikt keinen Solipsismus oder gar Nihilismus, welch letzterer in der Versicherung bestünde, daß nicht bloß du nichts bist, sondern auch ich selbst nichts bin, was ziemlich genau dem Selbstgefühl totalitärer Gefolgschaften entspräche, sondern eine methodische Vorschrift: die Behauptung, daß einer ein Bewußtsein habe, ist nicht falsch, sondern lediglich bedeutungslos!« (Ebd., S. 156 f.; Horkheimer, *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft* (s. Anm. 151), S. 93.) Acht Jahre zuvor wußte der Cornelius-Schüler Horkheimer noch, daß bei Mach »der Begriff des Ichs (...) keine höhere Realität als die Begriffe natürlicher Dinge« bezeichnet und der Vorwurf des Solipsismus Mach gegenüber »ein Irrtum« Lenins war. (Horkheimer, »Über Lenins »Materialismus und Empiriokritizismus«« (s. Anm. 163), S. 178.) – Auch Alfred Schmidt nimmt in seiner 1960 erschienenen Dissertation noch Partei für Lenin und gegen Mach und fällt hinter den von ihm entfaltenen Naturbegriff bei Marx zurück, wenn er mit Lenin den Machschen »Empfindungskomplexen« die »wirklichen Naturdinge« entgegengesetzt und Lenins simple Abbildtheorie zwar kritisiert, diesen aber dafür lobt, gegen Mach »das Moment der Bewußtseinsunabhängigkeit am materiellen Sein« hervorgehoben zu haben. (Schmidt, *Der Begriff der Natur in der Lehre von Marx* (s. Anm. 8), S. 115.)

175 Ders., »Traditionelle und kritische Theorie« (1937). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 4: *Schriften 1936–1941*. Hrsg. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Fischer, 1988, S. 162–216, S. 163 f.

176 Ebd., S. 164.

177 Ebd., S. 169.

178 Ebd., S. 171.

der Wissenschaft und den autonomen Wahrheitsbegriff, indem er die Gesellschaft mit Verfahren erklären wolle, die der Physik entlehnt sind. Der rationalistische Glaube an die vollständige Beherrschbarkeit von Natur und Menschenwelt verknüpfe sich im Positivismus mit der empiristischen Auslöschung des Subjekts und konstituiere ein identitätslogisches Denken, das das Bestehende nicht mehr transzendieren könne, sondern in einer affirmativen Verdoppelung der schlechten Wirklichkeit verharre.¹⁷⁹

Es ist letztlich Hegels Kritik an Kant, von der ausgehend die Positivisten kritisiert werden. Bereits Hegel hatte ja die Kantische Erkenntnistheorie als Spiegelbild der Naturverfallenheit des reinen Empirismus identifiziert, die das Erkennen lediglich als Instrument eines unreflektiert bleibenden Willens beschreibt. Solcherart sei die subjektive Vernunft Kants nur antithetisch der objektiven Vernunft des Empirismus entgegengesetzt und bliebe unfähig, diesen aufzuheben. Dies könne nur durch Reflexion auf den gesellschaftlichen Gesamtzusammenhang geschehen.¹⁸⁰

Wie Hegel sucht die Kritische Theorie die Überwindung des Dualismus von objektiver und subjektiver Vernunft. Vernunft ist als dialektische Einheit zu denken: »Denn ganz wie der absolute Dualismus von Geist und Natur ist der von objektiver und subjektiver Vernunft bloß ein Schein, obgleich ein notwendiger. Die beiden Begriffe sind in dem Sinn ineinander verflochten, daß die Konsequenz eines jeden nicht nur den anderen auflöst, sondern auch zu ihm zurückführt. Das Element der Unwahrheit liegt nicht einfach im Wesen eines jeden der beiden Begriffe, sondern in der Hypostasierung des einen gegen den anderen.«¹⁸¹

Die Kritische Theorie wiederholt also Hegels Kritik, doch ist die kritisierte Naturwissenschaft die mechanistische des achtzehnten und neunzehnten Jahrhunderts. Der Paradigmenwechsel im physikalischen Weltbild zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts wird nicht reflektiert. Auf einen hypothetischen Einwurf »Einstein etc. haben so viel für die Menschheit geleistet«, behauptet Horkheimer: »aber es ist unwichtig davon zu wissen – nicht so bei Galilei, wegen des Verhältnisses von Wissenschaft und herrschender Macht«, und begründet dies stichwortartig: »trennen: Wissenschaft – Beherrschung der Natur; hier: Einstein groß. Wissenschaft – Gesellschaft. Fortschritt; hier: heutige Physik wenig.«¹⁸²

So bleibt die Kritische Theorie dem kritisierten Verblendungszusam-

179 Vgl. etwa Horkheimer, »Der neueste Angriff auf die Metaphysik« (s. Anm. 169), S. 114 ff., 159; Horkheimer und Adorno (s. Anm. 152), passim, insb. S. 38; Horkheimer, *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft* (s. Anm. 151), S. 75–78, 86–104; ders., *Notizen (1949–1969)*. In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 6: *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft und Notizen 1949–1969*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1991, S. 187–425, S. 298–300; 314; ders., »[Notizen zur Dämmerung]«. In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 11: *Nachgelassene Schriften 1914–1931*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1985, S. 262–285, S. 267 f.; aber auch schon ders., »Materialismus und Metaphysik« (1933). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 3: *Schriften 1931–1936*. Hrsg. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Fischer, 1988, S. 70–105, S. 95–104.

180 Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie III*. Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 20. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1971, S. 334. – Siehe auch oben, Kapitel 8.2.6 auf den Seiten 310–312.

181 Horkheimer, *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft* (s. Anm. 151), S. 175.

182 Zitiert nach Dahms (s. Anm. 54), S. 33 f.

menhang letztlich verhaftet. Die von ihr beschriebenen Verdinglichungsprozesse erscheinen als total und undurchdringbar und Wissenschaft und Technik als unrettbar in Herrschaft verstrickt: »Naturwissenschaft ist eine Seite der Technik und diese eine Herrschaft.«¹⁸³

Derart schreibt auch die Kritische Theorie eine Spaltung zweier wissenschaftlicher Kulturen fort: einer geistes- und sozialwissenschaftlichen auf der einen und einer naturwissenschaftlichen auf der anderen Seite. Diese Spaltung wurde 1959 von Charles P. Snow in einer vieldiskutierten Vorlesung unter dem Titel »The Two Cultures« thematisiert. Zwei intellektuelle Kulturen seien entstanden, die einander nicht mehr verstünden. Die überkommene Kultur habe sich vollständig vom naturwissenschaftlich-technischen Fortschritt abgekoppelt: »Ich glaube, daß das Extrem eines völligen Nichtverstehens gegenüber den Naturwissenschaften sich auf alles übrige auswirkt. Dieses vollkommene Nichtverstehen durchdringt die gesamte ›überkommene‹ Kultur viel tiefer, als wir – die wir in ihr leben – es uns klar machen, es gibt ihr einen naturwissenschaftsfremden Beigeschmack, der oft – und viel weitergehend als wir zugeben – im Begriff ist, in Feindschaft umzuschlagen. Die Empfindungen der einen Seite werden zu Anti-Empfindungen der anderen. Wenn die Naturwissenschaftler die Zukunft im Blut haben, dann reagiert die überkommene Kultur darauf mit dem Wunsch, es gäbe gar keine Zukunft. Diese überkommene Kultur jedoch dirigiert die westliche Welt in einem Ausmaß, das durch das Auftreten der naturwissenschaftlichen Kultur erstaunlich wenig geschmälert wird.«¹⁸⁴ So kannten die Vertreter der »überkommenen« Kultur oftmals nicht den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, ja hätten nicht einmal Kenntnis von fundamentalen naturwissenschaftlichen Begriffen wie Masse oder Beschleunigung. Sie glichen naturwissenschaftlichen Analphabeten: »So wird also das großartige Gebäude der modernen Physik errichtet, und die Mehrzahl der gescheitesten Leute in der westlichen Welt verstehen ungefähr genauso viel davon wie ihre Vorfahren in der Jungsteinzeit davon verstanden hätten.«¹⁸⁵ Insbesondere die »naturwissenschaftliche Revolution«, durch die die »Industriegesellschaft der Elektronen, der Atomenergie und der Automation«¹⁸⁶ zur materiellen Grundlage der modernen Gesellschaft wurde, beförderte die Naturwissenschaftler zur wesentlichen, progressiven kulturellen Intelligenz unserer Zeit. Die Intellektuellen der überkommenen Kultur hingegen hätten sich letztlich nicht mit der naturwissenschaftlich-industriellen Revolution abgefunden; »die Intellektuellen, und ganz besonders die literarisch Gebildeten, sind geborene Maschinenstürmer.«¹⁸⁷

Interessanterweise war diese mit dem Aufkommen einer neuen intel-

183 Max Horkheimer, »[Funktionen der Natur- und Geisteswissenschaft]« (1961–1962). [Nachgelassene Notizen 1949–1969]. In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 14: *Nachgelassene Schriften 1949–1972*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1988, S. 33–144, S. 110.

184 C. P. Snow, »Die zwei Kulturen« (1959). In: *Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz. Dialog über die »zwei Kulturen«*. Hrsg. von Helmut Kreuzer. Unter Mitarb. von Wolfgang Klein. Stuttgart: Ernst Klett, 1969, S. 11–25, S. 15 f.

185 Ebd., S. 18.

186 Ebd., S. 20.

187 Ebd., S. 18.

lektuellen Kultur einhergehende Spaltung bereits 1926 vom noch stark durch Cornelius beeinflussten Horkheimer beschrieben und analysiert worden: »Während früher ein Philosoph ohne naturwissenschaftliche Bildung eine Unmöglichkeit gewesen war, erscheint heute eine solche für den Philosophen eher als eine Belastung und eine Gefahr. Im Gegensatz dazu aber ist es der Stolz der Einzelwissenschaften, daß sie sich von philosophischen Theorien her befruchten lassen, daß neue Gesichtspunkte von der Philosophie her richtungsweisend in sie eindringen. (...) Ganz neue Wissenschaftszweige sind im Zusammenhang mit der modernen Philosophie ins Leben getreten, und ein prominenter Physiker weiß keine treffendere Charakteristik für das Neue an der aktuellsten physikalischen Theorie anzuführen, als daß sie aus erkenntnistheoretischen Überlegungen zu physikalischen Konsequenzen geführt habe, aus einer philosophischen zu einer physikalischen Theorie geworden sei.«¹⁸⁸ Philosophie, fährt Horkheimer fort, sei demgegenüber mittlerweile zur bloßen Sinnsuche verkommen, »im Grunde motiviert durch das Bedürfnis, mitten in der allgemeinen Destruktion alles Geglaubten und bisher Verehrten irgendetwas absolut Gültiges zu retten oder aufzurichten. Es ist die Konsequenz der von der Aufklärung herkommenden Wissenschaft gewesen, kein Dogma und keine Tradition gelten zu lassen, nichts [als] gültig hinzunehmen, sondern alles zu examinieren, aufzulösen, zu analysieren, bis in die kleinsten Elemente zu zerlegen und zu destruieren. Heute möchte man infolge der veränderten Situation gern auf vielen Gebieten manches wieder rückgängig machen. Allenthalben erhebt sich die Abneigung gegen mechanistische, rationale Methoden, man spricht von der Wendung zur Idee und sucht diese so ersehnten unangreifbaren ideellen Gehalte entweder in der mittelalterlichen oder antiken Vergangenheit oder bei anderen Kulturen.«¹⁸⁹ Anders ausgedrückt: die moderne Philosophie gilt Horkheimer, wie später Snow, als reaktionär.

Obwohl der frühe Horkheimer Snows Brandrede bereits 30 Jahre zuvor antizipiert hatte, blieb die Kritische Theorie später unfähig, der Spaltung etwas entgegenzusetzen. Die resignierte Skepsis der Kritischen Theorie angesichts der Erfahrung von Nationalsozialismus und Auschwitz führte zu der dogmatisch vorgetragenen Behauptung, die Naturwissenschaften seien *notwendig* in Naturbeherrschung und Naturverfallenheit verstrickt. Es läßt sich auch anhand der Schriften ihrer Epigonen zeigen, daß die Kritische Theorie dem Dogma von der zwanghaften Naturbeherrschung der Naturwissenschaften verfallen ist.

So konstatiert Jürgen Habermas in einer Entgegnung auf Snow eine grundsätzliche Unvereinbarkeit der abstrakt-naturwissenschaftlichen Erkenntnis mit der lebensweltlichen Erfahrung und behauptet, jene könne nur vermittelt über ihre technologische Anwendung in diese eingehen: »Sie liegen also nicht auf der gleichen Ebene wie das handlungsorientieren-

188 Horkheimer, *Einführung in die Philosophie der Gegenwart* (s. Anm. 163), S. 174 f. – Der von Horkheimer angeführte »prominente Physiker« ist Hans Reichenbach, »Der gegenwärtige Stand der Relativitätsdiskussion. Eine kritische Untersuchung«. In: *Logos*, Bd. X, 1921/22, S. 351 ff.

189 Horkheimer, *Einführung in die Philosophie der Gegenwart* (s. Anm. 163), S. 178.

de Selbstverständnis sozialer Gruppen. Für deren praktisches Wissen, das in der Literatur zum Ausdruck gelangt, kann deshalb der Informationsgehalt der Wissenschaften nicht unvermittelt relevant sein, – er kann nur auf dem Umwege über die praktischen Folgen des technischen Fortschritts Bedeutung erlangen. Die Erkenntnisse der Atomphysik bleiben, für sich genommen, ohne Folgen für die Interpretation unserer Lebenswelt – insofern ist die Kluft zwischen jenen beiden Kulturen unvermeidlich. Erst wenn wir mit Hilfe der physikalischen Theorien Kernspaltungen durchführen, erst wenn die Informationen für die Entfaltung produktiver oder destruktiver Kräfte verwertet werden, können ihre umwälzenden praktischen Folgen in das literarische Bewußtsein der Lebenswelt eindringen – Gedichte entstehen im Anblick von Hiroshima und nicht durch die Verarbeitung von Hypothesen.«¹⁹⁰

Die Habermassche Position läuft auf einen Fatalismus hinaus, der letztlich die gesellschaftliche Unbewußtheit verewigt, erklärt sie doch die rationale gedankliche Durchdringung naturwissenschaftlichen Wissens außerhalb der Naturwissenschaften (also außerhalb der Expertenschaft) für prinzipiell unmöglich und wirft die Reflexion somit auf einen neuen Mythos zurück. Nur die Erfahrung des Ungeheuerlichen bleibt, das als Ungeheuerliches aber letztlich unerklärlich ist. Die Erfahrung ist entweder – im Falle der Freisetzung von Destruktivkräften wie in Hiroshima, Tschernobyl oder Fukushima – monströs, oder aber – wie etwa im Falle der Anwendung von Rechenmaschinen – magisch. Sie entzieht sich somit der gesellschaftlichen Kritik, erhält eine fatale Naturwüchsigkeit und kann nur noch erlitten werden.

Die Kulturen bleiben mithin auch bei Habermas *notwendig* getrennte, sie könnten »heute nicht mehr in der Privatsphäre der Bildung, sondern nurmehr auf der politisch relevanten Ebene einer Übersetzung des technisch verwertbaren Wissens in dem Kontext unserer Lebenswelt« vermittelt werden.¹⁹¹ Dieser politische Übersetzungsprozeß changiert nach Habermas zwischen dem Extrem eines reinen Dezisionismus, in dem die Technik bloß ausführendes Organ darstelle, und dem des Technokratismus der technischen »Alternativlosigkeit«, und bestehe in einem wechselseitigen Dialog zwischen Politikern und Wissenschaftlern, »eine wechselseitige Aufklärung von technischem Wissen und von praktischem Bewußtsein«.¹⁹²

Auch Peter Bulthaup perpetuiert das dem Kapitalismus inhärente Prinzip vom technologischen Wissen als von den Produzenten abgetrenntes Herrschaftswissen. Er hält dies für eine notwendig gewordene Folge der »selbstverständlich gewordenen Arbeitsteilung«.¹⁹³ Mit der Entwicklung

190 Jürgen Habermas, »Technischer Fortschritt und soziale Lebenswelt« (1966). In: *Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz. Dialog über die »zwei Kulturen«*. Hrsg. von Helmut Kreuzer. Unter Mitarb. von Wolfgang Klein. Stuttgart: Ernst Klett, 1969, S. 238–252, S. 239 f.

191 Ebd., S. 241.

192 Ebd., S. 251.

193 Peter Bulthaup, »Naturwissenschaftliche Bildung«. In: Ders., *Zur gesellschaftlichen Funktion der Naturwissenschaften*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1973, S. 7–26, S. 7.

der Arbeitsteilung gehe notwendig eine »*déformation professionnelle*« einher, und der Ruf nach naturwissenschaftlicher Bildung als »humanistischer Bildung« unserer Zeit« sei »wohl nur robusten Technokraten möglich«. ¹⁹⁴ Der Gesamtzusammenhang könne von der Naturwissenschaft nicht erkannt, sondern lediglich von den einzelnen Wissenschaftlern negativ erfahren (bzw. erlitten) werden, »von Wissenschaftlern als Widerstand im untersuchten Gegenstand, als das, wogegen isoliert werden muß, damit eine eindeutige Relation von Ausgangsbedingungen und Resultat erzielt wird; von Technikern als unvermutete Reaktion.« ¹⁹⁵

Während der Prozeß der Hervorbringung neuen Wissens auch ein kreativer, synthetischer sei und somit nicht von der Subjektivität des Wissenschaftlers trennbar, werde das neu erzeugte Wissen sogleich dem wissenschaftlichen Kanon integriert und objektiviert. Daß die so erzeugte Analytizität aus einer vorangegangenen Konstruktion, einer Synthesis resultiert, bleibe der naturwissenschaftlichen Reflexion notwendig fremd, da diese lediglich auf dem bereits objektivierten Wissen operiere. »Wissenschaftliche Tätigkeit ist ihre eigenen individuellen Bedingungen aufhebende, Entfremdung setzende Tätigkeit.« ¹⁹⁶ Es sei die wissenschaftliche Arbeitsteilung und das der Wissenschaft inhärente Akkumulationsprinzip, die das wissenschaftliche Wissen dem Wissenschaftler *notwendig* entfremde. ¹⁹⁷ Das im vorhergegangenen Forschungsprozeß akkumulierte Wissen erscheine den einzelnen Wissenschaftlern nur noch verdinglicht in Form von Instrumenten und einem Kanon, dem sich neues Wissen einzufügen habe. Der Gesamtzusammenhang werde nur noch als zu benutzendes Instrumentarium erfahren. ¹⁹⁸ »Die fortgeschrittene Arbeitsteilung separiert die Reflexion auf die Auseinandersetzung mit der Natur von den Prozessen, in denen diese sich vollzieht, und macht noch das reflektierende Bewußtsein des Theoretikers zu einem Selbständigen, das von seinem Gegenstand nicht erreicht wird und ihn darum nicht erreichen kann.« ¹⁹⁹

Die Verdinglichung des Forschungsprozesses liegt nach Bulthaup in der Funktionsweise der Naturwissenschaft als akkumulierende begründet und komme dieser nicht erst von außen, als Notwendigkeit der kapitalistischen Ökonomie, zu. Damit aber wäre es den Naturwissenschaften prinzipiell unmöglich, aus sich heraus den Verblendungszusammenhang der Dialektik der Aufklärung zu durchschauen. Ebenso wie Alfred Schmidt erwartet auch Bulthaup die synthetische Leistung vom »ideellen Gesamtarbeiter«. ²⁰⁰ Entsprechend fordert er gesellschaftstheoretische Bildung für Naturwissenschaftler – während umgekehrt Gesellschaftstheoretiker kei-

194 Bulthaup, »Naturwissenschaftliche Bildung« (s. Anm. 193), S. 9.

195 Ebd., S. 22.

196 Ders., »Die transzendente Einheit der Apperzeption, das System des Wissens und der Begriff gesellschaftlicher Arbeit«. In: Ders., *Zur gesellschaftlichen Funktion der Naturwissenschaften*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1973, S. 84–114, S. 92.

197 Ebd., S. 109 f.

198 Ders., »Die Moral der Wissenschaft«. In: Ders., *Zur gesellschaftlichen Funktion der Naturwissenschaften*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1973, S. 115–139, S. 128.

199 Bulthaup, »Die transzendente Einheit der Apperzeption« (s. Anm. 196), S. 112.

200 Vgl. Bulthaup, »Naturwissenschaftliche Bildung« (s. Anm. 193), S. 8; Bulthaup, »Die transzendente Einheit der Apperzeption« (s. Anm. 196), S. 111. – Zur Diskussion der

nesfalls ergänzend naturwissenschaftliche Bildung benötigten. »Nur wenn Naturwissenschaftler nicht nur ihre unmittelbare Forschung vorantrieben, sondern zugleich diese Forschung in ihren wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Voraussetzungen und Implikationen reflektierten und so die Vernunft begriffen, als deren blinde Agenten sie agieren, vermöchten sie dazu beizutragen, die drohende Katastrophe abzuwenden.«²⁰¹

Das Dogma beherrscht weite Teile der Kritischen Theorie bis heute. So nimmt es kein Wunder, daß die Wissensgesellschaft von ihr bloß als totalitäre Vereinnahmung des ganzen Menschen ins Herrschaftssystem begriffen wird – eine Vereinnahmung, durch die noch die Herr–Knecht-Dialektik außer Kraft gesetzt werde.²⁰² Daß eine Herr–Knecht-Dialektik umgekehrt sich erst zu entfalten vermag, wenn das lebendige Produktionswissen strukturell von den Produzenten wieder angeeignet werden könnte, und das solch eine Aneignung erst durch eine Durchdringung des naturwissenschaftlich-technischen Weltwissens, etwa in Form von freier Software, denkbar ist, sollte durch die vorherigen Ausführungen deutlich geworden sein. Das pessimistische Denken noch der Epigonen der Kritischen Theorie setzt freilich einseitig auf die destruktiven Momente der Dialektik von Mythos und Logos und negiert das Unabgegoldene von Wissenschaft und Vernunft.²⁰³

1963 veröffentlichte Snow einen Aufsatz mit dem Titel »The Two Cultures: A Second Look«, in dem er die Hoffnung auf das Entstehen einer »dritten Kultur« äußerte, die die Kluft zwischen literarischen Intellektuellen und Naturwissenschaftlern überbrücken werde.²⁰⁴ Den Ausdruck übernahm John Brockman, der mit dieser »dritten Kultur« freilich eine neue Generation von Naturwissenschaftlern identifiziert: »Die literarischen Intellektuellen reden auch heute nicht mit den Naturwissenschaftlern; aber Naturwissenschaftler wenden sich unmittelbar an das allgemeine Publikum. (...) Was herkömmlicherweise »Naturwissenschaft« hieß, ist heute zur »öffentlichen Kultur« geworden.«²⁰⁵

Konstruktion des »ideellen Gesamtarbeiters« siehe auch oben, Kapitel 1.1 auf Seite 31 sowie in diesem Kapitel Fußnote 13 auf Seite 337.

201 Bulthaup, »Naturwissenschaftliche Bildung« (s. Anm. 193), S. 26.

202 Vgl. etwa Kathy Laster und Heinz Steinert, »Keine Befreiung: Herr und Knecht in der Wissensgesellschaft«. In: *Zeitschrift für kritische Theorie* 9.16 (2003), S. 114–130.

203 Gunzelin Schmid Noerr stellt diesbezüglich eine Ausnahme dar. Er kommt bei der Betrachtung der modernen Informationstechnik zu dem Ergebnis, »daß avancierte »traditionelle Theorien« wie die Informatik und Informationstechnologie auf Grund der Struktur ihres Gegenstandes heute zumindest auf wissenschaftstheoretischer Ebene nicht mehr umhin kommen, das einst von Horkheimer bezeichnete *theoretische* Merkmal der »kritischen Theorie«, die Reflexion des Entstehungs- und Verwendungszusammenhangs, in eigene Regie zu nehmen«, und weist auf eine notwendige »kritische Vergesellschaftung von Wissenschaft und Technik« hin. (Gunzelin Schmid Noerr, »Zur sozialphilosophischen Kritik der Technik heute«. In: *Zeitschrift für kritische Theorie* 7.12 (2001), S. 51–67, S. 62.)

204 C. P. Snow, »The Two Cultures: A Second Look« (1964). In: Ders., *The Two Cultures: And a Second Look. An Expanded Version of the Two Cultures and the Scientific Revolution*. Cambridge: University Press, 1969, S. 53–100.

205 John Brockman, »Einleitung. Die dritte Kultur entsteht«. In: *Die dritte Kultur. Das Weltbild der modernen Naturwissenschaft*. Hrsg. von John Brockman. München: Goldmann,

Die von Brockman angeführten Vertreter der »neuen öffentlichen Intellektuellen«²⁰⁶ beschäftigen sich zu einem Gutteil mit der Frage nach der Schaffung einer künstlichen Intelligenz im Computer. Auch wenn in Brockmans Buch noch ein unhinterfragter Fortschrittsglaube vorherrscht, wird dieser doch mittlerweile auch von den Intellektuellen der dritten Kultur kritisiert. Die von Daniel Hillis und Stewart Brand mitbegründete »Long Now Foundation« etwa sucht mit verschiedenen Projekten der Flüchtigkeit der digitalen Kultur entgegenzuwirken²⁰⁷, und der Unix-Vater Bill Joy tritt den Apologeten einer Maschinenintelligenz entschieden entgegen.²⁰⁸

Im folgenden abschließenden Kapitel werde ich der Frage nachgehen, inwieweit die Dialektik von Mythos und Logos, von Freiheit und Naturverfallenheit auch noch in der Disziplin der Artifiziiellen Intelligenz reflektiert wird.

1996, S. 15–35, S. 18; vgl. auch John Brockman (Hrsg.), *Die neuen Humanisten. Wissenschaft an der Grenze*. Berlin: Ullstein, 2004.

206 »Wissenschaftler und andere Denker in der Welt der Empirie, die mit ihrer Arbeit und ihren schriftlichen Darlegungen den Platz der traditionellen Intellektuellen einnehmen, indem sie die tiefere Bedeutung unseres Lebens sichtbar machen und neu definieren, wer und was wir sind.« (Brockman, »Einleitung« (s. Anm. 205), S. 15.)

207 <http://www.longnow.org>.

208 Bill Joy, »Warum die Zukunft uns nicht braucht«. In: *FAZ* (6. Juni 2000), S. 49–51.

DAS MECHANISTISCHE WELTBILD DER AI: GEIST AUS DER MASCHINE

*Denken verdinglicht sich zu einem selbsttätig
ablaufenden, automatischen Prozeß, der Maschine
nacheifernd, die er selber hervorbringt, damit sie ihn
schließlich ersetzen kann.*

— Horkheimer/Adorno, *Dialektik der Aufklärung*¹

Obwohl Physik und Mathematik mit ihrem Paradigmenwechsel Anfang des 20. Jahrhunderts sich und das von ihnen erzeugte Wissen als menschliches Wissen reflektieren und damit das identitätslogische Denken überschreiten, beherrscht dieses weiterhin den normalen Wissenschafts- und Technikbetrieb. Der Ort, an dem sich der Widerspruch zwischen Wissenschaftsalltag und theoretischer Fundierung am deutlichsten zeigt, sind wahrscheinlich die Forschungseinrichtungen für künstliche Intelligenz. Einerseits wird hier mit dem Versuch der vollständigen Ersetzung des Menschen durch die Maschine ein Ansinnen in Angriff genommen, das in der Logik kapitalistischer Konkurrenzverhältnisse selbst liegt. Andererseits sind die Methoden, die dazu verwendet werden, eng mit den größten wissenschaftlichen Errungenschaften in Mathematik (Software) und Physik (Hardware) verknüpft. Es sind denn auch die Laboratorien für künstliche Intelligenz, denen menschlicher Geist als vollständig formalisierbar gilt und die ihn maschinell nachzubilden versuchen, von denen die Hackerkultur und damit die freie Software ihren Ausgang nimmt.

Im folgenden werde ich die Entwicklungen in diesem Bereich untersuchen und einer Kritik unterziehen. Im Fortlauf der Untersuchung wird es nötig sein, auch die Entwicklung der modernen Mathematik zu Beginn des 20. Jahrhunderts näher zu betrachten.

11.1 ALAN TURINGS VERTEIDIGUNG DER AI

Die Gründung der Artifizienten Intelligenz als wissenschaftliche Disziplin erfolgte im Sommer 1956 auf einer von John McCarthy, Marvin Minsky, Nathan Rochester und Claude Shannon am Dartmouth College in Hanover, New Hampshire organisierten Konferenz, auf der auch der Begriff »artificial intelligence« geprägt wurde.² Grundlegend für die Forschungsarbeiten auf dem neuen Gebiet war allerdings ein Text von Alan Turing.

¹ Max Horkheimer und Theodor W. Adorno, *Dialektik der Aufklärung. Philosophische Fragmente*. In: Max Horkheimer, *Gesammelte Schriften*. Bd. 5: »Dialektik der Aufklärung« und *Schriften 1940–1950*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1987, S. 11–290, S. 47 f.

² Der Begriff taucht zum ersten Mal im gemeinsam verfaßten Forschungsantrag auf: J. McCarthy et al., *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial*

Turing hatte mit seinem Nachweis der Grenzen möglicher Berechenbarkeit wesentlich Teil am Zusammenbruch des Hilbert-Programms. Gleichzeitig blieb er vollständig im Reduktionismus verfangen. 1950 verfaßte er einen Aufsatz mit dem Titel »Computing Machinery and Intelligence«³, in dem er die AI verteidigte und unter anderem den nach ihm benannten Test zur Entscheidung der Intelligenz eines Computerprogramms entwickelte. Der Turingtest gilt heute, 60 Jahre nach seiner Formulierung, immer noch als Entscheidungsnachweis, ob einer Maschine Intelligenz zugeschrieben werden kann. Turing selbst erwartete, daß bis zum Jahr 2000 ein Programm existieren werde, daß 30 Prozent aller Fragesteller in einem auf fünf Minuten beschränkten Test erfolgreich Intelligenz vorspielen könne. Bis heute hat noch kein Programm diesen Test bestanden.

Turing beginnt den Aufsatz mit den Worten: »I propose to consider the question, »Can machines think?«⁴ Der Begriff des Denkens ist ihm jedoch zu metaphysisch aufgeladen und so hält er die Frage in dieser Form für nicht beantwortbar. Später erklärt er die Frage in dieser Form für »bedeutungslos«.⁵ Der Begriff »Denken« sei erst dann definierbar, wenn eine denkende Maschine gebaut wäre. Turing erweist sich als Behaviorist; eine im streng positivistischen Sinn gültige Theorie des Denkens wäre eine, die das Denken als Algorithmus darstellt, die denkende Maschine die Verkörperung und zugleich der Beweis dieser Theorie. Woher weiß man aber, daß diese Maschine denkt? Die Definition des Denkens droht im Zirkelschluß (in der Sprache der Mathematiker: in infinita Regression) zu enden. Ein Entscheidungsverfahren muß gefunden werden, das ohne eine Definition des Denkens auskommt.⁶ Turing schlägt ein Imitations-

Intelligence. Aug. 31, 1955. URL: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html> (besucht am 10. 10. 2011).

- 3 Der Aufsatz, erschienen in der Zeitschrift *Mind*, Band 59, ist einer der Schlüsseltexte der AI. Ich werde ihn daher ausführlich referieren. Ich benutze den Nachdruck im Sammelband von Alan Ross Anderson: Alan M. Turing, »Computing machinery and intelligence» (1950). In: *Minds and Machines*. Ed. by Alan Ross Anderson. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1964, pp. 4–30.
- 4 Turing, »Computing machinery and intelligence« (s. Anm. 3), S. 4.
- 5 Ebd., S. 14.
- 6 Daß die Frage, derart gestellt, in einem Zirkelschluß endet, liegt daran, daß sie mit einem begann. Turing setzt voraus, was doch erst zu beweisen ist: daß das Denken des Menschen der Maschine gleicht. Der Mensch wird von ihm auf eine symbolverarbeitende Maschine verkürzt. Volker Grassmuck bemerkt denn auch treffend: »Damit leistete er [Turing, O. H.] eine umfassende Bestimmung des Menschen als Symbolverarbeitungssystem auf gleicher Stufe mit der Maschine und löste das Subjektproblem technisch auf. Er ließ die Frage »Kann eine Maschine denken?« fallen, schloß alle metaphysischen Entitäten wie Seele und Geist in eine Blackbox ein.« (Volker Grassmuck, »Die Turing-Galaxis. Das Universal-Medium auf dem Weg zur Weltsimulation«. In: *Lettre Internationale, deutsche Ausgabe* 28 (1. Quartal 1995), S. 48–55.) Zimmerli und Wolf weisen jedoch darauf hin, daß trotz seines Behaviorismus Turing zugleich die Feststellung von Maschinenintelligenz dem Menschen zuspricht. »Der Beobachter und seine Perspektive entscheiden, ob das sprachlich dargestellte Verhalten von Mensch und Maschine als vergleichbar und d. h. als »intelligent« betrachtet wird.« (Walter Ch. Zimmerli und Stefan Wolf, »Einleitung«. In: *Künstliche Intelligenz. Philosophische Probleme*. Hrsg. von Walter Ch. Zimmerli und Stefan Wolf. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 1994, S. 5–37, S. 27 f.) Das unterscheidet Turing etwa von Michael Scriven, der die Frage von der Maschine selbst beantworten lassen will. (Michael Scriven, »Der vollkommene Roboter. Prolegomena zu einer Andrologie« (1960).

spiel vor, das unter dem Namen Turingtest bekannt geworden ist und das bis heute anerkannte Verfahren zur Feststellung der Intelligenz eines Computerprogramms darstellt. Das vorgeschlagene Spiel ist einem Gesellschaftsspiel entlehnt, das von drei Personen, einem Mann (A), einer Frau (B) und einem Fragesteller (C), der männlich oder weiblich sein kann, gespielt wird. Der Fragesteller versucht durch Fragen herauszufinden, welcher von den beiden anderen Spielern, die beide von sich behaupten, die Frau zu sein, der Mann und welcher die Frau ist. Damit nicht äußerliche Erscheinungsbilder oder die Stimme das Geschlecht der Spieler verraten, befindet sich der Fragesteller in einem anderen Raum und die Kommunikation findet mittels eines Fernschreibers statt. Der Mann wird versuchen, den Fragesteller über sein Geschlecht zu täuschen, während die beste Strategie der Frau es vermutlich ist, wahrhaft zu antworten. »We now ask the question, ›What will happen when a machine takes the part of A in this game?‹ Will the interrogator decide wrongly as often when the game is played like this as he does when the game is played between a man and a woman? These questions replace our original, ›Can machines think?‹«⁷ Turing verhandelt die Frage nach der Intelligenz mithin in bloß funktionalistischer Form.⁸ Diese Herangehensweise entspricht aber exakt seiner theoretischen Ersetzung des Mathematikers durch eine »Papiermaschine«.

Turing präsentiert einen hypothetischen Dialog zwischen Fragesteller und Befragten:

»Q: Please write me a sonnet on the subject of the Forth Bridge.

A: Count me out on this one. I never could write poetry.

Q: Add 34 957 to 70 764

A: (Pause about 30 seconds and then give as answer) 105 621.

Q: Do you play chess?

A: Yes.

Q: I have K at my K1, and no other pieces. You have only K at K6 and R at R1. It is your move. What do you play?

A: (After a pause of 15 seconds) R-R8 mate.«⁹

Durch die Frage-und-Antwort-Methode hofft Turing, alle Felder menschlicher Tätigkeit (»all fields of human endeavor«) einschließen zu können. Die Maschinen, deren Intelligenz er testen will, schränkt er auf den Typus Digitalrechner ein. Als Eigenschaft dieser Digitalrechner

In: *Künstliche Intelligenz. Philosophische Probleme*. Hrsg. von Walter Ch. Zimmerli und Stefan Wolf. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 1994, S. 79–111, S. 108 f.)

⁷ Turing, »Computing machinery and intelligence« (s. Anm. 3), S. 5.

⁸ Den Funktionalismus bringt Hilary Putnams Diktum »We could be made of Swiss cheese, and it wouldn't matter« etwas flapsig auf den Punkt. (Zitiert nach Bettina Heintz, *Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers*. Frankfurt am Main und New York: Campus, 1993, S. 99.)

⁹ Turing, »Computing machinery and intelligence« (s. Anm. 3), S. 6.

hebt er hervor, daß sie deterministische Systeme sind, so daß es, wenn Initialisierungsstatus und Eingangssignale bekannt sind, immer möglich ist, jeden zukünftigen Status hervorzusagen. »This is reminiscent of Laplace's view that from the complete state of the universe at one moment of time, as described by the positions and velocities of all particles, it should be possible to predict all future states. The prediction which we are considering is, however, rather nearer to practicability than that considered by Laplace.«¹⁰ Die ursprüngliche Frage, »Können Maschinen denken?«, erhält jetzt ihre endgültige Fassung: »Are there imaginable digital computers which would do well in the imitation game?«¹¹ Turing zeigt sich optimistisch, daß Computer in mittlerer Zukunft den Test bestehen werden. Er nimmt an, daß es im Jahre 2000 Programme gibt, die das Imitationsspiel so gut spielen, daß ein Interviewer nach 5 Minuten nur noch in 70 % aller Fälle richtig liegt.

Zur Beantwortung der Frage, ob Maschinen denken können, hat Turing das Denken auf einen maschinellen Akt reduziert. Er hält die Frage nur in dieser Form für beantwortbar und glaubt, daß sich diese Vorstellung vom Denken allgemein durchsetzen wird. »The original question, ›Can machines think?‹ I believe to be too meaningless to deserve discussion. Nevertheless I believe that at the end of the century the use of words and general educated opinion will have altered so much that one will be able to speak of machines thinking without expecting to be contradicted.«¹²

Im folgenden begegnet er neun Einwänden gegen die prinzipielle Möglichkeit von denkenden Maschinen bzw. gegen seinen Test. Von geringerem Interesse und von Turing kaum behandelt werden 1) der theologische Einwand einer allein von Gott zu verleihenden Seele und 2) die bloße *Hoffnung*, Maschinen könnten nicht denken lernen. Den zweiten Einwand erklärt er kurzerhand für substanzlos und als von um ihre Führungsrolle bangenden Intellektuellen vorgebracht. Dem ersten Einwand begegnet er, es liege in der Macht von Gott, dem Allmächtigen, Seelen zu übertragen. Zu behaupten, er könne nicht auch eine Maschine beseelen, sei Häresie.¹³

Auf die weiteren Einwände geht Turing detaillierter ein.

»(3) *The Mathematical Objection.* There are a number of results of mathematical logic which can be used to show that there are limitations to the powers of discrete-state machines. The best known of these results is known as Gödel's theorem, and shows that in any sufficiently powerful logical system statements can be formulated which can neither be proved nor disproved within the system, unless possibly the system itself is inconsistent.«¹⁴

10 Turing, »Computing machinery and intelligence« (s. Anm. 3), S. 11. – Die Vorstellung, das Universum sei ein deterministisches System, impliziert gemäß der Turing-Vollständigkeit die zumindest prinzipielle Austauschbarkeit von Maschine und Universum. Und wenn schon das Universum als ganzes in eine Maschine paßt, warum dann nicht auch der Mensch?

11 Turing, »Computing machinery and intelligence« (s. Anm. 3), S. 13.

12 Ebd., S. 13 f.

13 Allerdings sei Gott trotz seiner Allmacht nicht fähig, eins gleich zwei zu machen.

14 Ebd., S. 15.

Turing löst diesen Einwand so auf, daß der Mensch ihm auch bloß als Maschine gilt und daher den gleichen Einschränkungen unterworfen sei wie jedes andere formale System.¹⁵ Die Anhänger dieses Arguments, vermutet er, würden jedoch das Imitationsspiel als Diskussionsbasis akzeptieren.

»(4) *The Argument from Consciousness*. This argument is very well expressed in Professor Jefferson's Lister Oration for 1949, from which I quote. ›Not until a machine can write a sonnet or compose a concerto because of thoughts and emotions felt, and not by the chance fall of symbols, could we agree that machine equals brain – that is, not only write it but know that it had written it. No mechanism could feel (and not merely artificially signal, an easy contrivance) pleasure at its successes, grief when its valves fuse, be warmed by flattery, be made miserable by its mistakes, be charmed by sex, be angry or depressed when it cannot get what it wants.«¹⁶

Den Einwand schmettert Turing mit der Behauptung nieder, er sei letztlich solipsistisch, da Bewußtsein nicht objektiv beweisbar, sondern lediglich intuitiv fühlbar und individuell wißbar sei. Da man also letztlich immer nur den Eindruck, niemals aber die Gewißheit haben könne, ein Gegenüber habe Bewußtsein, schlägt er wiederum das Imitationsspiel vor, das Dialoge wie den folgenden zulasse:

»Interrogator: In the first line of your sonnet which reads
›Shall I compare thee to a summer's day,‹ would not ›a
spring day‹ do as well or better?

Witness: It wouldn't scan.

Interrogator: How about ›a winter's day‹ That would scan all
right.

Witness: Yes, but nobody wants to be compared to a winter's
day.

Interrogator: Would you say Mr. Pickwick reminded you of
Christmas?

Witness: In a way.

Interrogator: Yet Christmas is a winter's day, and I do not
think Mr. Pickwick would mind the comparison.

Witness: I don't think you're serious. By a winter's day one
means a typical winter's day, rather than a special one
like Christmas.«¹⁷

15 Ich werde diesen Einwand und seine möglichen Entgegnungen weiter unten, Abschnitt 11.3 auf Seite 403 ff., ausführlich behandeln.

16 Turing, »Computing machinery and intelligence« (s. Anm. 3), S. 17. – Turing zitiert Geoffrey Jefferson, »The Mind of Mechanical Man. Lister Oration for 1949«. In: *British Medical Journal* I (1949), pp. 1105–1121.

17 Turing, »Computing machinery and intelligence« (s. Anm. 3), S. 17.

»(5) *Arguments from Various Disabilities*. These arguments take the form, ›I grant you that you can make machines do all the things you have mentioned but you will never be able to make one to do X.«¹⁸

Als Beispiele der unterstellten Unfähigkeiten gibt Turing an: »Be kind, resourceful, beautiful, friendly, have initiative, have a sense of humour, tell right from wrong, make mistakes, fall in love, enjoy strawberries and cream, make someone fall in love with it, learn from experience, use words properly, be the subject of its own thought, have as much diversity of behaviour as a man, do something really new.«¹⁹ Er behandelt diese Unfähigkeiten grundsätzlich als Vorurteile, die wir aus der Erfahrung mit anderen Maschinen gemacht haben. Auf einige dieser Beispiele geht er jedoch gesondert ein, etwa den Genuß von Erdbeeren mit Schlag- sahne. Dieses Argument zielt letztlich auf eine fehlende gemeinsame Basis zwischen Mensch und Maschine. Jedoch seien auch Menschen alle individuell unterschiedlich, und das Argument letztlich substanzlos. Dem Einwand, eine Maschine könne keine Fehler begehen, begegnet er mit der Unterscheidung zwischen Funktionsfehlern und Fehlschlüssen. Funktionsfehler seien Fehlfunktionen in der Hardware der Maschine, Fehlschlüsse jedoch durchaus auf Software-Ebene implementierbar.

Auch könne eine Maschine durchaus selbst Gegenstand ihrer Gedanken sein. Sie könne etwa dazu programmiert werden, sich selbst zu programmieren.²⁰ Da Maschinen als deterministische Automaten über einen festen, unveränderlichen Regelsatz verfügten, nach denen sie handelten, erscheine die Idee einer lernenden Maschine zunächst paradox. Man könne diesen Regelsatz jedoch auch als Anleitung zum Lernen, das heißt zur Erschaffung neuer Regeln, denken. Turing vergleicht diesen definitiven Regelsatz mit der Verfassung der Vereinigten Staaten; die gelernten Regeln entsprächen in diesem Bild gewöhnlichen Gesetzen.²¹

Damit ist aber zugleich der sechste Einwand widerlegt:

»(6) *Lady Lovelace's Objection*. Our most detailed information of Babbage's Analytical Engine comes from a memoir by Lady Lovelace. In

18 Turing, »Computing machinery and intelligence« (s. Anm. 3), S. 18.

19 Ebd.

20 Wenn Daten nicht auch als Programm und Programme nicht auch als Daten interpretierbar wären, wären Computer nicht programmierbar. Im modernen Computer gibt es prinzipiell keinen Unterschied zwischen Programm- und Datenspeicher. Diesen Umstand machen sich etwa sogenannte Buffer-Overflow-Angriffe zunutze, die versuchen, eigenen Code in ein System einzuschleusen, indem sie ein Programm mit mehr Daten füttern, als es erwartet (›den Puffer überlaufen lassen«). Oftmals wird dann ein Teil des Programmcodes mit dem Code des Angreifers überschrieben und ausgeführt. Auch wenn die Einheit von Programm- und Datenstruktur in diesem Fall zu unerwünschten Effekten führt, gibt es doch auch viele erwünschte Anwendungen. Insbesondere in Programmiersprachen, die speziell für den Einsatz in der AI entwickelt wurden (etwa LISP), wird bereits auf der syntaktischen Ebene der Unterschied zwischen Befehlen und Daten aufgehoben, damit Veränderungen der eigenen Struktur leicht programmiert werden können.

21 Ebd., S. 29.

it she states, ›The Analytical Engine has no pretensions to *originate* anything. It can do *whatever we know how to order it to perform*‹.«.²²

Eine Variante von Lady Lovelace' Einwand behauptet, aufgrund ihrer deterministischen Struktur könnten uns Maschinen niemals überraschen. Turing entgegnet, daß er regelmäßig von Maschinen überrascht werde, da er nicht in ausreichendem Umfang vorausberechne, was sie tun könnten.²³

»(7) *Argument from Continuity in the Nervous System.* The nervous system is certainly not a discrete-state machine. A small error in the information about the size of a nervous impulse impinging on a neuron, may make a large difference to the size of the outgoing impulse. It may be argued that, this being so, one cannot expect to be able to mimic the behaviour of the nervous system with a discrete-state system.«²⁴

Der Unterschied möge zwar gegeben sein, doch solle doch gerade mit dem Imitationsspiel überprüft werden, ob solche »Hardware-Unterschiede« bei der Frage nach Intelligenz ins Gewicht fallen.

»(8) *The Argument from Informality of Behaviour.* It is not possible to produce a set of rules purporting to describe what a man should do in every conceivable set of circumstances.«²⁵

Turing stimmt zu, daß ein Programm nicht alle Eventualitäten des Lebens antizipieren könne. Jedoch könne bereits eine kleine Anzahl von Regeln eine Vielzahl von Verhaltensmustern produzieren, die selbst keine Rückschlüsse mehr auf das zugrundeliegende Regelsystem und damit auch keine verlässlichen Vorhersagen für zukünftiges Verhalten zuließen. Mit anderen Worten: Turing hält auch den Menschen für durch solch ein relativ simples Regelsystem determiniert.

Ausgerechnet den *neunten Einwand*, daß jemand mit der Fähigkeit zu außersinnlicher Wahrnehmung erspüren könnte, wer der Mensch und

²² Ebd.

²³ Hofstadter berichtet von dem Stanforder Forscher Douglas Lenat, der ein Programm zum Erfinden von Begriffen und Entdecken von Tatsachen der Elementarmathematik schrieb. Ausgehend vom Begriff »Menge« und einer Reihe von Vorstellungen darüber, was »interessant« sei, erfand es das Zählen, Addition, Subtraktion, Multiplikation, Primzahlen und entdeckte Goldbachs Vermutung wieder. Hofstadter erklärt dies so: »Natürlich waren alle diese ›Entdeckungen‹ Hunderte, ja Tausende von Jahren alt. Vielleicht kann man das zum Teil so erklären, daß Lenats Gefühl für das ›Interessante‹ in eine gewisse Anzahl von Regeln hineingetragen wurde, die durch sein modernes mathematisches Training beeinflusst waren; nichtsdestoweniger ist es eindrucksvoll. Nach einigen sehr ansehnlichen Leistungen schien dem Programm der Atem auszugehen. Interessant war, daß es sein eigenes Gefühl für das Interessante nicht weiterentwickeln oder zu verbessern vermochte.« (Douglas R. Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach. Ein endloses geflochtenes Band*. Stuttgart: Klett-Cotta, 1985, S. 655.) – 1742 sandte der Amateurmathematiker Christian Goldbach einen Brief an Leonard Euler, in dem er die Vermutung äußerte, daß sich jede gerade Zahl größer zwei als Summe zweier Primzahlen darstellen lasse. Diese *Goldbachsche Vermutung* ist bis heute weder bewiesen noch widerlegt.

²⁴ Turing, »Computing machinery and intelligence« (s. Anm. 3).

²⁵ Ebd.

wer der Rechner ist, läßt Turing als einzigen gelten: »These disturbing phenomena seem to deny all our usual scientific ideas. How we should like to discredit them! Unfortunately the statistical evidence, at least for telepathy, is overwhelming. It is very difficult to rearrange one's ideas so as to fit these new facts in.«²⁶ Sollte man also außersinnliche Wahrnehmung zulassen, müsse der Test dahingehend verändert werden, daß die Testpersonen in einen »Telepathie-sicheren Raum« sitzen müssen.

Eine Kritik des Imitationsspiels gibt John R. Searle in seiner Neuformulierung des Tests als »Chinesisches Zimmer«. Ein in einem Raum eingeschlossener englischsprachiger Mensch erhalte von außen mit für ihn unverständlichen chinesischen Schriftzeichen beschriebene Zettel. Diese kodiere er nach exakten, in englischer Sprache geschriebenen, rein formalen Anweisungen um und erzeuge auf diese Weise neue Zettel mit chinesischen Schriftzeichen, deren chinesischer Sinngehalt sich ihm jedoch ebenfalls nicht erschließe. Die Zeichen auf den in den Raum hineingehenden Zetteln seien für eine sich außerhalb befindende Gruppe von chinesisch-sprachigen Personen sinnvollerweise als Fragen zu bezeichnen, die Zeichen auf den herausgehenden Zetteln erschienen diesen Personen als sinnvolle Antworten auf diese Fragen, die sich in nichts von den Antworten eines muttersprachlichen Chinesen unterscheiden. Mit anderen Worten: Das »Chinesische Zimmer« würde den Turingtest bestehen. Jedoch, so meint Searle gezeigt zu haben, sei an keiner Stelle im »Chinesischen Zimmer« ein Verständnis des Chinesischen erzeugt worden, der Turingtest mithin nicht geeignet, über ein eventuelles Denkvermögen einer Maschine zu entscheiden.²⁷ In der Tat erscheint die Unterstellung der Erzeugung von Bewußtsein im »Chinesischen Zimmer« wie auch im Computer als überflüssige Wesenheit, als Verstoß gegen das Prinzip der ontologischen Sparsamkeit, das gemäß Ockhams Rasiermesser eliminiert gehört. Kennzeichnend für die starke AI ist ja gerade der Glaube, die Erzeugung von geistigen Prozessen algorithmisieren zu können – mithin Verstehen ohne Intentionalität und Bewußtsein erzeugen zu können.

Die Überzeugung, daß ein deterministischer Automat keinen freien Willen haben kann, auf dem aber erst Intentionalität und dann Bewußtsein gründen kann, bildet den Kern der Searleschen Überlegungen. Vorgeworfen wird ihm daher ein Biologismus.²⁸ Dieser Einwand scheint mir

26 Turing, »Computing machinery and intelligence« (s. Anm. 3), S. 24. – Hier zeigt sich, daß ein von allem Bezug auf das gesellschaftliche Ganze gereinigter Logizismus ebenso wie ein alle Theorie verachtender, platter Empirismus »der sicherste Weg von der Naturwissenschaft zum Mystizismus ist.« (Friedrich Engels, *Dialektik der Natur* (1873–1883). MEW Bd. 20. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 305–570, S. 345.)

27 John R. Searle, »Geist, Gehirn, Programm« (1980). In: *Künstliche Intelligenz. Philosophische Probleme*. Hrsg. von Walter Ch. Zimmerli und Stefan Wolf. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 1994, S. 232–265, S. 234 ff.

28 So etwa Zimmerli und Wolf: »Unter der Prämisse, daß nur biologische Organismen über Intentionalität verfügen, erkennt er keiner Maschine die Fähigkeit zu, eigene mentale Zustände zu haben, sondern nur, kognitive Leistungen simulieren zu können. Doch eine Beantwortung der von Turing gestellten Frage, ob Maschinen denken und dann auch sprechen können, ist dies nicht, da die Annahme, Intentionalität an biologische

aber fehlzugehen; biologische Organismen stellen für ihn auch nur Maschinen dar, solche freilich, denen nicht eine ihnen fremde Intentionalität einprogrammiert ist, sondern die frei sind, eine eigene zu entwickeln: »Ich sehe im Prinzip keinen Grund, warum wir nicht einer Maschine die Fähigkeit einpflanzen können sollten, Englisch oder Chinesisch zu verstehen, da ja in einem wesentlichen Sinn unsere Körper nichts anderes als solche Maschinen sind. Hingegen gibt es, meine ich, sehr gute Gründe für die Behauptung, daß wir dergleichen keiner Maschine einpflanzen könnten, deren Funktionsweise sich streng im Rahmen von Prozessen hält, die im Modell des Rechners orientiert und auf formal definierte Elemente beschränkt sind; deren Funktionieren also die Realisierung eines Computerprogramms ist. Nicht, weil ich ein Computerprogramm verkörpere (vermutlich verkörpere ich jede Menge Computerprogramme), verstehe ich Englisch und weise andere Formen von Intentionalität auf, sondern deshalb, soweit wir wissen, weil ich eine bestimmte Art Organismus mit einer bestimmten biologischen (d. h. chemischen und physikalischen) Struktur bin und weil diese Struktur unter bestimmten Bedingungen im ursächlichen Sinne imstande ist, Wahrnehmen, Handeln, Verstehen, Lernen und andere intentionale Zustände hervorzurufen.«²⁹ Die Verkörperung eines Programms könne keine zureichende Bedingung für Verstehen sein, »weil das formale Hantieren mit Symbolen als solches keinerlei Intentionalität hat; es ist ganz frei von Bedeutung; es ist auch eigentlich gar kein Hantieren mit *Symbolen*, da die Symbole ja gar nichts symbolisieren. (...) Was Computer an Intentionalität zu haben scheinen, existiert nur im Geist derer, die sie programmieren und sie benutzen, im Geist derer, die die Eingaben einspeisen und die Ausgaben interpretieren.«³⁰ »Nur etwas, das dieselben kausalen Kräfte hat wie ein Gehirn, kann Intentionalität haben«³¹; auch »ist das Programm rein formal, und die intentionalen Zustände sind nicht in dieser Weise formal. Sie sind durch ihren Inhalt, nicht durch ihre Form bestimmt.«³²

Das Gehirn sei eben gerade keine beliebige universale Maschine, bloße Hardware, auf der ein ganz besonderes Programm: der Geist, läuft, sondern bilde mit den geistigen Prozessen realiter eine materiell-geistige Einheit. Die Vorstellung der AI von der Parallelität zwischen Programm und Hardware sowie Geist und Gehirn reproduziere bloß den klassi-

Organismen zu binden, plausibel erscheinen mag, als solche wissenschaftlich aber weder be- noch widerlegt werden kann. Die Pointe ist nämlich nicht, ob und woran sich von Menschen oder Maschinen sprachlich dargestelltes Verhalten (sei es nun syntaktisch repräsentiert oder nicht) unterscheiden läßt. Zur Operationalisierung der Frage ist deshalb der Turing-Test, auch in der Chinese-Room-Variante, nach wie vor aktuell, um Aspekte ›funktionaler Äquivalenz‹ von Mensch und Maschine sinnvoll erörtern zu können.« (Zimmerli und Wolf, »Einleitung« (s. Anm. 6), S. 29 f.) Ähnlich Douglas Hofstadter in seinen »Reflexionen« über den Text in: Douglas R. Hofstadter und Daniel C. Dennett (Hrsg.), *Einsicht ins Ich. Fantasien und Reflexionen über Selbst und Seele*. Stuttgart: Klett-Cotta, 1986, S. 357–366.

29 Searle (s. Anm. 27), S. 254 f.

30 Ebd., S. 257.

31 Ebd., S. 258.

32 Ebd.

schen Leib–Seele-Dualismus. »Genau das Charakteristikum der AI, das so vielversprechend schien – die Unterscheidung zwischen Programm und Programmrealisierung – erweist sich für den Anspruch, daß eine Simulation ein Duplikat sein könne, als verhängnisvoll. Die Unterscheidung zwischen dem Programm und seiner Realisierung in der Hardware scheint der Unterscheidung zwischen der Ebene der geistigen Funktionen und der Gehirnfunktionen parallel. Und wenn wir die Ebene der geistigen Funktionen als ein formales Programm darstellen könnten, dann, so scheint es, könnten wir das Wesentliche am Geist darstellen, ohne sei's introspektive Psychologie, sei's Neurophysiologie betreiben zu müssen.«³³ Der Turingtest sei typisch für eine solche operationalistische Haltung; und mit dieser sei zugleich eine Residualform des dualistischen Denkens verbunden. Die gesamte Axiomatik der AI beruhe auf der Trennung von Geist und Gehirn, müsse doch die spezifische Organisation des Gehirns durch einen Computer ersetzt werden können. Die Rede vom menschlichen Gehirn als einer universalen Maschine impliziere, daß Geist prinzipiell von der ihn tragenden Materie abstrahierbar sei, die somit eine bloß beherbergende Funktion zugeschrieben bekomme (und gewissermaßen ein Gefäß darstelle). Eine für den Geist konstitutive Rolle könne und dürfe das Gehirn aus Perspektive der AI nicht besitzen. »Wenn man nicht irgendeine Art Dualismus akzeptiert, hat das mit der starken AI verfolgte Projekt keine Chance. Das Projekt zielt auf eine Reproduktion und Erklärung des Geistigen durch den Entwurf von Programmen ab; aber wenn der Geist nicht gleichermaßen begrifflich und empirisch unabhängig vom Gehirn ist, ist das Projekt undurchführbar; denn die Programme sind von jedweder Realisierung vollständig unabhängig.«³⁴

33 Searle (s. Anm. 27), S. 257 f.

34 Searle (s. Anm. 27), S. 262. – Vom Cartesianischen Dualismus unterscheidet sich diese Form allerdings dadurch, daß es nicht zwei verschiedene *Substanzen* gebe, sondern lediglich die innere Beziehung zwischen den besonderen Eigenschaften des Gehirns und dem spezifisch Geistigen am Geist geleugnet werde. (Ebd., S. 263.) – Laut Barbara Schelkle, »Die Konstruktion des Menschen als Nicht-Maschine«. In: *Bits und Bytes vom Apfel der Erkenntnis. Frauen – Technik – Männer*. Hrsg. von Martina Ritter. Münster: Westfälisches Dampfboot, 1999, S. 61–73, sei auch Searle in Identitätslogik befangen, die Trennung von Geist und Nicht-Geist ontologisiere den Geist als genuin menschlich-männlich. Letztlich sei Searles Position nur ein Spiegelbild der von der AI-Forschung vertretenen. Dem Versuch der Artifizientellen Intelligenz, Maschinen zu bauen, die möglichst menschlich sind, entspreche Searles Anstrengung, den Menschen als möglichst nicht-maschinell zu fassen. Die Kritik geht freilich in Bezug auf Searle völlig fehl, da ja dieser gerade eben nicht den Körper–Geist-Dualismus reproduziert, sondern den Intellekt als untrennbar vom Leib begreift und den Menschen als »biologische Maschine« beschreibt: »Ist es möglich, daß eine Maschine denkt? Ich selbst bin der Ansicht, daß *nur und ausschließlich* einer Maschine zu denken möglich ist und in der Tat nur sehr speziellen Arten von Maschinen, nämlich Gehirnen und solchen Maschinen, die über dieselben kausalen Kräfte wie Gehirne verfügen. Und das ist der Hauptgrund, warum die starke AI uns so wenig übers Denken sagen kann, kann sie uns doch nichts über Maschinen sagen.« (Searle (s. Anm. 27), S. 263.) Jedoch ist eine anti-rationale Neudefinition dessen, was als genuin-menschlich gilt, durchaus en vogue, wenn sie auch in Bezug auf Searle fehlt. Sherry Turkle, *Die Wunschmaschine. Der Computer als zweites Ich*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1986, hat gezeigt, daß die aristotelische Vorstellung vom Menschen als einem »vernunftbegabten Tier« partiell einer neuen Vorstellung von einer »emotionsbegabten Maschine« gewichen ist: »Früher konnten Kinder das Besondere am

Weizenbaums Haupteinwand, der in Kapitel 1 ausführlich dargelegt wurde und im wesentlichen auf die These der Kritischen Theorie zurückgeht, daß der Mensch in instrumenteller Vernunft nicht aufgeht und die mechanistische wie die Computermetapher nicht auf den Menschen und die menschliche Vernunft anzuwenden sind, entspricht dem vierten Einwand in der Turingschen Aufzählung, den dieser mit der Begründung beseite schiebt, er sei solipsistisch, gründe auf reinem Gefühl und sei letztlich nicht zu beweisen. Mir scheint dieser Einwand der zwingendste gegen das mechanistische Weltbild der starken AI zu sein, ich werde ihn durch eine Anreicherung mit dem dritten, mathematischen Einwand (der in seiner bisherigen Entwicklung aber verkürzt ist und daher fehlt) bis zur Ebene der von Hofstadter durchgeführten Gleichsetzung der neuronalen Grundstruktur des Gehirns mit einem formalen System beweisen. Mein Ergebnis wird weitgehend mit Searles Ausführungen kongruent gehen, ich werde jedoch eine andere Argumentation verfolgen. Zunächst werde ich jedoch einige Ausführungen zur Theorie formaler Systeme und ihrer Unvollständigkeit vorausschicken.

11.2 UNVOLLSTÄNDIGKEIT FORMALER SYSTEME³⁵

Der Kreter Epimenides behauptet: »Alle Kreter sind Lügner.« Diese Aussage ist ein Paradoxon: Wenn sie wahr ist, dann ist auch Epimenides ein Lügner, die Aussage mithin gelogen und damit falsch.³⁶ Das Paradoxon läßt sich auch so formulieren:

Der nächste Satz ist wahr.
Der vorherige Satz ist falsch.

Wenn der erste Satz wahr ist, dann muß auch der zweite wahr sein; dieser negiert aber jenen. Wenn der erste Satz falsch ist, dann muß es auch der zweite sein; damit wäre aber der erste Satz wahr.

Menschen im Kontrast zu ihren nächsten Nachbarn, den Hunden, Katzen und Pferden, definieren. Tiere haben Wünsche und Begierden, was aber den Menschen grundsätzlich auszeichnet, sind seine Klugheit, seine Sprache, seine Vernunft. Der Computer (...) bringt die Unterscheidung zwischen Dingen und Menschen durcheinander; es kann nicht mehr allein das Physische im Gegensatz zum Psychischen sein. Auch der Computer scheint eine Psychologie zu haben – er ist ein Ding, das nicht ganz ein Ding ist, ein Denken, das nicht ganz ein Denken ist. Und er bringt die Art und Weise durcheinander, wie Kinder die Tiere in ihrer unmittelbaren Form wahrnehmen. Was an den Menschen besonders ist, muß das sein, was sie von Computern unterscheidet. Verstand und Intelligenz können es nicht sein; auch Computer werden als ›klug‹ betrachtet.« (Ebd., S. 70.) Was in der Wahrnehmung von Kindern den Menschen vom Computer unterscheidet, sei die Fähigkeit zu Emotionalität. So laufe gerade die computerisierte, durch und durch rationale Gesellschaft Gefahr, eine Generation hervorzubringen, »die eine Mischung aus Mystizismus, Zen und Romantizismus für das einzige hält, was den Menschen in einer Welt von Robotern auszeichnet.« (Ebd., S. 73.)

³⁵ Ich folge in diesem Abschnitt in weiten Teilen Hofstadter (s. Anm. 23), S. 21 ff.

³⁶ In dieser Form läßt das Paradoxon freilich noch einen Ausweg: Die Aussage ist falsch und muß verneint werden. Die Verneinung der Aussage lautet aber nicht: »Alle Kreter sagen die Wahrheit«, sondern: »Es gibt mindestens einen Kreter, der die Wahrheit sagt.« Nicht alle Kreter lügen, Epimenides aber tut es.

In seiner kürzesten Fassung hat das Paradoxon die Form:

Diese Aussage ist falsch.

Der Satz behauptet von sich selbst, unwahr zu sein. Er negiert sich selbst, über seine Wahrheit ist nicht zu entscheiden.

Das Epimenides-Paradoxon erlangte mehr als zweieinhalbtausend Jahre nach seiner Formulierung eine zentrale Bedeutung. Zwar war gegen Ende des 19. Jahrhunderts die mathematische Öffentlichkeit zunächst noch guter Dinge, ihr Programm der Formalisierung und Kodifizierung der Arithmetik vollenden zu können. George Boole und Augustus De Morgan arbeiteten an der Kodifizierung streng deduktiven Denkens³⁷, Gottlob Frege und Guisepppe Peano an der Arithmetisierung des logischen Denkens. Nachdem sie sich zwei Jahrtausende wild entwickelt hatte, so daß sie vielen als ein Ungeheuer mit tausend Köpfen galt, von dem niemand wußte, ob sich in ihrem Innern nicht ein fauler Kern befand, schien die Arithmetik nunmehr kurz vor ihrer endgültigen Formalisierung zu stehen. Es galt, die Mathematik in einem axiomatischen System zu fundieren: »Das Ideal einer streng wissenschaftlichen Methode der Mathematik (...) möchte ich so schildern. Daß Alles bewiesen werde, kann zwar nicht verlangt werden, weil es unmöglich ist; aber man kann fordern, daß alle Sätze, die man braucht, ohne sie zu beweisen, ausdrücklich als solche ausgesprochen werden, damit man deutlich erkenne, worauf der ganze Bau beruht. Es muß danach gestrebt werden, die Anzahl dieser Urgesetze möglichst zu verringern, indem man alles beweist, was beweisbar ist.«³⁸

Unterdessen entwickelte jedoch Georg Cantor in den 1880er Jahren die Mengenlehre, aus der sich neue Paradoxien ergaben. Am bekanntesten ist die *Russellsche Antinomie*: Die meisten Mengen sind offensichtlich nicht Elemente ihrer selbst; die Menge aller Walrösser ist selbst kein Walroß, und die Menge, die nur Immanuel Kant enthält, ist selbst nicht Immanuel Kant. In diesem Sinne sind diese Mengen *nicht der Rede wert*. Es gibt jedoch auch Mengen, die sich selbst enthalten, etwa die Menge aller Mengen. Hierbei handelt es sich um *selbstverschluckende Mengen*. Es liegt auf der Hand, daß jede Menge entweder »nicht der Rede wert« oder eine selbstverschluckende Menge ist. Was ist aber mit der Menge aller Nicht-der-Rede-werten-Mengen? Angenommen, sie sei selbst »nicht der Rede wert«. Dann müßte sie gemäß der Definition sich selbst enthalten, und wäre damit eine sich selbstverschluckende Menge und durchaus der Rede wert. Damit wäre sie aber nicht mehr Teil der »Menge aller nicht-der-Rede-werten-Mengen«, und somit »nicht der Rede wert« usw. Die »Menge aller nicht-der-Rede-werten-Mengen« ist also offensichtlich weder eine Nicht-der-Rede-werte-Menge noch eine selbstverschluckende Menge.³⁹

³⁷ Boole gab seinem Buch gar den Titel »The Laws of Thought« – »Die Gesetze des Denkens«.

³⁸ Gottlob Frege, zitiert nach Heintz (s. Anm. 8), S. 19, die ihrerseits zitiert nach Sybille Krämer, *Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung im geschichtlichen Abriß*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1988, S. 131 f.

³⁹ Eine bekannte populäre Fassung der Antinomie ist die 1918 ebenfalls von Russell formulierte Geschichte vom Barbier von Sevilla, der alle Männer im Ort rasiert, nur nicht

Auf dem Gebiet der Grammatik lassen sich verwandte Paradoxien formulieren. Am berühmtesten ist *Grellings und Nelsons Paradoxon*, eine semantische Antinomie. Gewissen Ausdrücken der deutschen Sprache kommt die Eigenschaft, die sie ausdrücken, selbst zu (z. B. den Ausdrücken »deutscher Ausdruck«, »dreisilbig«, »exquisit«), anderen hingegen nicht (etwa »englischer Ausdruck«, »zweisilbig«, »eßbar«). Ausdrücke lassen sich also teilen in eine Gruppe, die selbstbeschreibende (»autologische«) enthält und in eine, die nicht-selbstbeschreibende (»heterologische«) enthält. In welche der beiden Gruppen fällt der Ausdruck *nicht-selbstbeschreibend* (heterologisch)?

Auffallend an allen formulierten Paradoxien ist ihre Selbstbezüglichkeit. Wenn man es schaffen würde, die Selbstbezüglichkeit abzuschaffen, hätte man zugleich die Antinomien eliminiert. Bertrand Russell und Alfred North Whitehead veröffentlichten 1910–13 die *Principia Mathematica*, ein Monumentalwerk, das auf Grundlage weniger axiomatischer Annahmen die Mathematik neu aufzubauen suchte, indem es sie ohne Kontradiktionen aus der Logik ableitete⁴⁰, und ein formales System entwickelte, in dem die Logik, die Mengenlehre und die Zahlentheorie vom Makel der Selbstbezüglichkeit bereinigt wären. Russell und Whitehead suchten dies zu erreichen über den Aufbau eines ausgeklügelten Systems von Typen, in dem eine Menge von einem höherem Typ als ihre Elemente ist und sich daher nicht selbst enthalten darf. Durch diese »Typentheorie« wird es unmöglich, sich innerhalb des Systems der *Principia Mathematica* auf die »Menge aller Mengen« und ähnliche Konstrukte zu beziehen.

Was in der Mathematik möglich schien, scheitert offensichtlich in der Grammatik. Ein alltäglicher Satz wie »In dieser Arbeit kritisiere ich das mechanistische Denken der AI« wäre nicht mehr erlaubt, da er doppelt selbstbezüglich ist: Er bezieht sich auf die Arbeit, in der er steht und erwähnt dann auch noch mich, den Autor!⁴¹ Deshalb, und auch wegen der ungemeinen Komplexität der *Principia*, blieb zu Beginn des 20. Jahrhunderts ein Unbehagen darüber, ob die Mathematik wirklich auf sicheren Grundlagen stand.⁴² Kurzum, die Erforschung der Mathematik selbst

die, die sich selbst rasieren. Die Frage, ob der Barbier sich selbst rasiert oder nicht, führt ebenfalls zu einem Widerspruch.

- 40 Die enge Beziehung zwischen Logik und Mathematik ist historisch betrachtet keineswegs selbstverständlich. Noch in der französischen Enzyklopädie wird die Mathematik der Naturwissenschaft zugeordnet, die Logik hingegen der Geisteswissenschaft. Vgl. Jean Le Rond d' Alembert, *Einleitung zur Enzyklopädie*. Durchgesehen und mit einer Einleitung herausgegeben von Günther Mensching. Hamburg: Meiner, 1997, S. 112 f., auch 18–30.
- 41 Was selbst zeitgenössische Autoren nicht daran hindert, diese Forderung trotzdem aufzustellen. Mittels einer der Scholastik entlehnten Hierarchie der Supposition erklärt etwa Albert Menne, *Einführung in die Logik*. 2. Aufl. München: Francke, 1973, S. 22 f., Grellings und Nelsons Paradoxon kurzerhand für logisch falsch, da »heterolog: ein Worteswort ist, also unter anderer Supposition Wort ist, [sic!] als die übrigen Worte.« (S. 23) Analog negiert er auch die umgangssprachliche Fassung des Russellschen Paradoxons (das er in Form eines Katalogs aller Kataloge, die sich selbst nicht als Eintrag aufführen, darstellt): Die Paradoxie »beruht darauf, daß einfache Kataloge und Katalogeskataloge beide nicht eindeutig im selben Sinn, sondern nur analog ›Katalog‹ genannt werden können.« (Ebd.)
- 42 So war etwa die Vorstellung vom unendlich Kleinen, wie sie die Leibnizsche Infinitesimalrechnung postulierte, nirgendwo begrifflich präzisiert. Das Problem wurde in den

stand auf der Agenda, dies wurde als *Metamathematik* bzw. als *Metalogik* bezeichnet. Zwischen 1918 und 1922 formulierte David Hilbert ein Forschungsprogramm, das sich zum Ziel gesetzt hatte, die klassische Mathematik von allen Antinomien zu reinigen und gemeinsam mit der Logik auf eine nachweisbar konsistente Basis zu stellen. Wichtige Punkte hierbei nahmen unter anderem der Nachweis der Widerspruchsfreiheit und der Vollständigkeit eines solchen formalen Systems ein. Das *Hilbert-Programm*, dessen Vorgeschichte bis zu einem Vortrag Hilberts auf dem Mathematikerkongreß in Paris im Jahr 1900 zurückreicht, diente in der Folge Generationen von Mathematikern als Leitlinie ihrer Forschung.⁴³

Die Raumschauung, die zuvor die Evidenz der Axiome der euklidischen Geometrie verbürgte, war nach der Entdeckung nichteuklidischer Geometrien kein Garant für die Richtigkeit der Axiome. Die Anschauung geriet als epistemologisches Prinzip in eine Krise, und Hilberts formale Axiomatik ist eine Antwort auf diese Krise. Die moderne Mathematik suchte sich denn auch ohne Bezugnahme auf »Tatsächlichkeiten« (Hilbert), sondern nur durch die »Schaffenskraft des reinen Denkens«, mithin der Entwicklung willkürlich gesetzter, geschlossener, formaler Gedankengebilde zu begründen. Letztlich muß es erstaunen, daß trotz des umfassenden Verzichts auf Empirie diese »reine« Mathematik auch in den empirischen Wissenschaften brauchbar wurde. Hilbert führte diese »scheinbar praestabilisierte Harmonie, welche der Mathematiker so oft in den Fragestellungen, Methoden und Begriffen verschiedener Wissensgebiete wahrnimmt« auf den impliziten Austausch des durchaus im realen Leben verankerten Mathematikers zurück.⁴⁴

Das Problem einer Begründung des Wahrheitswertes der von jeglicher empirischen Erfahrung gereinigten Axiome bleibt freilich, aller Leibnizschen »praestabilisierten Harmonie« zum Trotz, bestehen. Hilbert suchte eine immanente Begründung: Einziges Kriterium sollte die Widerspruchsfreiheit sein. Wahr ist, was den mathematischen Axiomen nicht widerspricht. Zunächst nahm Hilbert in den *Grundlagen der Geometrie* den Nachweis der Widerspruchsfreiheit für die Geometrie durch ihre Arithmetisierung in Angriff. Doch verschiebt sich das Problem der Begründung damit lediglich, setzt doch die Rückführung der Geometrie auf die Arithmetik die Widerspruchsfreiheit der Arithmetik voraus. Der Nachweis der Widerspruchsfreiheit der Arithmetik stand also auf der Agenda, und dies erhoffte Hilbert sich von Cantors Theorie der transfiniten Zahlen.⁴⁵ Bei

frühen 1960er Jahren von Abraham Robinson gelöst; seine widerspruchsfreie Infinitesimalrechnung wird heute als *Nichtstandardanalysis* bezeichnet.

43 Vgl. Richard Zach, "Hilbert's Program." In: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Ed. by Edward N. Zalta. Spring 2009. URL: <http://plato.stanford.edu/archives/spr2009/entries/hilbert-program/>.

44 David Hilbert, »Mathematische Probleme« (1900). Vortrag, gehalten auf dem internationalen Mathematiker Kongreß zu Paris 1900. In: Ders., *Die Hilbertschen Probleme*. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften 252. Frankfurt am Main: Harri Deutsch, 2007, S. 22–80, S. 27.

45 Die »tiefste Einsicht in das Wesen des Unendlichen (...) wird uns vielmehr erst durch eine Disziplin vermittelt, die der allgemeinen philosophischen Betrachtungsweise näher

Cantor gibt es nicht nur das *potentiell Unendliche*, das bereits Aristoteles kannte, sondern mit dem Begriff der Gesamtheit der natürlichen Zahlen $1, 2, 3, 4, \dots$ auch das *aktuell Unendliche*. Aktuell unendlich ist ebenso die Menge der rationalen Zahlen $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{1}{4}, \dots, \frac{7}{8}, \dots$. Beide Mengen sind indes abzählbar und mithin von derselben Mächtigkeit. Anders verhält es sich mit der Anzahl der Punkte in einem Quadrat oder einem Würfel: diese sind nicht abzählbar, die Menge der *transfiniten Zahlen* ist größer als die der natürlichen und der rationalen Zahlen.

Die Cantorsche Mengenlehre führte jedoch zu den genannten Paradoxien, und Hilbert sah die Mathematik in einer ernsten Krise begriffen: »Es soll zugegeben werden, daß der Zustand in dem wir uns gegenwärtig angesichts der Paradoxien befinden, unerträglich ist. Man denke: in der Mathematik, diesem Muster von Sicherheit und Wahrheit, führen die Begriffsbildungen und Schlüsse, wie sie jedermann lernt, lehrt und anwendet, zu Ungereimtheiten. Und wo soll sonst Sicherheit und Wahrheit zu finden sein, wenn sogar das mathematische Denken versagt?«⁴⁶ Diesen Paradoxien sagt er den Kampf an, denn: »Aus dem Paradies, das Cantor uns geschaffen, soll uns niemand vertreiben können.«⁴⁷

Seinen 1922 gehaltenen Vortrag »Die logischen Grundlagen der Mathematik« leitet Hilbert mit den Worten ein: »Meine Untersuchungen zur Neubegründung der Mathematik bezwecken nichts Geringeres, als die allgemeinen Zweifel an der Sicherheit des mathematischen Schließens definitiv aus der Welt zu schaffen.«⁴⁸ Dazu sei eine Theorie des mathematischen Beweises selbst nötig, mithin eine Metamathematik. Der Grundgedanke seiner Beweistheorie ist folgender:

»Alles, was im bisherigen Sinne die Mathematik ausmacht, wird streng formalisiert, so daß die eigentliche Mathematik oder die Mathematik in engerem Sinne zu einem Bestande an Formeln wird. Diese unterscheiden sich von den gewöhnlichen Formeln der Mathematik nur dadurch, daß außer den gewöhnlichen Zeichen noch die logischen Zeichen, insbesondere die für ›folgt‹ (\leadsto) und für ›nicht‹ (\neg) darin vorkommen. Gewisse Formeln, die als Bausteine des formalen Gebäudes der Mathematik dienen, werden Axiome genannt. Ein Be-

steht und die berufen war, den ganzen Fragenkomplex in betreff des Unendlichen in ein neues Licht zu stellen. Diese Disziplin ist die Mengenlehre, deren Schöpfer Georg Cantor war, und zwar kommt hier für uns allein in Betracht, was das wahrhaft Einzigartige und Originale, den eigentlichen Kern der Cantorschen Lehre ausmacht, nämlich seine Theorie der *transfiniten Zahlen*; diese erscheint mir als die bewundernswerteste Blüte mathematischen Geistes und überhaupt eine der höchsten Leistungen rein verstandesmäßiger menschlicher Tätigkeit.« (David Hilbert, »Über das Unendliche«. In: *Mathematische Annalen* 95 (1926), S. 161–190, S. 167.)

46 Ebd., S. 170.

47 Ebd.

48 Ders., »Die logischen Grundlagen der Mathematik«. Vortrag, gehalten in der Deutschen Naturforscher-Gesellschaft, September 1922. In: *Mathematische Annalen* 88 (1923), S. 151–165, S. 151.

weis ist eine Figur, die uns als solche anschaulich vorliegen muß; er besteht aus Schlüssen vermöge des Schlußschemas

$$\frac{\mathcal{G} \quad \mathcal{G} \sim \mathcal{I}}{\mathcal{I}}$$

wo jedesmal die Prämissen, d. h. die betreffenden Formeln \mathcal{G} und $\mathcal{G} \sim \mathcal{I}$ jede entweder ein Axiom ist bzw. direkt durch Einsetzung aus einem Axiom entsteht oder mit der Endformeln \mathcal{I} eines Schlusses übereinstimmt, der vorher im Beweise vorkommt bzw. durch Einsetzung aus einer solchen Endformel entsteht. Eine Formel soll beweisbar heißen, wenn sie entweder ein Axiom ist bzw. durch Einsetzen aus einem Axiom entsteht oder die Endformel eines Beweises ist.

Zu der eigentlichen so formalisierten Mathematik kommt eine gewissermaßen neue Mathematik, eine Metamathematik, die zur Sicherung jener notwendig ist, in der – im Gegensatz zu den rein formalen Schlußweisen der eigentlichen Mathematik – das inhaltliche Schließen zur Anwendung kommt, aber lediglich zum Nachweis der Widerspruchsfreiheit der Axiome. In dieser Metamathematik wird mit den Beweisen der eigentlichen Mathematik operiert und diese letzteren bilden selbst den Gegenstand der inhaltlichen Untersuchung. Auf diese Weise vollzieht sich die Entwicklung der mathematischen Gesamtwissenschaft in beständigem Wechsel auf zweierlei Art: durch Gewinnung neuer beweisbarer Formeln aus den Axiomen mittels formalen Schließens und andererseits durch Hinzufügung neuer Axiome nebst dem Nachweis der Widerspruchsfreiheit mittels inhaltlichen Schließens.«⁴⁹

Hilbert entwickelte die Mathematik so als dreistufiges System: Die klassische Mathematik wird transformiert in ein formales System, das sich sodann einer metamathematischen Untersuchung unterziehen läßt. Die Mathematik Hilberts ist mithin vollkommen selbstreferentiell, gleichsam autopoietisch. Sie ist ein reiner Kalkül, der bedeutungslose Zeichenketten, die nichts mehr bezeichnen, produziert und metamathematisch untersucht. Sie ist ein geschlossenes Zeichensystem.

Das Hilbert-Programm und die mit ihm verknüpften Hoffnungen platzten freilich mit einem Paukenschlag. 1931 veröffentlichte Kurt Gödel, der 1926 als zwanzigjähriger Student zu Schlicks Donnerstag-Abend-Kolloquium eingeladen und damit zum »inneren Zirkel« des Wiener Kreises gestoßen war, seinen Aufsatz »Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I«⁵⁰. In gewisser Weise

49 Hilbert, »Die logischen Grundlagen der Mathematik« (s. Anm. 48), S. 152 f.

50 Kurt Gödel, »Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I«. In: *Monatsheft für Mathematik und Physik* 38 (1931), S. 173–198. – Die

zerstörte Gödels Arbeit Hilberts Programm völlig, da sie bewies, daß es nicht zu reparierende Löcher nicht nur in der *Principia Mathematica*, sondern in *allen* einigermaßen komplexen und in sich widerspruchsfreien formalen Systemen geben muß. Die Mathematik, so die Aussage Gödels, war notwendigerweise unvollständig.

Gödel vollendete mit seinem Ansatz, mathematisches Denken auf die Erforschung des mathematischen Denkens anzuwenden, also die Mathematik auf die Mathematik selbst anzuwenden, gleichsam das Programm der Metamathematik.⁵¹ Gödel gelang es, innerhalb eines Unterbereichs der *Principia Mathematica*, der Zahlentheorie, über diese selbst zu sprechen und dabei eine Aussage zu formulieren, die von sich behauptet, selbst kein Satz der *Principia* zu sein.⁵² Diese Aussage, nennen wir sie G , ist eine abgeschwächte Form des Epimenides-Paradoxons. Denn angenommen G sei ein Satz, dann muß G eine Wahrheit aussprechen. G behauptet aber von sich, selbst kein Satz zu sein. G kann also kein Satz sein. Das ist aber genau das, was G aussagt, G behauptet also eine Wahrheit. Und da G kein Satz ist, existiert zumindest eine Wahrheit, die kein Satz der *Principia Mathematica* ist.⁵³

Gödel bewies nicht nur die Unvollständigkeit der *Principia Mathematica*, sondern wies nach, daß diese Unvollständigkeit *allen* in sich widerspruchsfreien, axiomatischen Systemen, die die Arithmetik enthalten, notwendig zukommt.⁵⁴ Es gibt also in der Mathematik intuitives, das heißt nicht formuliertes Wissen. Ihre Abkunft aus Herrschaft ist nicht zu verleugnen.

römische »I« im Titel verweist darauf, daß Gödel noch einen weiteren Aufsatz folgen lassen wollte, in dem er den Beweis genauer erläutern wollte. Der erste Aufsatz fand jedoch bereits so große Anerkennung, daß der zweite nie geschrieben wurde.

- 51 1923 hatten Karl Korsch mit *Marxismus und Philosophie* und Georg Lukács mit *Geschichte und Klassenbewußtsein* unabhängig voneinander zwei Arbeiten veröffentlicht, die versuchten, das Scheitern der marxistischen Arbeiterbewegung am Vorabend des Ersten Weltkriegs selbst marxistisch zu erklären, also die materialistische Geschichtsauffassung auf die materialistische Geschichtsauffassung selbst anzuwenden. 1944/47 erschien die *Dialektik der Aufklärung*, deren Autoren unter dem Eindruck des Nationalsozialismus und der Judenvernichtung zu erklären suchten, wie Aufklärung in Barbarei umschlagen konnte und dazu die Aufklärung gewissermaßen über sich selbst aufklärten. Alle diese drei Werke sind Meilensteine des dialektischen Denkens, und meiner Ansicht nach gilt dies ebenso für Gödels Aufsatz. Daß Gödel Hegel studiert hat (vgl. Friedrich Stadler, *Studien zum Wiener Kreis. Ursprung, Entwicklung und Wirkung des logischen Empirismus im Kontext*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1997, S. 237), überrascht insofern nicht.
- 52 Gödels Satz lautet im Wortlaut: »Zu jeder ω -widerspruchsfreien rekursiven Klasse κ von Formeln gibt es rekursive Klassenzeichen r , so daß weder $\forall \text{Gen } r$ noch $\text{Neg}(\forall \text{Gen } r)$ zu $\text{Flg}(\kappa)$ gehört (wobei \forall die freie Variable aus r ist).«
- 53 Die Alternative, daß G falsch ist, führt zu einem nicht widerspruchsfreien System. G behauptet ja gerade, kein Satz zu sein. Wenn G unwahr wäre, dann wäre ein logisches Paradox als Satz in die *Principia Mathematica* integriert, das seine eigene Unwahrheit behauptet.
- 54 Es wäre etwa denkbar, die *Principia Mathematica* durch ein Axiom zu erweitern, das G als Satz enthält. In diesem neuen System P' ließe sich jedoch wieder eine Aussage G' formulieren, die von sich behauptet, kein Satz von P' zu sein. P' müßte also wieder um das Axiom G' erweitert werden, im neu entstandenen System P'' ließe sich allerdings wieder eine Aussage G'' formulieren, ad infinitum. Ein vollständiges System kann nicht formuliert werden.

Einen zweiten Schlag versetzt bekam das Hilbert-Programm 1936 mit der Veröffentlichung von Alan Turings Aufsatz »On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem«. ⁵⁵ In dieser Arbeit, in der Turing das Konzept der universalen Maschine entwickelt und damit den modernen Computer theoretisch begründet, ⁵⁶ zeigt er zugleich die Grenzen möglicher Berechenbarkeit auf. Hilbert hatte die Frage aufgeworfen, ob es ein allgemeines Verfahren (das heißt einen Algorithmus) gibt, mit Hilfe dessen es möglich ist, darüber zu entscheiden, ob ein in den Begriffen einer gegebenen deduktiven Theorie formulierter Satz innerhalb der Theorie bewiesen werden kann oder nicht. Turing wandelte die Fragestellung derart ab, daß er den Begriff des »allgemeinen Verfahrens« durch den bedeutungsäquivalenten »berechenbar durch eine Maschine« ersetzte. Die Frage lautete nunmehr: Gibt es eine Turingmaschine, die für jede andere Turingmaschine feststellen kann, ob sie zu einem Ergebnis ihrer Berechnungen gelangt oder nicht, mithin zum Halten kommt. Turing verwandelte das »Entscheidungsproblem« also in das »Halteproblem« und kam zu dem Schluß: Es ist nicht möglich, für jede bestimmte Maschine festzustellen, ob sie zu irgendeinem Zeitpunkt zu einem Ende ihrer Berechnungen kommt und stehenbleibt oder ob sie ad infinitum, in unendlichem Regreß weiterläuft. ⁵⁷ Anders ausgedrückt: Es gibt keinen Algorithmus, mit dem sich für jeden beliebigen Algorithmus feststellen läßt, ob dieser zu einer Lösung führt oder nicht. Man muß den Algorithmus ausführen bzw. die Maschine laufen lassen. Wenn sie irgendwann hält, weiß man, daß der Algorithmus zu einer Lösung führt. Falls nicht, läßt sich keine Aussage treffen: Vielleicht wird sie morgen halten, vielleicht in einem Jahr, vielleicht in 2000 Jahren – vielleicht niemals. Damit aber mußte die Hoffnung aufgegeben werden, alle mathematischen Sätze maschinell auf ihre Widerspruchsfreiheit überprüfen lassen zu können. Mit Turings Arbeit war der Nachweis gegeben, daß die von Hilbert aufgeworfene und als »Entscheidungsproblem« bekannt gewordene Frage: *Kann für einen beliebigen Ausdruck in der Prädikatenlogik bestimmt werden, ob*

55 Alan M. Turing, "On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem". In: *Proceedings of the London Mathematical Society, Second Series* 42 (1936), pp. 230–265; deutsch: Ders., »Über berechenbare Zahlen mit einer Anwendung auf das Entscheidungsproblem«. In: Ders., *Intelligence Service*. Schriften. Hrsg. von Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987, S. 17–60.

56 Vgl. oben, Kapitel 1.3 auf Seite 39 ff.

57 Turing wandte für den Nachweis einen »mathematischen Trick« an, die *Diagonalmethode*. Jeder Turingmaschine wird eine Beschreibungszahl $1, 2, \dots, n, \dots$ zugeordnet. Eine hypothetische universelle Turingmaschine $H(n, m)$, die in der Lage wäre, für jeden möglichen Algorithmus festzustellen, ob er entschieden werden kann oder nicht, könnte nun eine Tabelle erstellen, in der jede Beschreibungszahl n für jeden möglichen Eingabewert $1, 2, \dots, m, \dots$ das Ergebnis berechnet bzw. markieren, daß der Algorithmus nicht zu Ende geführt werden kann. Jede Zeile in dieser Kreuztabelle entspräche einer berechenbaren Folge, und mithin müßte jede berechenbare Folge auch in der Tabelle auftauchen. Nun kann aber mit dem Diagonalverfahren eine nicht in der Tabelle enthaltene Dezimalzahl konstruiert werden. Da diese Zahl aber nach einem klaren Verfahren konstruiert wurde, müßte sie in der Tabelle auftauchen. Da die hypothetische Turingmaschine nicht in der Lage ist, diese Zahl zu konstruieren, ist bewiesen, daß es keine Turingmaschine geben kann, die für jede Turingmaschine beweisen kann, ob sie anhält oder nicht. Vgl. Heintz (s. Anm. 8), S. 88.

es sich um eine allgemeingültige Aussage handelt oder nicht?, keine Lösung haben kann.⁵⁸

Zugleich enthält der Turingsche Nachweis der Unentscheidbarkeit auch etwas für die Mathematik Tröstliches. Mathematik geht nicht auf in rein tautologischer Umformung, sie bedarf immer noch des (menschlichen) Mathematikers. Darauf zielte auch John von Neumann ab, der zehn Jahre zuvor die Unentscheidbarkeit vermutete (freilich ohne sie beweisen zu können): »Und die Unentscheidbarkeit ist sogar die *Conditio sine qua non* dafür, daß es überhaupt einen Sinn habe, mit den heutigen heuristischen Methoden Mathematik zu treiben. An dem Tage, an dem die Unentscheidbarkeit aufhörte, würde auch die Mathematik im heutigen Sinne aufhören zu existieren; an ihre Stelle würde eine absolut mechanische Vorschrift treten, mit deren Hilfe jedermann von jeder gegebenen Aussage entscheiden könnte, ob diese bewiesen werden kann oder nicht.«⁵⁹

11.3 SELBSTREFERENTIELLE ERKENNTNIS

Die von Gödel formulierte notwendige Unvollständigkeit aller formalen Systeme ist oft angeführt worden, um die Unmöglichkeit starker AI zu beweisen.⁶⁰ Am bekanntesten ist die von John R. Lucas in seinem 1961 in der Zeitschrift *Philosophy* erschienenen Aufsatz *Minds, Machines and Gödel*⁶¹ entwickelte Kritik. Lucas' Artikel beginnt mit den Worten: »Gödel's theorem seems to me to prove that Mechanism is false, that is, that minds cannot be explained as machines.«

Gödel konnte seine Aussage *G* formulieren, indem er die Zahlentheorie auf die Zahlentheorie selbst anwandte, und damit die Zahlentheorie selbst zum Gegenstand der Zahlentheorie wurde. In gewisser Weise hat die Zahlentheorie also ein Wissen über sich selbst, und ein Programm, daß dazu geschrieben wurde, alle möglichen Sätze der Zahlentheorie nacheinander abzuleiten und auszudrucken, »weiß« diese Sätze. Da es aber nie in der Lage sein wird, *G* auszudrucken, wird es nie um dessen Existenz wissen. Lucas folgert daraus, daß ein menschlicher Mathematiker nicht vollständig durch eine algorithmische Automation repräsentiert werden und daher die Maschine dem Menschen immer unterlegen sein wird. »However complicated a machine we construct, it will, if it is a machine, correspond to a formal system, which in turn will be liable to the Gödel

58 Vgl. Turing, »Über berechenbare Zahlen« (s. Anm. 55), S. 52 ff.

59 John von Neumann, »Zur Hilbertschen Beweistheorie«. In: *Mathematische Zeitschrift* 26.1 (1927), S. 1–46, S. 12.

60 Der Einwand, eine Maschine könne sich selbst unmöglich gödelisieren, ist zuerst 1960 von Ernest Nagel und James Newman formuliert worden (deutsche Übersetzung: Ernest Nagel und James Newman, *Der Gödelsche Beweis*. München: Oldenbourg, 1964). Eine Kritik an dieser Auffassung findet sich bereits bei Scriven (s. Anm. 6), S. 97 f. Ähnlich argumentiert auch Hilary W. Putnam, »Geist und Maschine« (1960). In: *Künstliche Intelligenz. Philosophische Probleme*. Hrsg. von Walter Ch. Zimmerli und Stefan Wolf. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 1994, S. 146–183, S. 146 f.

61 Ich benutze den Wiederabdruck John R. Lucas, "Minds, Machines and Gödel." In: *Minds and Machines*. Ed. by Alan Ross Anderson. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1964, pp. 43–59.

procedure for finding a formula unprovable-in-that-system. This formula the machine will be unable to produce as being true, although a mind can see that it is true. And so the machine will still not be an adequate model of the mind. We are trying to produce a model of the mind which is mechanical – which is essentially ›dead‹ – but the mind, being in fact ›alive‹, can always go one better than any formal, ossified, dead, system can. Thanks to Gödel's theorem, the mind always has the last word.«⁶²

Gegen Lucas' These, so einleuchtend sie auch auf den ersten Blick erscheinen mag, sind eine Reihe von Einwänden formuliert worden. Ein wesentlicher Einwand ist der, daß es keineswegs möglich ist, jedem einzelnen formalen System seine Unvollständigkeit individuell nachzuweisen, während umgekehrt formale Systeme durchaus darauf programmiert werden können, in anderen formalen Systeme Gödels Unvollständigkeitstheorem zu entwickeln. »Kein einzelnes Schema, und sei es noch so komplex, kann alle Ordinalzahlen benennen, und daraus folgt, daß kein Algorithmus uns sagen kann, wie wir die Gödelsche Methode auf alle möglichen Arten von formalen Systemen anwenden können. Und wenn man keinen Hang zur Mystik hat, muß man deshalb schließen, daß jedes menschliche Wesen an einem gewissen Punkt einfach an die Grenze seiner eigenen Fähigkeiten zur Gödelisierung erreicht. Von da an werden formale Systeme dieser Komplexität, obgleich zugegebenermaßen wegen Gödels Satz unvollständig, die gleiche Leistungsfähigkeit wie jenes menschliche Wesen besitzen.«⁶³

Lucas' Fehlschluß besteht in seiner Interpretation des Wesens des Gödelschen Unvollständigkeitstheorems: Er deutet die Tatsache, daß Maschinen vom Menschen erbaut (bzw. formale Systeme vom Menschen erdacht worden sind) als Beweis ihrer Inferiorität. Das Geschöpf, so Lucas' Aussage, kann seinen Schöpfer nicht überschreiten. Diese Aussage ist allerdings logisch nicht zu rechtfertigen. Er gibt keinen Beweis an, daß nicht auch dem menschlichen Verstand ein formales System zugrundeliegen kann, und begibt sich bereits aufs Glatteis, wenn er den menschlichen Mathematiker (und damit zugleich die Logik) mit der Maschine vergleicht.

Denn Lucas ist, wie jedes andere menschliche Wesen auch, sprachlichen und logischen Paradoxien wie der des Epimenides unterworfen. Etwa kann der Mathematiker Lucas den Satz »Lucas kann diesen Satz nicht widerspruchsfrei behaupten« nicht widerspruchsfrei behaupten,⁶⁴ was zeigt, daß der Satz eindeutig wahr ist und der Mathematiker Lucas damit notwendig unvollständig.

62 Lucas (s. Anm. 61), S. 48.

63 Hofstadter (s. Anm. 23), S. 510. – Es sei daran erinnert, daß Lucas explizit die notwendige Überlegenheit eines menschlichen *Mathematikers* gegenüber der Maschine nachweisen wollte und die des Menschen an sich lediglich implizit daraus folgt. Der menschliche Mathematiker, so Lucas' These, hat der Maschine das Wissen um deren Unvollständigkeit voraus, ist daher leistungsfähiger und somit der Maschine überlegen. Es ist Lucas, der Leistungsfähigkeit zum Maßstab des Unterschiedes zwischen Mensch und Maschine erhebt.

64 Dieser Einwand wurde von C. H. Whitely in seiner 1962 ebenfalls in der Zeitschrift *Philosophy* erschienenen Entgegnung auf Lucas, *Minds Machines, and Gödel: A Reply to Mr. Lucas*, vorgebracht.

Douglas Hofstadter entgegnet Lucas auf eine provokante und »amüsante Weise«, indem er es in einen Kampf zwischen den Geschlechtern übersetzt: »Bei seinen Wanderungen stößt Luhkaas der Denker auf einen unbestimmten Gegenstand – eine Frau. So etwas hat er noch nie gesehen, und zunächst ist er aufs äußerste entzückt von ihrer Ähnlichkeit mit ihm selbst. Aber dann, während sie ihm auch etwas Angst einflößt, ruft er allen um ihn versammelten Männern zu: ›Seht, ich kann ihr ins Gesicht sehen, was *sie* nicht kann, deshalb können Frauen nie so sein wie ich‹, und so beweist er zu seiner großen Erleichterung die Überlegenheit des Mannes über die Frau, und auch die seiner Freunde. Übrigens beweist das gleiche Argument, daß Luhkaas allen anderen männlichen Wesen ebenfalls überlegen ist – aber darauf weist er sie nicht hin. Dann argumentiert die Frau ihrerseits: ›Ja, du kannst mein Gesicht sehen, etwas das ich nicht vermag – aber ich kann *dein* Gesicht sehen, und das ist etwas, was *du* nicht kannst. Wir sind gleich.‹ Indessen bringt Luhkaas ein unerwartetes Argument vor: ›Tut mir leid, du täuscht dich, wenn du glaubst, du könntest mein Gesicht *sehen*. Was Frauen tun, ist nicht dasselbe; es ist, wie ich bereits gezeigt habe, von kleinerem Kaliber und verdient nicht, beim gleichen Namen genannt zu werden. Man kann es 'frausehen' nennen. Nun ist die Tatsache, daß du mein Gesicht 'frausehen' kannst, ohne Bedeutung, weil die Situation nicht symmetrisch ist. Siehst du das ein?‹ ›Ich frausehe es ein,‹ frauantwortet die Frau und fraugeht von dannen ...«⁶⁵

11.4 GEIST ALS FORMALES SYSTEM

Das Mißverstehen der von Searle als »Chinesisches Zimmer« formulierten Widerlegung des Turingtests als biologistisch wie auch die offensichtliche Unzulänglichkeit der Überlegungen von Lucas ermöglichten der Künstlichen-Intelligenz-Forschung das Verharren in mechanistischen Grundannahmen.

Die mechanistische Metapher bildet bis heute das theoretische Fundament der AI. Bereits Babbage hielt es für »das höchste Ziel für ein denkendes Wesen (...), jene Gesetze des Geistes zu untersuchen, mit deren Hilfe der Intellekt des Menschen vom Bekannten zur Entdeckung des Unbekannten voranschreitet«⁶⁶ und untersuchte die »großen Entdecker der mathematischen Wissenschaft«, um »den Gang ihrer Gedanken beim Hinüberschreiten (...) zu verfolgen und festzustellen, ob man nicht die verschiedenen Künste mittels eines allgemeinen Gesetzes verbinden«⁶⁷, also maschinenimplementierbar machen, könne. Zwar gilt das Bewußtsein und das menschliche Denken den meisten heutigen AI-Forschern als nicht mehr unmittelbar auf ein formales System abbildbar, man meint jedoch in der den Gedankenprozessen zugrundeliegenden neuronalen Struktur ein solches System entdeckt zu haben. Die grundlegenden neu-

⁶⁵ Hofstadter (s. Anm. 23), S. 511.

⁶⁶ Charles Babbage, *Passagen aus einem Philosophenleben* (1864). Mit einem Vorwort von Bernhard J. Dotzler. Berlin: Kadmos, 1999, S. 333.

⁶⁷ Ebd., S. 294.

ronalen Prozesse werden, so die These, im Gehirn mehrfach auf immer höherer Stufe geballt, so daß schließlich Bedeutung entstehe. Dem informalen System liege ein formales zugrunde. Douglas Hofstadter etwa bezeichnet als eine der Hauptthesen seines Buches *Gödel, Escher, Bach*, »daß das Denken in all seinen Aspekten als eine Beschreibung hoher Stufe eines Systems verstanden werden kann, das auf einer tiefen Stufe von einfachen, sogar formalen Regeln beherrscht wird.«⁶⁸ Auf dieser mechanistischen Reduktion des menschlichen Denkens beruht die Vorstellung, man könne einem Computer künstliche Intelligenz einprogrammieren; die neuronale Struktur bildet im Jargon der AI die »Hardware-Ebene«, auf die verschiedene »Software-Ebenen« als Abstraktionsschichten aufsetzen, die zusammen ein »informales System« bilden, aus dem sich im Falle des vernunftbegabten Tieres Mensch dann erst wieder die Fähigkeit entwickelt, selbst formale Systeme zu denken. Diese »Software-Ebenen« unterliegen steter Veränderung, in ihnen schreibt sich die Lebenserfahrung des Individuums ein: »Wenn wir Menschen denken, ändern wir tatsächlich unsere eigenen mentalen Regeln, und wir ändern die Regeln, die die Regeln ändern usw. usw. Das sind aber sozusagen ›Software-Regeln‹. Die ganz unten liegenden Regeln aber ändern sich nicht. Die Neuronen funktionieren die ganze Zeit in der gleichen einfachen Weise.«⁶⁹

Zwar ist sich auch Hofstadter bewußt, »daß die Mathematiker nur mit einfachen und eleganten Systemen arbeiten, Systemen, in denen alles mit äußerster Klarheit definiert ist; das Gehirn aber mit seinen zehn Milliarden oder mehr halb-unabhängigen Neuronen, die sozusagen zufällig miteinander verknüpft sind, (...) etwas völlig anderes [ist]«. ⁷⁰ Da Neuronen sich jedoch nach festen physikalischen Gesetzen verhalten, ist das Substrat aller Gehirnprozesse prinzipiell berechenbar. Hierin sieht die AI ihre theoretische Fundierung; zumindest Hofstadter hofft jedoch in seinem 1979 im amerikanischen Original erschienenen Buch noch, auf die Simulation neuronaler Netze verzichten zu können und erwartet, »daß es wahrscheinlich wichtige Eigenschaften der Intelligenz gibt, die auf völlig anderen Substraten als organischen Gehirnen in Umlauf gebracht werden können«. ⁷¹

In der Tat wäre mit der Simulation eines Gehirns auf neuronaler Ebene auch Intelligenz bloß kopiert und nicht begriffen; in jüngerer Zeit ist allerdings bereits die »schwache« AI⁷² dazu übergegangen, neuronale Netzwerke zu entwickeln. Neuronale Netze gelten momentan als Königsweg zur Schaffung einer künstlichen Intelligenz.

Im Gehirn sind Neuronen netzwerkartig miteinander verknüpft. Sie reagieren auf elektrische oder chemische Reize, die ihnen von anderen

68 Hofstadter (s. Anm. 23), S. 596.

69 Ebd., S. 730.

70 Ebd., S. 596.

71 Hofstadter (s. Anm. 23), S. 610. – »Wesentlich für die Bemühungen der AI-Forschung ist die Vorstellung, daß die Symbol-Ebenen des Geistes von ihrem neuronalen Substrat ›abgeschöpft‹ werden und anderen Medien, z. B. dem elektronischen Substrat von Computern, eingegeben werden können. Wie tief dieses Kopieren des Gehirns reichen muß, ist zur Zeit noch völlig unklar.« (Ebd., S. 611.)

72 Vgl. zum Unterschied zwischen »schwacher« und »starker« AI oben, Kapitel 1.7 auf Seite 57, Anm. 119.

Neuronen zukommen. Wenn die Summe der Eingangsreize einen gewissen Schwellenwert überschreitet, »feuert« das Neuron und regt so unter Umständen weitere Neuronen an, ebenfalls zu »feuern« und das Signal zu verstärken.

Offensichtlich funktionieren neuronale Netze nach einer anderen als der klassischen Logik. John von Neumann, der Gründervater der modernen Rechnerarchitektur, studierte bei deren Entwicklung das menschliche Gehirn und versuchte, einige der bekannten Vorgänge im Gehirn zu imitieren. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Architekturen liegt für von Neumann in der Funktionsweise des je zugrundeliegenden logischen Systems: »Schließlich ist die im Nervensystem verwendete Darstellungsart notwendigerweise statistischer Natur. Bedeutsam sind nicht die genauen Positionen bestimmter Markierungen oder Ziffern, sondern ihrer statistischen Charakteristiken, d. h. die Frequenzen periodischer oder fast-periodischer Impulsfolgen usw. Demnach scheint das Nervensystem ein Darstellungssystem zu verwenden, das sich von den uns aus der gewöhnlichen Arithmetik und Mathematik bekannten Systemen völlig unterscheidet: Statt des präzisen Markierungssystems, bei dem die Position (...) jeder Markierung entscheidend für die Interpretation der Nachricht ist, haben wir hier ein Bezeichnungssystem, bei dem die Bedeutung durch statistische Eigenschaften übertragen wird. Dadurch wird zwar ein geringerer arithmetischer Genauigkeitsgrad, jedoch auch ein höherer Grad logischer Zuverlässigkeit erreicht.«⁷³

Neuronale Netze können so komplexe Muster *lernen*, ohne daß die diesen Mustern zugrundeliegenden Regeln zuvor einprogrammiert wurden. Daß keine Abstraktion über die zugrundeliegenden Regeln stattfindet, bedeutet jedoch im Umkehrschluß zugleich, daß im Nachhinein nicht die den Lernerfolg begründende Logik aus dem neuronalen Netz extrahiert werden kann.

Prinzipbedingt sind heutige Computer, die auf der Von-Neumann-Architektur beruhen, nicht zu massiv paralleler Datenverarbeitung geeignet, die in der neuronalen Struktur des menschlichen Gehirns jedoch offensichtlich vorherrscht.⁷⁴ Wenn das menschliche Gehirn jedoch grundlegend als formales System betrachtet werden kann, dann

73 John von Neumann, *Die Rechenmaschine und das Gehirn*. München: Oldenbourg, 1960, S. 74 f.

74 Dieses Problem hat ebenfalls bereits von Neumann erkannt. Die in den 1950er Jahren aktuellen Rechenmaschinen mit dem menschlichen Gehirn vergleichend, merkt er an, daß die künstlichen logischen Gatter zwar schneller als die menschlichen Neuronen sind, dieses aber durch höhere Dichte der »natürlichen Bausteine« mehr als aufgewogen wird. »Die gleichen Verhältniszahlen zeigen, daß sich die natürlichen Bausteine für Automaten mit einer größeren Anzahl langsamerer Elemente, die künstlichen Bausteine dagegen für Systeme mit weniger, jedoch schnelleren Elementen eignen. Von einem gut organisierten, großen natürlichen Automaten (wie dem menschlichen Nervensystem) kann folglich erwartet werden, daß er soviel wie möglich *gleichzeitig* aufnimmt und *gleichzeitig* verarbeitet, wohingegen ein gut organisierter künstlicher Automat (wie eine große, moderne Rechenmaschine) eher in Serie arbeiten wird. Große und gut organisierte natürliche Automaten werden daher wahrscheinlich in großem Maße parallel arbeiten, während große und gut organisierte künstliche Automaten mehr zum Serienbetrieb tendieren werden.« (Ebd., S. 53.)

kann es, gemäß der Turing-Universalität, von jedem anderen Turing-vollständigen System simuliert werden, unabhängig davon, ob dieses selbst parallel oder seriell arbeitet.

So wurden bereits seit Beginn der 1960er Jahre sogenannte *konnektionistische Modelle* alternativ zum vorherrschenden »kognitivistischen Modell«, das eine grundlegende Übereinstimmung zwischen Geist und Computerprogramm postuliert, entwickelt. Der Computer wurde von den Konnektionisten zur Nachbildung neuronaler Strukturen des menschlichen Gehirns eingesetzt. Einer der ersten Konnektionisten war Frank Rosenblatt, der 1957 mit den sogenannten *Perceptrons* ein einfaches Neuronenmodell entwickelte, das davon ausging, daß Wissen in plastischen Strukturen abgebildet wird und nicht in Symbolketten.⁷⁵ Rosenblatts Modell wiesen Marvin Minsky und Seymour Papert 1969 nach, daß die *Perceptrons* einerseits auf »hidden units« beruhen mußten und andererseits bestimmte logische und geometrische Probleme nicht zu lösen vermögen.⁷⁶ Obwohl diese Kritik nur auf Rosenblatts *Perceptrons* zutraf, nicht jedoch auf komplexer strukturierte neuronale Netze, wurden die konnektionistischen Ansätze bis zur Mitte der 1980er Jahre an den Rand gedrängt.⁷⁷ Weiterentwickelt wurden die künstlichen neuronalen Netzwerke von John J. Hopfield⁷⁸, und die nach ihm benannten *Hopfield-Netze*, die erstmals einen bidirektionalen Informationsfluß ermöglichten, bilden bis heute eine wichtige Grundlage vieler Bestrebungen der *Neuroinformatik*, die versucht, neuronale Netze computergestützt zu simulieren. Während ein menschliches Gehirn aus etwa 10 bis 100 Milliarden Neuronen besteht, sind gegenwärtige Softwareimplementierungen auf einige hundert Neuronen beschränkt. In Hardware implementierte künstliche neuronale Netze erreichen derzeit eine Anzahl von 30 000 Neuronen, was die von Schnecken, deren Gehirne auf ca. 20 000 Neuronen aufbauen, bereits überschreitet. Zudem wird mit biologischen Lösungen experimentiert: Thomas DeMarse von der University of Florida entnahm dem Gehirn einer Ratte ungefähr 25 000 Nervenzellen und kultivierte sie in einer Petrischale. Die Zellen begannen in der Nährlösung allmählich synaptische Verbindungen aufzubauen; über 60 Elektroden wurden sie mit einer Computersimulation eines Kampfflugzeugs verbunden. Nach einiger Zeit soll das neuronale Netz die Fluglage stabil gehalten haben können.⁷⁹

In der reduktionistischen Betrachtungsweise der AI erscheint der

75 Frank Rosenblatt, "The Perceptron. A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain." In: *Psychological Review* 65.6 (1958), pp. 386–408; vgl. auch idem, *Principles of Neurodynamics. Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms*. Washington: Spartan Books, 1961.

76 Marvin Minsky and Seymour Papert, *Perceptrons. An Introduction to Computational Geometry*. 2nd ed. Cambridge, Mass.: MIT-Press, 1988.

77 Vgl. Zimmerli und Wolf, »Einleitung« (s. Anm. 6), S. 16.

78 John J. Hopfield, "Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities." In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 79. 1982, pp. 2554–2558.

79 Vgl. *UF Scientist: "Brain" in a Dish Acts as Autopilot, Living Computer*. Pressemitteilung der University of Florida. 2004. URL: <http://www.napa.ufl.edu/2004news/braindish.htm> (besucht am 07.07.2005).

Mensch letztlich als ein formales System⁸⁰, das entsprechend der Turing-Universalität von einem Computer emuliert werden könnte. Artificielle Intelligenz scheint in instrumenteller Vernunft befangen. Selbst Douglas Hofstadter vermag trotz seines selbstreflexiven Ansatzes die Zweckrationalität nicht gedanklich zu überschreiten. So beschreibt er etwa einen Hund, der einen Knochen erreichen will, von dem er jedoch durch einen Zaun getrennt wird. Etwa fünfzehn Meter vom Knochen entfernt befindet sich ein Loch im Zaun. Um zum Knochen zu gelangen, muß der Hund also ein paar Meter vom direkten Weg abweichen. Die Lösung dieses simplen »Knochen-Hund-Problems« stellt für Hofstadter ein allgemeines Modell für *sämtliche* Arten von Problemlösungsstrategien dar: »In einem gewissen Sinn sind alle Probleme abstrakte Spielarten des Hund-und-Knochen-Problems.«⁸¹

Das Allgemeine wird von der AI nicht gedacht. Zwar ist auch für Hofstadter Kunst mehr als ein simples formales System und Ästhetik geht ihm in bloßer Syntax nicht auf. Musik etwa könne nur im Ganzen des Ichs begriffen werden. Das Ich aber wird als Entität betrachtet, als Monade, die sich nicht überschreitet und wenn auch nicht als einfaches, so doch als einigermaßen komplexes formales System gedacht werden kann. »Warum ist eine Musik soviel tiefer und schöner als eine andere? Das kommt daher, daß die Form unserer Musik ausdrucksvoll ist, ausdrucksvoll in seltsamen unbewußten Regionen unseres Geistes. Die Klänge der Musik (...) lösen in unserem Innersten Wolken von Empfindungen aus. In diesem Sinne *ist* die musikalische Bedeutung auf unfaßbare Verbindungen von den Symbolen zu den Dingen angewiesen – die ›Dinge‹ sind in diesem Fall geheime Softwarestrukturen in unserem Gehirn. Aus einem so einfachen Formalismus wie einer ATN-Grammatik kann keine große Musik entstehen. (...) Im Prinzip haben alle ATN-Grammatiken die gleiche Leistungsfähigkeit wie jeder andere Programmierungsfomalismus; wenn also die Bedeutung der Musik überhaupt irgendwie zu fassen ist (und ich glaube, daß das möglich ist), kann sie in einer ATN-Grammatik gefaßt werden. Gewiß. Aber, so behaupte ich, in diesem Fall definiert die Grammatik nicht einfach musikalische Strukturen, sondern sämtliche geistigen Strukturen des Hörers. Die ›Grammatik‹ wird eine vollständige Grammatik des Denkens sein, nicht einfach eine Grammatik der Musik.«⁸²

80 Weizenbaums Einwand, eine Reduktion des menschlichen Geistes auf ein formales System sei prinzipiell unzulässig, da der Mensch dieses zugleich überschreite und immer auch mehr sei, trifft hier nicht. Hofstadter beispielsweise betrachtet den Menschen zunächst als ein formales System, wie auch eine Fliege oder selbst ein Einzeller eines ist, d. h. auf bio-physikalischer Ebene. Erst auf der Basis dieses formalen Systems erhebe sich der Mensch wie die Fliege wie der Einzeller zu mehr, im Falle des Menschen etwa auch zu einem Wesen mit der Fähigkeit, bestimmte Verrichtungen planmäßig auszuführen. Hofstadter begreift den Menschen aber gar nicht auf dieser hohen, im eigentlichen Sinne menschlichen Ebene als formales System, sondern auf einer viel tiefer liegenden. In der Frage, ob nicht auch höher liegende Bereiche als formales System dargestellt werden können, ist Hofstadter allerdings widersprüchlich, wie im folgenden ausgeführt wird.

81 Hofstadter (s. Anm. 23), S. 652.

82 Hofstadter (s. Anm. 23), S. 667. – Ein *Rekursives Transitionsnetzwerk* (RTN) ist eine schematische Darstellung eines Algorithmus. Es zeigt verschiedene Wege, denen man

Mit der Anthropomorphisierung der Maschine geht die Maschinisierung des Menschen einher. Die AI denkt den Menschen als Cyborg, als kybernetischen Organismus. Psychologie verkommt zur Frage, wie Datenstrukturen »verrutschen« können. Donald Norman, ein Psychologe am MIT, der im AI-Umfeld arbeitete, vertritt etwa die These, daß Fehlleistungen von Menschen von derselben Art sind wie Fehler, die Maschinen unterlaufen. Gegensätzliche Begriffe werden im Computer oftmals durch das gleiche Symbol repräsentiert, dem nur unterschiedliche Vorzeichen vorangestellt sind: heiß = –kalt. Nach Norman zeigt sich daran, daß Menschen oftmals das Gegenteil von dem, was sie sagen wollten, aussprechen, daß die evolutionäre Entwicklung des Gehirns zu einer effizienten Form der Datenspeicherung analog moderner Programmieretechniken geführt hat. Wenn der Parlamentspräsident eine Sitzung zu Beginn für geschlossen, statt für geöffnet erklärt, dann ist dies keine Fehlleistung im Freudschen Sinne⁸³, sondern liegt einfach in der begrifflichen Nähe des Gegensatzpaares »geöffnet – geschlossen« begründet. Hofstadter schließt sich Normans Auffassung an, wenn er vermutet, daß, da dieses »Verrutschen (...) meistens (...) ganz ohne bewußte Führung vor sich zu gehen [scheint], (...) die Beobachtung, Dinge welcher Art verrutschen und welche es nicht tun, ein gutes Fenster für Einblicke in das Unbewußte abgeben.«⁸⁴ Diese Fähigkeit, zu »verrutschen«, wird von ihm als Bedingung von Kreativität angesehen.⁸⁵ Im Fortgang seiner Argumentation setzt er dann⁸⁶ das Unbewußte mit der Intuition gleich und vermutet, daß diese Fähigkeit, kreativ zu »Verrutschen« »sehr nah am Kern der ›reinen‹ Intelligenz« liegt. Hofstadter geht es um eine »Mechanisierung der Kreativität«: »Kreativität ist die Essenz dessen, was *nicht* mechanisch ist. Und doch *ist* jeder kreative Akt mechanisch – es gibt genauso eine Erklärung dafür wie für einen Schluckauf. Das mechanische Substrat der Kreativität ist vielleicht verborgen, aber es existiert. Umgekehrt gibt es in flexiblen Programmen, sogar heute schon, etwas Unmechanisches. Das ist vielleicht noch nicht kreativ, aber wenn Programme für ihren Schöpfer aufhören transparent zu sein, dann hat man einen ersten Schritt in Richtung auf die Kreativität getan.«⁸⁷

Nach Auffassung der AI kann also Intelligenz erzeugt werden, indem die Menschmaschine Begriffe entwickelt, die sie in die Nähe von anderen legt. Da auch Gegensätze sich nahe stehen, können so auch scheinbar weit entfernte Begriffe eng beieinander liegen. Das mache Kreativität möglich

zur Erledigung einer Aufgabe folgen kann, und kann sich auf diesen Wegen selbst rekursiv aufrufen. *Ausgebaute Transitionsnetzwerke* (ATN) integrieren mehrere Rekursive Transitionsnetzwerke. Wenn Hofstadter eine Grammatik des Denkens in einem ATN darzustellen hofft, erwartet er, das Denken algorithmisch fassen zu können.

83 Vgl. Sigmund Freud, *Vorlesungen zur Einführung in die Psychoanalyse* (1916–1917). In: Ders., *Studienausgabe*. Bd. I: *Vorlesungen zur Einführung in die Psychoanalyse Und Neue Folge*. Hrsg. von Alexander Mitscherlich, Angela Richards und James Strachey. Frankfurt am Main: Fischer, 2000, S. 33–445, S. 57.

84 Hofstadter (s. Anm. 23), S. 685.

85 Ebd., S. 697 ff.

86 Ebd., S. 704 f.

87 Ebd., S. 717.

und ermögliche es der Menschmaschine, auf unvorhergesehene, das heißt noch nicht algorithmisch abgedeckte Ereignisse zu reagieren bzw. bereits vorhandene Verhaltensweisen auch auf überraschende Weise zu modifizieren.

11.5 DIALEKTISCHES DENKEN

Während die AI so einerseits im mechanistischen Denken befangen bleibt, führen die Überlegungen zu Selbstreflexivität sie andererseits in den Bereich dialektischen Denkens. Die AI wird sich so zumindest partiell ihres menschlichen Bestimmungsgrundes gewahr und potentiell in die Lage versetzt, ihre Herkunft aus zwanghafter Naturbeherrschung zu überschreiten. Dies werde ich im folgenden an den Ausführungen Douglas Hofstadters zeigen.

Ich habe bereits oben in diesem Kapitel (Anm. 51 auf Seite 401) hingewiesen auf die strukturelle Ähnlichkeit von Gödels Ansatz sowohl mit Georg Lukács' und Karl Korschs Versuchen, die materialistische Geschichtsauffassung auf die materialistische Geschichtsauffassung selbst anzuwenden, als auch mit Theodor W. Adornos und Max Horkheimers Selbstaufklärung der Aufklärung in der *Dialektik der Aufklärung*.⁸⁸ Dialektisches Denken entsteht, wenn der Mensch beginnt, sich und seine Geschichte selbst zu denken. Der Gegensatz zwischen Subjekt und Objekt ist nicht mehr aufrechtzuerhalten, wenn das erkennende Subjekt selbst zum Objekt seiner Erkenntnis wird. Beobachter und Beobachtetes fallen begrifflich zusammen und bilden eine Einheit. Das Denken wird als sich selbst entwickelnder Prozeß begriffen; der Entwicklungsprozeß des Denkens aber ist das Denken selbst, das in der dialektischen Reflexion schließlich zu sich selbst findet. Hegel schrieb eine *Geschichte der Philosophie*, die den Entwicklungsgang des menschlichen Geistes in seiner inneren Notwendigkeit darzustellen versuchte, mithin die einzelnen Philosophien als Erscheinungen der allgemeinen Entwicklung des Denkens auffaßte und somit die Form einer *Phänomenologie des Geistes* hatte und, insofern sie sich selbst innerhalb der Notwendigkeit der geschichtlichen Entwicklung wußte und verortete, zugleich eine allgemeine *Philosophie der Geschichte* war. Dialektisches Denken, das den Entwicklungsprozeß seines Gegenstands reflektiert, ist historisches Denken und denkt neben der Genese auch immer noch den menschlichen Bestimmungsgrund mit.⁸⁹

88 Karl Korsch, *Marxismus und Philosophie* (1923). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 3: *Marxismus und Philosophie. Schriften zur Theorie der Arbeiterbewegung 1920–1923*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1993, S. 299–367; Georg Lukács, *Geschichte und Klassenbewußtsein* (1923). Neuwied und Berlin: Sammlung Luchterhand, 1970; Horkheimer und Adorno (s. Anm. 1).

89 Karl Korsch nannte Hegel denn auch den Vorläufer einer »exakten *Empirie des denkenden und handelnden Subjekts*«, dessen Philosophie (außer im Marxismus) insbesondere im amerikanischen Pragmatismus und Behaviorismus fortgesetzt werde. »Hegel ist am weitesten hinausgekommen über jene *Robinsonade der Wissenschaftstheorie*, die für das ganze gegenwärtige bürgerliche Zeitalter so charakteristisch ist und die darin besteht, das Subjekt der Wissenschaft als ein *einziges Individuum* aufzufassen. Es macht hier keinen großen Unterschied, ob man dabei an einen wirklichen irdischen Robinson denkt, wie

Die Mathematik im Allgemeinen und die Arithmetik im Besonderen sind Formen des menschlichen Denkens. Selbstreflexiv auf sich angewendet, muß die Mathematik sich sogleich transzendieren: Sich selbst Gegenstand zu sein, etwas zu sein, was man zugleich nicht ist, ist in zweiwertiger mathematischer Logik nicht ausdrückbar. Eines der Grundaxiome der formalisierten Arithmetik ist es ja gerade, daß entweder eine Aussage oder ihre Negation wahr sein müssen: *tertium non datur*, ein drittes gibt es nicht.⁹⁰ Die moderne Naturwissenschaft begreift sich als historisches Werden. Dem Gödelschen *G* kommt genau die Eigenschaft zu, kein Satz zu sein; innerhalb des formalen Systems kann nicht über seine Wahrheit entschieden werden. Zweiwertige Logik schlägt in dreiwertige um, die Mathematik überschreitet sich selbst in Richtung dialektischen Denkens. Die in das formale System injizierte Aussage, der Satz, der behauptet, kein Satz zu sein, überschreitet das formale System und enthüllt es als ein im Prozeß des Werdens begriffenes. Der Gödelsche Satz *G* ist ein dialektischer Satz; das Unvollständigkeitstheorem drückt aus, daß auch die Mathematik ihren menschlichen Grund hat und daher historisch zu begreifen ist; sie geht in sich selbst nicht auf.

Angenommen, das Gehirn sei ein formales System, dann ist es, egal wie komplex es ist und unabhängig davon, ob wir in der Lage sind, *G* in ihm zu formulieren, notwendig unvollständig. Gödel selbst interpretierte sein Theorem so, daß der menschliche Verstand unfähig sei, alle seine mathematischen Intuitionen zu formulieren (bzw. zu mechanisieren).⁹¹ Wenn der Verstand einige von ihnen formuliert hat, führt dies möglicherweise zu neuem intuitivem Wissen; jedem formalen System geht notwendig etwas voraus.

Das Gehirn kann nicht allein aus seinem Ist-Zustand heraus verstanden werden, sondern muß als Prozeß des Werdens begriffen werden, bis hinab in seine zelluläre Struktur. Das Gehirn entwickelt sich nur, indem es zugleich Bedeutung produziert – das Verhältnis Körper und Geist kann nicht dualistisch, sondern muß dialektisch gefaßt werden. Jener ist das,

etwa John Stuart Mill, wenn er sagt: »Wenn es nur ein vernünftiges Wesen auf der Welt gäbe, so würde dieses Wesen ein vollkommener Logiker sein«, oder ob man mit Kant ein *transzendentes Bewußtsein überhaupt* zum Subjekt der theoretischen Erkenntnis macht. Demgegenüber ist der Philosoph Hegel zwar noch nicht zu der materialistischen Einsicht durchgedrungen, daß das *wirkliche Subjekt der Wissenschaft nur die Wissenschaft selbst in ihrer geschichtlichen Entwicklung* als ein realer Bestandteil der der jeweils auf der Basis einer bestimmten materiellen Produktionsweise bestehenden und sich entwickelnden *Gesellschaft* ist. Aber Hegel ist doch wenigstens bis zu dem imaginären idealistischen Negativ einer solchen Anschauung vorgedrungen. Darin besteht der profane irdische Kern seines mystischen, sich selbst bestimmenden, außer sich gehenden und in sich zurückkehrenden, zuletzt alles Sein und Nichts, alle Entwicklung und alle Auflösung, alles Gedachte und Ausgeführte und das ausführende Denken in sich bewahrenden Begriffs.« (Karl Korsch, »Der Empirismus in der Hegelschen Philosophie« (1931). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996, S. 473–498, S. 497 f.)

⁹⁰ In mathematischer Notation: $\neg p \vee p$.

⁹¹ Vgl. Hao Wang, *From Mathematics to Philosophy*. New York: Humanities Press, 1974, S. 324.

was er zugleich nicht ist: Geist; und dieser ist das, was er doch nicht ist: Körper. Bei der Betrachtung eines formalen Systems sieht der Mensch zugleich sich selbst als dessen Ursprung. Betrachtet man das Gehirn, das doch den Menschen erst konstituieren soll, so muß man zugleich eingestehen, daß das Gehirn ebenso durch den Menschen konstituiert wird. Zu seinem Verständnis muß seine Genese betrachtet werden, und das heißt, daß es nur aus der individuellen wie gattungsgeschichtlichen Evolution zu begreifen ist. Da der Mensch aber wesentlich ein gesellschaftliches Wesen ist, schreibt sich dergestalt das Allgemeine individual- wie gattungsgeschichtlich in den Einzelnen ein. Die Gehirnstruktur ist als entwickelte und sich entwickelnde zu begreifen, das Gehirn mithin auch auf niedrigster Ebene, in seiner neuronalen Struktur, untrennbar mit Bedeutung verknüpft. Es findet seinen Ursprung in sich selbst und kann nicht ontologisch vorausgesetzt werden. Der Mensch ist nicht einfach aus- und wieder anschaltbar, sein Tod ist unumkehrbar, und es ist unmöglich, auf der gestorbenen Gehirnstruktur neue Bedeutung zu verankern. Damit wäre zugleich das begriffen, was man gemeinhin die »Seele« des Menschen nennt.

Diese Dialektik ist zwingend, und auch Hofstadter ist dieser Auffassung, wenn sie auch in deutlichem Gegensatz zu seinen sonst mechanistischen Grundannahmen steht. Er *spürt* diese Dialektik, die er jedoch nicht als solche benennt, sondern zu »Seltsamen Schleifen« verklärt. Gödels Theorem bildet für ihn den Musterfall einer solchen »Seltsamen Schleife«, die er überall entdeckt, etwa in der Kunst (besonders bei M. C. Escher) und in der Musik (bei J. S. Bach). Überall dort, wo »wir uns durch die Stufen eines hierarchischen Systems nach oben (oder nach unten) bewegen und uns dann unerwartet wieder genau an unserem Ausgangspunkt befinden«⁹², erkennt Hofstadter »verwickelte Hierarchien«; diese bilden den Zusammenhalt zwischen den verschiedenen, immer wiederkehrenden Motiven seines Buches »Gödel, Escher, Bach«. Er entdeckt sie auch in der Sprache⁹³, der Genetik⁹⁴ und in der Gesellschaft⁹⁵ und vermutet

92 Hofstadter (s. Anm. 23), S. 12.

93 »Wo andererseits die Sprache tatsächlich Seltsame Schleifen erzeugt, geschieht das, wenn sie – direkt oder indirekt – über sich selbst spricht. Hier springt etwas *im* System heraus und wirkt *auf* das System ein, als wäre es *außerhalb* des Systems.« (Ebd., S. 736.)

94 Vgl. ebd., S. 550 ff., besonders 570 ff. – Hofstadter glaubt eine direkte Entsprechung zu Gödels Theorem in der Aussage »Es ist immer möglich, einen DNS-Strang zu entwerfen, der, in eine Zelle injiziert, die Herstellung von Proteinen veranlassen würde, welche die Zelle (oder die DNS) zerstören würden, und deshalb in der Nicht-Reproduktion von DNS resultieren würde« (ebd., S. 571) gefunden zu haben. »Es ist eine Art Selbstmord oder, wenn man so will, ein Epimenides-Satz auf der Molekularstufe.« (Ebd.)

95 Daß er sie dort findet, ist natürlich nicht wirklich überraschend; die Dialektik von Herrschaft und Knechtschaft, die er am Beispiel des Watergates-Skandals entwickelt, aber doch recht aufschlußreich. Präsident Nixon hatte angekündigt, nur einem legitimen Urteil des Obersten Gerichtshofs Folge zu leisten, sich selbst aber die Definitionsmacht über die Legitimität zugesprochen. »Was aber geschieht, wenn es keinen höheren Gerichtshof gibt, und wenn der Oberste Gerichtshof sich selbst in juristische Schwierigkeiten verstrickt? Verwirrungen dieser Art gab es in der »Watergate«-Affäre. (...) Wenn man einmal so mit dem Kopf gegen die Decke gestoßen ist, die einen nicht aus dem System hinaus zu einer noch höheren Autorität springen läßt, bietet sich ironischerweise die einzige Rettung bei Kräften an, die weniger gut durch Regeln definiert sind, aber ohnehin die einzige Quelle

ihre Allgemeingültigkeit. Ein Beispiel des Versuchs, »Gödels Satz als (...) Metapher, als eine Inspirationsquelle« zu verwenden und so diesen »und das menschliche Denken zu verbinden«, ist für ihn »das Problem, daß man sich nach seiner eigenen geistigen Gesundheit fragt. Wie können Sie herausfinden, ob Sie geistig gesund sind? Dies ist gewiß eine Seltsame Schleife.«⁹⁶ Ganz gewiß ist dies eine typische Fragestellung, die zu dialektischen Reflexionen führt. Nachdem er zeigt, daß die Naturwissenschaften des 20. Jahrhunderts den Dualismus zwischen Subjekt und Objekt, zwischen Beobachter und Beobachtetem, zugunsten einer dialektischen Betrachtungsweise aufgegeben haben, geht Hofstadter sogar soweit, daß er eine neue »Phänomenologie des Geistes« (ohne freilich der Hegelschen gewahr zu sein) als Forschungsprogramm fordert: »Schritt für Schritt, unaufhaltsam, hat sich die ›westliche‹ Wissenschaft der Erforschung des menschlichen Geistes, das heißt des Beobachters, zugewendet. Auf diesem Wege ist AI-Forschung bis jetzt der größte Schritt. Bevor AI auf den Plan trat, gab es zwei wichtige ›Probeläufe‹, die die seltsamen Folgen der Mischung von Subjekt und Objekt in der Wissenschaft zeigten. Der eine war die durch die Quantenmechanik ausgelöste Revolution und die daraus sich ergebenden epistemologischen Probleme der Interferenz von Beobachter und beobachtetem Objekt. Der andere war die Vermischung von Subjekt und Objekt in der Metamathematik, angefangen mit Gödels Satz und weiter durch all die anderen einschränkenden Sätze, die wir beschrieben haben. *Vielleicht wird der nächste Schritt auf dem Wege zur AI der sein, daß man die Wissenschaft auf diese selbst anwendet: Wissenschaft, die ihr eigener Forschungsgegenstand ist.*«⁹⁷

Zugleich mit seiner Begründung einer dialektischen Theorie des Selbst hält Hofstadter jedoch in einem bemerkenswerten Akt des Glaubens an seinen mechanistischen Grundannahmen fest. Während er einerseits Kreativität »und schließlich auch Bewußtsein und freien Willen« als »auf einer Art Seltsamer Schleife« beruhend erklärt, »bei der die oberste Stufe auf die unterste zurückgreift und auf sie einwirkt, wobei sie gleichzeitig durch die unterste Stufe bestimmt ist«, Bewußtsein also »eine sich selbst verstärkende ›Resonanz‹ zwischen verschiedenen Stufen« sei und »das Selbst (...) in dem Augenblick [entsteht], in dem es fähig ist, sich selbst zu reflektieren«, beharrt er andererseits explizit auf einem naturwissenschaftlichen Reduktionismus (mithin also auf dem Subjekt-Objekt-Dualismus). Eine reduktionistische Erklärung des Geistes müsse jedoch, »um verständlich zu sein«, »weiche« Begriffe wie Stufen, Abbildungen und Bedeutungen heranziehen: »Grundsätzlich zweifle ich nicht daran, daß es eine vollständig reduktionistische, aber unverständliche Erklärung

der Regeln höherer Ordnung darstellen: die Regel niedrigerer Stufe, was in diesem Fall bedeutet: die allgemeine Reaktion der Gesellschaft. Man tut gut daran, sich zu erinnern, daß in einer Gesellschaft wie der unseren das Rechtssystem in einem gewissen Sinn eine höfliche Geste ist, die Millionen von Menschen kollektiv gewährt haben – und es kann genauso leicht außer Kraft gesetzt werden wie ein Fluß, der seine Ufer überschwemmt.« (Hofstadter (s. Anm. 23), S. 737 f.)

⁹⁶ Hofstadter (s. Anm. 23), S. 742 f.

⁹⁷ Ebd., S. 744 f. – Hervorhebung von mir, O. H.

des Gehirns gibt; die Schwierigkeit liegt darin, wie man sie in eine Sprache übersetzen kann, die wir selbst ergründen können.«⁹⁸ Mit anderen Worten: Da er an das reduktionistische Weltbild der Naturwissenschaften (das nur als wahr gelten läßt, was sich innerhalb eines formalen Systems darstellen läßt, mithin selbst zumindest ideell ein einziges formales System darstellt und somit prinzipiell Gödels Satz unterworfen ist) glaubt, unterstellt er dem Menschen, selbst unvollständig zu sein. Das aber impliziert einen Schöpfer und endet in Theologie (im Falle Hofstadters im Zen-Buddhismus). Letztlich erweist sich auch hier die Spaltung in »zwei Kulturen« – mithin die strukturelle Weigerung noch der kritischen Intellektuellen, mit kritischen Naturwissenschaftlern in einen Diskurs zu treten – als fatal. Die Hegelsche Dialektik ist Hofstadter vollkommen unbekannt, und er flüchtet in einen Mystizismus. Bloß subjektive, instrumentelle Vernunft muß sich selbst überschreiten, entweder verdrängt in neuer Mystik oder sublimiert in dialektischem Denken. »Gödel, Escher, Bach« zeigt, daß der Mensch in beide Richtungen fortschreiten kann, beide Entwicklungslinien sind in Hofstadters Denken angelegt.

So nimmt er in spekulativer Vorausschau auf ein zukünftiges, intelligentes Computerprogramm seine mechanistischen Grundannahmen implizit zurück, wenn er schreibt, bei Betrachtung dieses Programms hätten »die Wörter ›Programm‹ und ›Computer‹ zu ausgeprägt mechanistische Nebenbedeutungen«⁹⁹ und er sie um nur der Gewohnheit willen auch bei diesen Betrachtungen beibehalte. Seine Äußerungen zu diesem von ihm imaginierten Computerprogramm zeigen deutlich, daß dieses längst nicht mehr als Algorithmus denkbar ist, also als eine von der Logik des Fließbands übernommene, zwingende, zu jedem Zeitpunkt klar definierte Abfolge von Arbeitsschritten, sondern längst in die Freiheit entlassen wurde, die Logik der Industriegesellschaft transzendierend. Über die mögliche Fähigkeit, *schöne* Musik zu komponieren, schreibt Hofstadter etwa: »Musik ist die Sprache der Gefühle, und bis Programme so komplexe Empfindungen haben wie wir, gibt es keine Methode, nach der ein Programm etwas Schönes schreiben kann. (...) Zu denken (...), daß wir bald imstande sein werden, einer für zwanzig Dollar erstandenen, vorprogrammierten massenproduzierten Tischmodell-›Musicbox‹ aus dem Versandhaus den Auftrag geben zu können, aus ihren sterilen Schaltkreisen Stücke zu produzieren, die Chopin oder Bach hätten schreiben können, wenn sie länger gelebt hätten, ist eine groteske und beschämende Fehleinschätzung der Tiefe des menschlichen Geistes. Ein ›Programm‹, das Musik erzeugen könnte, wie jene es taten, müßte allein auf der Welt herumirren, sich seinen Weg durch das Labyrinth des Lebens erkämpfen und jeden Augenblick erfühlen. Es müßte die Freude und die Einsamkeit in einem eisigen Nachtwind verstehen, die Sehnsucht nach einer geliebten Hand, die Unzugänglichkeit einer fernen Stadt, das gebrochne Herz und die Regeneration nach dem Tod

98 Ebd., S. 756. – Hervorhebung von Hofstadter.

99 Ebd., S. 721.

eines Menschen. Es müßte Resignation erfahren haben und Weltschmerz, Kummer und Verzweiflung, Vorsehung und Sieg, Frömmigkeit und Ehrfurcht.«¹⁰⁰

Solche Emotionen seien nicht einprogrammierbar – ein derartiges Vorhaben findet er geradezu »lächerlich« – sondern »Nebenprodukt ihrer [der Maschinen, O. H.] Struktur, der Art wie sie organisiert sind«¹⁰¹; auch werde ein solcher denkender Computer vielleicht nie imstande sein, besser und schneller zu rechnen als wir. Auf einem klar definierten formalen System würde sich in verschiedenen Schichten ein informales System erheben, daß keinerlei direkte Verbindungen mehr zur algorithmischen Basis hätte. »Die Maschine würde aus zwei getrennten Teilen bestehen: einem zuverlässigen, aber denkunfähigen und einem intelligenten, aber fehlbaren Teil.«¹⁰² Diese Maschine wäre demzufolge auch nicht »superintelligent«, sondern vermutlich ganz einfach »andersintelligent«, da sie einen anderen Zugang zur Welt hätte und Intelligenz aus der spezifischen Weltauffassung des Individuums entstehe. »Wahrscheinlich werden die Unterschiede zwischen AI-Programmen und Menschen größer sein als die Unterschiede zwischen den meisten Menschen. Die Vorstellung, daß der ›Körper‹, dem ein AI-Programm innewohnt, es nicht entscheidend beeinflusst, ist beinahe unmöglich. Wenn es also nicht eine erstaunlich getreue Wiedergabe des menschlichen Körpers besäße (und warum sollte es?), hätte es wahrscheinlich völlig andere Ansichten, was wichtig, was interessant ist usw. Wittgenstein machte einmal die amüsante Bemerkung: ›Wenn ein Löwe sprechen könnte, würden wir ihn nicht verstehen.‹«¹⁰³

Und auch der Begriff »Verständnis« erfährt eine Umwertung. Als verstanden gilt nicht länger mehr nur, was sich in Form eines Algorithmus ausdrücken läßt, sondern ist etwas, daß auch intuitiv vor sich geht. Daß Vernunft in instrumentellem Denken nicht aufgeht, ist zwar nicht explizit dar-, aber doch implizit angelegt, wenn Hofstadter Verständnis mit Intuition koppelt, die ja in ihrer Genese an Erfahrung, also Auseinandersetzung mit der Welt, gekoppelt ist. Daß etwa Musik bei verschiedenen Menschen ähnliche Gefühle hervorzurufen vermag, verweist auf eine gemeinsame Erfahrungsgrundlage, mithin auf das Allgemeine. Die AI, die ihr Geschöpf in die Freiheit entläßt, findet zurück zu ihrem menschlichen Grund und eröffnet die Perspektive auf eine Versöhnung des Menschen mit seiner Natur. »Versteht man Bach wirklich, wenn man ihn auseinandergenommen hat, oder hat man ihn damals verstanden, als wir ein solches Gefühl der Heiterkeit in jedem Nerv unseres Körpers verspürten. Verstehen wir, warum die Lichtgeschwindigkeit in jedem Bezugsrahmen konstant ist? Wir können die dazugehörigen mathematischen Berechnungen ausführen, aber eine wirklich relativistische Intuition hat niemand auf der ganzen Welt. Und wahrscheinlich

100 Hofstadter (s. Anm. 23), S. 721.

101 Ebd.

102 Ebd., S. 722.

103 Hofstadter (s. Anm. 23), S. 724. – Die zitierte Stelle findet sich in Ludwig Wittgenstein, *Philosophische Untersuchungen*. 3. Aufl. Frankfurt am Main, 1987, S. 358.

wird niemand jemals die Geheimnisse der Intelligenz und des Bewußtseins intuitiv verstehen. Jeder von uns kann *Menschen* verstehen, und sehr viel weiter wird man wohl mit diesem Problem nicht kommen.«¹⁰⁴ Damit aber wird der spätestens seit Aristoteles in der Idee eines künstlichen Menschen verdinglichte Zwang zur Naturbeherrschung überschritten. Der Mensch erkennt sich und seine Freiheit in der Maschine wieder.

Ähnliche Gedankengänge finden sich bei einem anderen Theoretiker der Artifizientellen Intelligenz. Der 1911 in Wien geborene Kybernetikpionier HEINZ VON FOERSTER¹⁰⁵ greift 1990 in einem Vortrag Hofstadters Überlegungen auf und beschreibt die Kybernetik als eine zirkuläre Organisation, die strenggenommen auf einem logischen Zirkelschluß gründe. Und wie eine vollständige Theorie des Gehirns dem Schreiben dieser Theorie selbst wieder gerecht werden müsse, müsse auch der Kybernetiker seinen eigenen Aktivitäten gerecht werden: Die Kybernetik müsse auf die Kybernetik selbst angewandt und zu einer Kybernetik zweiter Ordnung werden.¹⁰⁶ Innerhalb eines solchen selbstreflexiven Systems ergäben sich jedoch nach Gödel mit Notwendigkeit formal unentscheidbare Fragen; Fragen mithin, die, folgte man Wittgensteins Argumentation im *Tractatus*, da prinzipiell nicht beantwortbar, auch nicht beantwortet werden sollten: »Die richtige Methode der Philosophie wäre eigentlich die: Nichts zu sagen, als was sich sagen läßt, also Sätze der Naturwissenschaft – also etwas, was mit Philosophie nichts zu tun hat –, und dann immer, wenn ein anderer etwas Metaphysisches sagen wollte, ihm nachzuweisen, daß er gewissen Zeichen in seinen Sätzen keine Bedeutung gegeben hat. (...) Wovon man nicht sprechen kann, davon muß man schweigen.«¹⁰⁷ Dieser Auffassung hält Foerster sein »metaphysisches Postulat« entgegen, das die menschliche Freiheit begründe: »Nur *die* Fragen, die im Prinzip unentscheidbar sind, können wir entscheiden. (...) Wir sind frei! Der Gegensatz zu Notwendigkeit ist nicht Zufall, sondern Freiheit. Wir haben die Wahl, wer wir werden möchten, wenn wir über prinzipiell unentscheidbare Fragen entschieden haben.«¹⁰⁸

Indem der Mensch als frei Handelnder Entscheidungen trifft, konsti-

104 Hofstadter (s. Anm. 23), S. 724.

105 Heinz von Foerster nahm 1931 sein Studium an der Technischen Hochschule in Wien auf und begeistert an einer Vorlesungsreihe des Wiener Kreises teil, in der etwa Ferdinand Scheminsky über die Möglichkeit der Erschaffung künstlichen Lebens las. (Vgl. Heinz von Foerster, »Meine eigene Geschichte ist anders verlaufen« (1995). Interview in Stanford Humanities Review. In: Ders., *Short Cuts*. Hrsg. von Peter Gente, Heidi Paris und Martin Weinmann. Frankfurt am Main: Zweitausendeins, 2001, S. 75–120, S. 78.) Foerster berichtet rückblickend, daß sein Lebenshintergrund durch eine breite Basis gebildet sei, »die sich aus Tanz, Musik, Philosophie, Mathematik, Physik und dem besonderen Fluidum des Denkens im Wiener Kreis und hier insbesondere Wittgensteins und Carnaps zusammensetzt«. (Ebd., S. 81.)

106 Heinz von Foerster, »Ethik und Kybernetik zweiter Ordnung«. Vortrag. In: Ders., *Short Cuts*. Hrsg. von Peter Gente, Heidi Paris und Martin Weinmann. Frankfurt am Main: Zweitausendeins, 2001, S. 40–66, S. 46.

107 Ludwig Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus. Logisch-philosophische Abhandlung* (1921), §§ 6.53, 7.

108 Foerster, »Ethik und Kybernetik zweiter Ordnung« (s. Anm. 106), S. 55.

tuiert er zugleich das ihn umgebende Universum, dessen Teil er ist. Er tritt mithin in einen Dialog mit dem Universum, und nach Foerster kann dieses nur in seiner Totalität als »dialogischer« Prozeß des Werdens verstanden werden.¹⁰⁹

¹⁰⁹ Vgl. dazu auch Foersters Ausführungen zu nichttrivialen Maschinen und prinzipiell unlösbaren Problemen der Computerlogik und deren Konsequenzen für die Hirnforschung: Heinz von Foerster, »Wissenschaft des Unwißbaren« (1994). In: Ders., *Short Cuts*. Hrsg. von Peter Gente, Heidi Paris und Martin Weinmann. Frankfurt am Main: Zweitausendeins, 2001, S. 139–181, S. 160–176.

ZUSAMMENFASSUNG

In seiner Mitte der 1970er Jahre erschienenen Technik- und Wissenschaftskritik *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*¹¹⁰ beschreibt Joseph Weizenbaum die Hacker als gammelnde Freaks, die, in ihrer psychischen Struktur manischen Spielern gleichend, als geistig retardierte Auswürfe der instrumentellen Vernunft erscheinen. Es stellt sich die Frage, wie eine solcherart von Identitätslogik durchdrungene Kultur wie die der Hacker eine Bewegung initiiert haben soll, die die bestehende Gesellschaft in Richtung einer umfassenden Demokratisierung transzendiert. Die Frage entspricht dem im Einführungsteil geäußerten Erstaunen darüber, daß ausgerechnet in den Laboratorien für künstliche Intelligenz, in denen der Mensch strukturell als Maschine betrachtet wird und somit auch durch eine Maschine ersetzt werden kann, eine Bewegung entsteht, die sich die Maschinen in einem kreativen Prozeß wieder anzueignen sucht, um diese wieder genuin menschlichen Bedürfnissen unterzuordnen.

Die Entwicklung der Naturwissenschaft und des mechanischen Weltbilds kann als Entwicklung identitätslogischen Denkens entziffert werden. Das Andere, Nichtidentische wird prinzipiell gleich und vergleichbar gemacht. Einzelne Naturvorgänge werden aus ihrem Zusammenhang herausgelöst, um sie mathematisch zu bestimmen und so quantitativer Erkenntnis zuzuführen.

Die das Denkgebäude der mittelalterlichen Scholastik ersetzende neuzeitliche Wissenschaft begreift sich zwar als eine unendliche Suchbewegung, als unabschließbarer offener Forschungsprozeß, negiert jedoch den erkennenden Forscher aus dem Erkenntniszusammenhang. Das Subjekt wird vom Objekt getrennt, beide stehen unvermittelt nebeneinander. Die Welt erscheint dem erkennenden Subjekt als Maschine, prototypisch im Uhrwerk symbolisiert, das mit mechanischer Präzision funktioniert und mit mathematischen Begriffen exakt beschrieben werden kann. Auch der Mensch wird von dieser Form der Naturbetrachtung als mechanischer Automat interpretiert; und die naturwissenschaftliche Methode trifft sich mit älteren Formen des Wissens im Versuch, den Menschen künstlich nachzubilden. Das Motiv der Golemerschaffung und der künstlichen Automaten findet sich im Altertum wie in der mittelalterlichen Scholastik,¹¹¹ und auch in der Neuzeit wird wissenschaftlichen Denkern nachgesagt, sich mit deren Erschaffung beschäftigt zu haben. Descartes soll eine solche Maschine konstruiert haben, und im 18. Jahrhundert erlangt der Chefinspekteur der französischen Seidenmanufakturen, Jaques de Vaucanson, eine wahre Meisterschaft in der

110 Joseph Weizenbaum, *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977.

111 Vgl. Klaus Völker (Hrsg.), *Künstliche Menschen. Dichtungen & Dokumente über Golems, Androiden und lebende Statuen*. 2 Bde. Herrsching: Manfred Pawlak, o. J. (1991).

Erschaffung künstlicher Automaten.¹¹² In diesem Kontext entstehen auch die ersten Lochkarten, sie werden eingesetzt, um die Spielautomaten ansteuern zu können; erst später dienen sie der Programmierung von Webstühlen.

Einen Höhepunkt und zugleich seinen Wendepunkt findet das mechanische Weltbild im Denken des von der wilhelminischen Geschichtsschreibung zum »Reichskanzler der Physik« erhobenen Hermann von Helmholtz. In seinen erkenntnistheoretischen Schriften setzt Helmholtz die Naturwissenschaft mit der Mechanik gleich, diese gilt ihm gar als einzig mögliche Form von Erkenntnis.¹¹³ Indem er freilich sowohl die Geometrie wie die Kausalität aus dem erkennenden Subjekt in die objektiv gedachte Welt verlegt, wird es prinzipiell möglich, das Verhältnis von Subjekt und Objekt neu zu denken. Und nachdem sowohl im mikroskopischen Bereich des Atominneren als auch im makroskopischen Bereich der Astronomie mit Hilfe der Quanten- und der Relativitätstheorie empirisch Räume entdeckt werden, die nichteuklidisch sind bzw. in denen das Kausalgesetz nicht mehr vollständig gültig ist, kann die Mechanik nicht mehr als Leitwissenschaft gelten.

Eine Synthese sucht bereits Ernst Mach zu geben, der dem Descarteschen Dualismus von *res extensa* und *res cogitans* eine neutrale Form des Monismus entgegensetzt, die sowohl Subjekt wie Objekt in der Erfahrungswelt des erkennenden Ich auflöst und zur Lehre der Empfindungen wird. Im Gegensatz zu Descartes stellt bei Mach das Ich keine Substanz dar, sondern besteht aus der Summe aller Empfindungen und Vorstellungen und ist in stetem Fluß begriffen; es bleibt nicht mit sich selbst identisch, seine Einheit besteht stattdessen, mit Hegel gesprochen, in der Nichtidentität mit sich selbst als etwas prozeßhaft werdendes. Das Ich gestaltet die ihm im Wortsinne angehörige Welt und damit sich selbst. Auch sind nach Mach »die Naturgesetze (...) ein Erzeugnis unseres psychologischen Bedürfnisses, uns in der Natur zurecht zu finden«¹¹⁴, mithin Versuche des Menschen, sich in der Welt zu orientieren, indem er sie gestaltet. Naturgesetze wie mathematische Gesetze werden nicht in der Natur entdeckt, sondern sind Resultat eines gesellschaftlichen Arbeitsprozesses. Damit schreibt sich aber der jeweilige »Kulturzustand« in die Naturgesetze selbst ein. Mach antizipiert so das Naturbild der modernen Physik, wie es etwa von Werner Heisenberg geschildert wird.¹¹⁵

Die Machsche Erkenntnistheorie zeigt erstaunliche Parallelen mit dem

112 Vgl. Daniel Crevier, *Eine schöne neue Welt? Die aufregende Geschichte der künstlichen Intelligenz*. Düsseldorf, Wien und New York: Econ, 1994, S. 16.

113 Vgl. etwa Hermann von Helmholtz, »Über das Ziel und die Fortschritte der Naturwissenschaft« (1869). Eröffnungsrede für die Naturforscherversammlung zu Innsbruck. In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. V.1: *Vorträge und Reden*. Hrsg. von Jochen Brüning. Hildesheim, Zürich und New York, 2002, S. 367–398, S. 379.

114 Ernst Mach, *Erkenntnis und Irrtum*, zitiert nach Johann Dvořak, »Ernst Mach – ein ›moderner Materialist‹? Zur wissenschaftlichen Methode bei Marx, Engels und Mach«. In: *Ernst Mach – Werk und Wirkung*. Hrsg. von Rudolf Haller und Friedrich Stadler. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky, 1988, S. 329–341, S. 337.

115 Werner Heisenberg, *Das Naturbild der heutigen Physik*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1955.

Marxschen Naturbegriff. Marx begreift einerseits die Naturerkenntnis wesentlich als gesellschaftlich vermittelt, wie er umgekehrt die Gesellschaft zugleich immer als mit der Natur vermittelt denkt. Diese dialektische Einheit von Natur und Geschichte führt Marx zur Konzeption einer als Einheitswissenschaft gedachten Synthese von Menschheits- und Naturwissenschaften, die als historische die Geschichte der Natur und der Menschen erforscht.

Eine solche Einheitswissenschaft suchte auch der Logische Positivismus des Wiener Kreises zu gründen, der das Denken Ernst Machs aufgreift und es mit den Entwicklungen in der modernen Mathematik verbindet. Diese befindet sich um 1900 in einer Grundlagenkrise, sie erscheint inhärent widersprüchlich. Zunächst scheinen diese Widersprüche aus dem Gebäude der Mathematik auszuräumen zu sein, Kurt Gödel zeigt jedoch Anfang der 1930er Jahre, daß die Mathematik notwendig unvollständig ist; daß also, mit anderen Worten, das erkennende Subjekt auch aus mathematischer Erkenntnis nicht zu tilgen ist. Insbesondere der sich um Otto Neurath und Rudolf Carnap gruppierende »linke Flügel« des alsbald zwangsexilierten Wiener Kreises greift diese Gedanken auf und hebt das mechanische Denken auch in der positivistischen Philosophie auf.

Die an Marx anschließende kritische Theorie der Gesellschaft vermag allerdings nicht an diese Entwicklung anzuschließen. Auch wenn einige undogmatische Marxisten wie Karl Korsch versucht haben, die dialektisch-materialistische Geschichtsauffassung mit dem Logischen Positivismus zu verbinden, blieben sie doch isoliert. Durchgesetzt hat sich stattdessen die Auffassung der Kritischen Theorie, daß die Naturwissenschaften und mit diesen der Positivismus notwendig und unrettbar in Naturverfallenheit verstrickt seien. Diese Lehre setzt eine verhängnisvolle Spaltung zwischen Gesellschafts- und Geisteswissenschaften auf der einen und Natur- und Ingenieurwissenschaften auf der anderen Seite fort und verstärkt diese noch.

Oberflächlich betrachtet, scheint sich die Position der Kritischen Theorie bewahrt zu haben, bleibt doch das identitätslogische Denken trotz der Erkenntnisse der Physik und der Mathematik im normalen Wissenschafts- und Technikbetrieb wirkmächtig. Menschlicher Geist wird als vollständig formalisierbar gedacht, und das Denken des Wiener Kreises wird für Bestrebungen fruchtbar gemacht, Intelligenz künstlich nachzubilden. Sogar Alan Turing, der in derselben Arbeit, in der er die theoretische Möglichkeit universeller Rechenmaschinen bewies, analog zum Geniestreich Gödels die Grenzen der Berechenbarkeit aufzeigte¹¹⁶, war von der Möglichkeit einer vollständigen Mechanisierung des menschlichen Geistes überzeugt.

Daß die Hackerkultur ausgerechnet in den Laboratorien für Künstliche Intelligenz entsteht und gedeiht, erscheint mit einem Mal verständlich, konzentrieren sich hier doch die Widersprüche der geistesgeschichtlichen Entwicklung in einem Punkt. Anhand des Buchs *Gödel, Escher, Bach*¹¹⁷

116 Turing, »On Computable Numbers« (s. Anm. 55).

117 Hofstadter (s. Anm. 23).

vom Künstliche-Intelligenz-Forscher Douglas Hofstadter wird deutlich, wie der konsequente Versuch, menschliches Denken künstlich nachzubilden, in einer Anerkennung menschlicher Freiheit münden muß, die sich gegen vollständige Formalisierung sperrt.

Die Wissenschaft von der Artifizienten Intelligenz verwirft aus sich heraus den Subjekt-Objekt-Dualismus und nähert sich der dialektischen Denkweise inhaltlich in bemerkenswerter Weise an – Hofstadters »seltsame Schleifen« und Foersters »Dialogik« resemblieren die Hegelsche Philosophie, freilich unbewußt und ohne dieser gewahr zu werden.

Die fetischisierte instrumentelle Vernunft, die in den Labors der künstlichen Intelligenz an der vollständigen Ersetzung des Menschen arbeitete, entläßt die Maschine in die Freiheit. Die Dialektik von Mythos und Aufklärung scheint sich hier in Richtung der Aufklärung aufzuheben und Naturwissenschaften und Mathematik ihres menschlichen Bestimmungsgrunds gewahr zu werden. Horkheimer schrieb 1947: »Wie oft und richtig dargelegt, besteht der Vorteil der Mathematik – das Modell allen neopositivistischen Denkens – gerade in dieser ›Denkökonomie‹. Komplizierte logische Operationen werden ausgeführt, ohne daß die geistigen Akte wirklich vollzogen würden, auf denen die mathematischen und logischen Symbole beruhen. Solche Mechanisierung ist in der Tat wesentlich für die Expansion der Industrie; aber wenn sie zum Charakterzug des Geistes wird, wenn Vernunft selbst sich instrumentalisiert, nimmt sie eine Art von Materialität und Blindheit an, wird sie ein Fetisch, eine magische Wesenheit, die mehr akzeptiert als geistig erfahren wird.«¹¹⁸ Doch sind Mathematik und Naturwissenschaft an einem Punkt angelangt, an dem die notwendige mathematische Unentscheidbarkeit als menschliche Freiheit entzifferbar wurde. Das Maschinenwesen ist im Begriff, sich selbst aufzuheben.

118 Max Horkheimer, *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft* (1947/1967). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 6: *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft und Notizen 1949–1969*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1991, S. 19–186, S. 44.

Teil IV

SCHLUSS

GESELLSCHAFT AM SCHEIDEWEG – ZUR RÜCKHOLUNG DES PRODUKTIONSWISSENS IN DIE HÄNDE DER PRODUZENTEN

»[The magic] will always be in there to a certain extent. You talk about *deus ex machina*, well, we're talking about *deus in machina*. You start by thinking there's a god in the box. And then you find there isn't anything in the box. You put the god in the box.«

— Lee Felsenstein

Die Dialektik von Mythos und Logos, die von der Kritischen Theorie nach der Erfahrung von Weltkrieg und Auschwitz als Selbstzerstörungsprozeß der Vernunft identifiziert und im zuletzt irrationalen Charakter einer instrumentellen Vernunft verortet wurde, und die Joseph Weizenbaum im Computer verdinglicht und damit in ihrer verhängnisvollen Wirkungskraft potenziert sah, findet ihren Ausdruck auch in der technisch-sozialen Organisation der modernen Industriegesellschaft, deren Rationalität zum Selbstzweck geworden ist und die nur noch stumpf sich und das Gesetz der Zahl reproduziert. Der Mensch als Träger der Vernunft ist zum bloßen Anhängsel des Produktionsapparats degradiert worden.

Dieser objektive Wahnsinn wird etwa von Ivan Illich benannt. Längst überstiegen die Kosten, die die Gesellschaft für ihre Aufrechterhaltung ausgibt, ihre Produktivität. Diese Irrationalität lasse sich nur aufrechterhalten um den Preis einer gewaltsamen Zurichtung und Verkrüppelung des Menschen; dieser sei in einer perversen Umkehrung der Verhältnisse zum primär durch das Werkzeug bearbeiteten Material geworden: »Das Werkzeug hat sich vom Menschen gelöst und hat den Menschen in die Hand bekommen. Wir haben versucht, die Maschine *für den Menschen* arbeiten zu lassen, und den Menschen zum *Dienst an der Maschine* zu erziehen. Der Versuch ist gescheitert. Die Hypothese der weltweiten Experimente war, den Sklaven durch den Motor zu ersetzen. Nun ist offenbar, daß das zu diesem Zweck eingesetzte Werkzeug den Menschen zu seinem Sklaven macht.«¹

An die Stelle der Industriegesellschaft möchte Illich die »konviviale Gesellschaft« setzen, die auf einer »konvivialen Produktionsweise« beruht. Der Terminus *konvivial* ist dem »spanischen Gedankenkreis in Mexiko« entlehnt, in dem *convivencialidad* die »Fülle des Miteinanderlebens« bedeutet.² »Unter *Konvivialität* verstehe ich das Gegenteil der industriellen Produktivität. Wir alle definieren uns im Verhältnis zu anderen und zur Umwelt durch die Grundstruktur der Werkzeuge, die wir verwenden. Diese Werkzeuge können wir über ein Kontinuum verteilen, an dessen

1 Ivan Illich, *Selbstbegrenzung. Eine politische Kritik der Technik*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1980, S. 30.

2 Ebd., S. 14.

einem Extrem das beherrschende Werkzeug, an dessen anderem Extrem das konviviale Werkzeug steht. Der Übergang von der Produktivität zur Konvivialität ist der Übergang von der Reproduktion des Mangels zur Spontaneität der Gabe. Die industrielle Beziehung ist der konditionierte Reflex, die stereotype Reaktion des Individuums auf Botschaften, die von einem anderen Benutzer, den es nie kennenlernen wird, oder von einem künstlichen Milieu, das es nie begreifen wird, ausgehen. Die – stets neue – konviviale Beziehung ist das Werk von Personen, die an der Erschaffung des sozialen Lebens beteiligt sind. Von der Produktivität zur Konvivialität übergehen heißt, einen ethischen Wert an die Stelle eines technischen Wertes, einen realisierten Wert an die Stelle eines materialisierten Wertes setzen. *Die Konvivialität ist die individuelle Freiheit, die sich in einem Produktionsverhältnis realisiert, das in eine mit wirksamen Werkzeugen ausgestattete Gesellschaft eingebettet ist.*«³

Den Kernpunkt von Illichs Ideen bildet die Bereitstellung neuer Produktionsmittel, der konvivialen Werkzeuge, die den industriellen Maschinen konzeptuell entgegengesetzt sind und den individuellen Menschen als gesellschaftliches Wesen befähigen sollen, statt ihn zu entmündigen. Das konviviale Werkzeug soll, obzwar mächtig, möglichst einfach und nicht nur von Spezialisten zu bedienen sein und es dem Einzelnen wieder ermöglichen, in seinem eigenen Umfeld autonom zu agieren. Illich möchte so breite Bereiche des menschlichen Handelns – etwa die häusliche Krankenpflege, die Kindererziehung und den Hausbau – dem industriellen System entreißen.

Illich teilt Marx' Unterscheidung zwischen (industriellen) Maschinen auf der einen und Werkzeugen auf der anderen Seite.⁴ Herausragende Eigenschaft der Maschinerie ist nach Marx, daß sie als Instrument zur Herstellung von Mehrwert die Basis der Produktionsweise bildet und somit den Produktionsprozeß bestimmt und als eine Art Mega-Maschine organisiert, in der die Subjekt – Objekt-Verkehrung des Kapitalverhältnisses technische Wirklichkeit wird. Die große Maschinerie ist »als gegliedertes System von Arbeitsmaschinen (...) ein mechanisches Ungeheuer«⁵, daß die eigentlich synthetische Leistung des Arbeitsprozesses vollbringt und die lebendige Arbeit gleichsam ihres Produktionswissens enteignet. War der Prozeß der Maschinisierung in der Manufakturperiode noch als »Bereicherung des Gesamtarbeiters und daher des Kapitals« bei gleichzeitiger »Verarmung des Arbeiters an individuellen Produktivkräften« zu begreifen⁶ – Marx spricht hier bereits von einer »halbe Idioten« produzierenden

³ Illich (s. Anm. 1), S. 32 f.

⁴ Zum Marxschen Maschinenbegriff vgl. Karl Marx, *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Erster Band. Buch I: Der Produktionsprozeß des Kapitals*. MEW Bd. 23. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 393 ff., 445 f., 451 ff., 483 ff., 512; ders., *Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie*. MEW Bd. 42. Berlin (Ost): Dietz, 1983, S. 590 ff.; ders., »Brief an Friedrich Engels vom 28. Januar 1863«. In: *MEGA 1. Dritte Abteilung*. Bd. 3: *Der Briefwechsel zwischen Marx und Engels 1861–1867*. Glashütten im Taunus: Detlev Auermann, 1970, S. 122–126. (Unveränderter Neudruck der Ausgabe Berlin 1930).

⁵ Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 4), S. 402.

⁶ Ebd., S. 383.

»industriellen Pathologie«⁷ –, wird mit der großen Industrie selbst noch die Realabstraktion des »ideellen Gesamtarbeiters« abgeschafft: an seine Stelle tritt ein großer Automat, der »die Kontinuität der Sonderprozesse« herstellt.⁸

Im Gegensatz zu Illich will Marx das Fabrikssystem, in dem der Arbeiter zum Anhängsel der Maschine wird, nicht abschaffen. Die Maschinenstürmerei der Ludditen reflektierend, verlangt er von den Arbeitern, »die Maschinerie von ihrer kapitalistischen Anwendung [zu] unterscheiden« und ihre »Angriffe vom materiellen Produktionsmittel selbst auf dessen gesellschaftliche Exploitationsform übertragen« zu lernen.⁹ Die mögliche Auflösung des Dilemmas, daß vollkommen entmenschte und idiotisierte Arbeiter kaum in der Lage sein werden, sich die entwickelten Produktivkräfte anzueignen, erblickt er darin, daß »die große Industrie die manufakturmäßige Teilung der Arbeit mit ihrer lebenslänglichen Annexion eines ganzen Menschen an eine Detailoperation technisch aufhebt«¹⁰ und nur innerhalb der kapitalistischen Form das Arbeitsmittel den Arbeiter erschlage. Unter Bezugnahme auf den Sozialreformer Robert Owen hofft er, durch Erziehung zur »Produktion vollseitig entwickelter Menschen«¹¹ fortschreiten zu können, zudem erzwingt die inhärente Krisenhaftigkeit der kapitalistischen Produktionsweise die allgemeine und umfassende Qualifikation der Arbeiter. Die sich im Prozeß der fortschreitenden Entwicklung der Produktivkräfte entfaltende Herr – Knecht-Dialektik versetzt die Arbeiterklasse in die Lage, sich kollektiv die Produktionsmittel anzueignen und die ihrem Inhalt nach längst gesellschaftliche Produktion auch mit ihrer Form auszusöhnen. Mit der Aneignung der Produktion durch die Produzenten verändere sich auch die Form der Produktion und damit die Technik: Technik, die als Maschine immer auch Herrschaftstechnik über Menschen ist, werde im Prozeß der fortschreitenden Aneignung der Produktion gleichsam mit auf eine höhere Stufe gehoben.

Hier zeigt sich die Beschränktheit der Marxschen Theorie, die der klassischen deutschen Philosophie verhaftet bleibt. Hegel hatte den Dualismus zwischen Freiheit und Natur in eine dialektische Bewegung aufgelöst, die er als Rekonstruktion des Wissens der Menschheit von sich selbst begriff und die er im preußischen Staat zur Identität gelangen ließ. Angesichts aufbrechender sozialer Widersprüche war diese Position Mitte des 18. Jahrhunderts nicht mehr haltbar, und Marx unternahm den Versuch, die Hegelsche Dialektik, wie Engels es formulierte, »vom Kopf, auf dem sie stand, wieder auf die Füße« zu stellen¹², indem er statt der Ideengeschichte die wirkliche menschliche Geschichte, das heißt die Produktionsgeschichte der Gattung Mensch, untersuchte. Damit änderte

7 Ebd., S. 384.

8 Ebd., S. 401.

9 Ebd., S. 452.

10 Ebd., S. 508.

11 Ebd.

12 Friedrich Engels, »Ludwig Feuerbach und der Ausgang der klassischen deutschen Philosophie« (1886). In: MEW Bd. 21. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 259–307, S. 293.

sich zwar der Standort der Betrachtung, diese blieb aber dennoch dem deutschen Idealismus verhaftet. Die Rolle, die bei Hegel der preußische Staat einnahm, fällt bei Marx der großen Industrie zu.

Zwischen der sozialistischen Utopie – auch in ihrer marxistischen Variante – und der Utopie des Kapitals gibt es eine denkwürdige Übereinstimmung: Beiden zugrunde liegt die Vorstellung einer vollautomatisierten Produktion. Während in der sozialistischen Fassung freilich die Vollautomatisierung die materielle Grundlage einer umfassenden Entfaltung der Individuen im Reich der Freiheit bildet, ist in der kapitalistischen Variante das Kapital endlich sich selbst genug: Im Moment, da die lebendige Arbeit durch die tote vollständig ersetzt wird, ist das Kapital geschichtlich bei sich selbst angelangt und nicht mehr auf den Menschen angewiesen. Der Mensch wird durch die Maschine ersetzt oder zum unmittelbaren Gegenstand sich selbst verwertenden Werts und selbst zur Maschine: Menschmaschine und Maschinenmensch.

In der Realgeschichte des Marxismus und der Arbeiterbewegung wurde das bei Marx zumindest noch der Möglichkeit nach kritische Verhältnis zur Technik allerdings weitgehend durch ein rein affirmatives ersetzt. Der fortschreitenden Beherrschung der Natur durch Technik stand eine fortschreitende Beherrschung der Gesellschaft und der Menschen durch Sozialtechnik zur Seite, die die objektive Möglichkeit einer durch und durch rationalen, geplanten und durchorganisierten Gesellschaft begründet.

Illich überschreitet Marx zwar insofern, als er den Irrationalismus des Industriesystems diesem selbst genetisch zuordnet und nicht bloß der kapitalistischen Ausformung desselben, vermag aber das Problem einer möglichen Aufhebung nicht befriedigend zu lösen. Das konviviale Werkzeug ist bei ihm merkwürdig unbestimmt; unklar bleibt auch, wie es produziert werden soll. Auch wenn mit Hilfe der konvivialen Werkzeuge breite Bereiche des gesellschaftlichen Handelns dem Expertentum entrisen werden könnten, so stellt sich doch die Frage, wie diese Werkzeuge selbst produziert und reproduziert werden können. So muß sich Illich dem Vorwurf der Technikfeindlichkeit aussetzen lassen, obgleich er diese verneint.¹³ Zudem legt er nicht dar, wie diese neue, andere, »intermediäre Technik« (E. F. Schumacher) sich gegen die bestehende durchsetzen könnte. Schließlich, darauf haben zeitgenössische Autoren hingewiesen, laufen die »immanenten Entwicklungstendenzen von Kapital und wissenschaftlicher Technik (...) in allen Punkten genau entgegengesetzt zu einer intermediären Beziehung.«¹⁴

Doch ist es kein Wunder, daß ausgerechnet Verfechter der Hochtechnologie Computer Illich für sich entdecken. Der persönliche Computer ist das konviviale Werkzeug schlechthin. Obzwar Illich wie Weizenbaum im Computer wesentlich die Verkörperung der technischen bzw. instrumentellen Vernunft sah, die die Ohnmacht des Einzelnen nur noch po-

¹³ Vgl. etwa Illich (s. Anm. 1), S. 33.

¹⁴ Otto Ullrich, *Technik und Herrschaft. Vom Hand-werk zur verdinglichten Blockstruktur industrieller Produktion*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977, S. 402.

tenziert¹⁵, finden Hacker wie Lee Felsenstein sich mit ihren Bedürfnissen in Illichs Theorie wieder. Als PC, als persönlicher Computer, erfährt die Hochtechnologie Rechenmaschine ihre organische Rückbindung zum Menschen: »Vermittlung der Natur mit dem menschlichen Willen – regnum hominis in und mit der Natur.«¹⁶ Die längst und notwendig ihres Organbezugs ledige Technik wird durch freie Software wieder mit ihrem menschlichen Grund vermittelt; sie ist keine entfesselte instrumentelle Vernunft mehr, sondern wird wieder der bewußten Kontrolle des Menschen übereignet. Der Geist, der der Maschine selbst zuzukommen schien, wird entzifferbar als genuin menschlicher: als vom Menschen in den Automaten inkorporiert.

Industrieller Kapitalismus war immer schon Wissensökonomie. Es war das Wissen um den Akt der Produktion, das sukzessive dem Arbeiter entrissen wurde und ihm gegenüber in der Maschine vergegenständlicht wurde. Die Trennung von Kopf- und Handarbeit markiert auch den Beginn der Klassenherrschaft. Doch blieb das im Kapital konzentrierte formale Wissen zugleich auf seine Realisierung durch die lebendige Arbeit angewiesen. Daß das Kapital ein monopolisiertes Wissen um den Produktionsprozeß besitzt, jedoch zu seiner Realisierung auf die lebendige Arbeit angewiesen ist, begründet denn auch das für die Epoche der industriellen Produktion eigentümliche Herrschaftsverhältnis. Marx vergleicht das Kapital daher mit einem Vampir: »Das Kapital ist verstorbene Arbeit, die sich nur vampyrmäßig belebt durch Einsaugung lebendiger Arbeit und um so mehr lebt, je mehr sie davon einsaugt.«¹⁷ Es ist aber eben nicht so, daß das Kapital seine Angewiesenheit auf fremdes Blut, auf die lebendige Arbeit nicht als tiefgreifendes Manko empfunden hat. Sein Traum war seit jeher die vollständige Verdrängung des menschlichen Moments aus der Produktion, die vollautomatisierte Fabrik.

Lebendige Arbeit und totes, formales Wissen bildeten so den eigentümlichen Antagonismus der industriellen Epoche. Beide sind bei aller Feindschaft zugleich notwendig aufeinander angewiesen – das Kapital vermag sein Wissen erst durch lebendige Arbeit produktiv zu realisieren, und die lebendige Arbeit ist durch die Eigentumsverhältnisse von den Produktionsmitteln und damit vom formalen Wissen getrennt. Daß es letztlich jedoch die lebendige Arbeit war, die die Welt produzierte, zeigte die Möglichkeit von Emanzipation in dieser Herr – Knecht-Dialektik auf: Die Arbeiter schienen zumindest potenziell fähig, sich das formale Wissen anzueignen und als lebendiges Produktionswissen zu integrieren.

Die kapitaleigene Utopie von der vollautomatischen Produktion bedeutete das Ende dieser Dialektik. Sie wäre nicht aufgehoben, sondern schlicht außer Kraft gesetzt – ersetzt durch Barbarei. In einer »post-industriellen« Gesellschaft wäre der Knecht vom vollautomatisierten Produktionsprozeß ausgeschlossen. Er verfügte nicht mehr um produktionsrelevantes – und das heißt weltrelevantes – lebendiges Wissen. Relevant wäre

15 Vgl. Illich (s. Anm. 1), S. 153, 165.

16 Ernst Bloch, *Das Prinzip Hoffnung*, 3 Bde. Gesamtausgabe Bd. 5, Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1959, S. 778.

17 Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 4), S. 247.

einzig und allein das formale Steuerungswissen des Herrn. Der Knecht degradierte zum bloßen Dienstleister, dem vom Herrn die notwendigen Lebensmittel gönnerhaft zugeteilt würden, mit deren Produktion er jedoch nichts mehr zu tun hätte. Mit der Außerkraftsetzung der Herr-Knecht-Dialektik wäre die Utopie von der Erschaffung des künstlichen Menschen wahr geworden und ein seelenloser Golem, ein Zombie, erschaffen. Tatsächlich wird kräftig an der Verwirklichung dieser Dystopie von der Ersetzung des Menschen durch die Maschine gearbeitet. Mit der fortschreitenden Kalkülisierung der gesellschaftlichen Beziehungen und der Produktion vollzieht sich die fortschreitende Kalkülisierung des wissenschaftlichen Denkens.

Die schwarze Utopie des Kapitals scheint heute in greifbare Nähe gerückt. Der Computer stellt eine universelle Maschine dar, die prinzipiell in der Lage ist, jede andere Maschine in Software nachzubilden. Software stellt somit die vollständige Virtualisierung des Produktionsprozesses in Aussicht. Wie es Alan Turing, der Entdecker dieser Universalität formuliert hat: »Das technische Problem der Herstellung verschiedener Maschinen für verschiedene Zwecke ist ersetzt durch die Schreibeinheit, die Universalmaschine für diese Aufgabe zu ›programmieren‹.«¹⁸ Alles, was Wissenschaft und Technik mathematisch-eindeutig zu formulieren wissen, ist in Software darstell- und berechenbar. »Die Programmierung ist reine Schreibeinheit.«¹⁹

Doch folgt die Produktivkraftentwicklung einer bereits von Marx ihrem Wesen nach skizzierten Dialektik. Diese Dialektik der Entwicklung der Maschine und der ihr inhärenten Logik führt an mancher Stelle zu überraschenden Ereignissen. Es gleicht einem Treppenwitz der Geschichte, daß sich sowohl die Utopie des Kapitals wie die einer freien, menschlichen Produktion zeitgleich am selben Ort konkretisieren: Freie Software, deren enormes emanzipatives Potential als eine »Keimform« radikal anderer, wertfreier Produktion gerade erst wahrgenommen wird, entsteht zuerst in den Labors für Künstliche Intelligenz, in denen an der vollständigen Ersetzung des Menschen durch die Maschine gearbeitet wird.

Unterhalb der offiziellen Entwicklungsgeschichte des Geistes bzw. der Produktionsverhältnisse gibt es eine unterirdische Geschichte des Inkommensurablen, des Nicht-Identischen, das nicht aufgeht in der (falschen) Identität von Allgemeinem und Besonderem. An bestimmten Stellen blitzt dieses Inkommensurable auf, und Adorno meinte genau das in der Kunst und vor allem in der Musik entdeckt zu haben. Die *Dialektik der Aufklärung* klärt darüber auf, wie das Inkommensurable kommensurabel gemacht wurde in der Verschränkung von »oberer« und »unterer« Kunst durch technische Vernunft.

Die offizielle Geschichtsphilosophie des Marxismus erscheint Adorno und Horkheimer als in die Barbarei und nicht hin zum Sozialismus führend. »Solange die Weltgeschichte ihren logischen Gang geht, erfüllt sie

18 Alan M. Turing, »Intelligente Maschinen«. In: Ders., *Intelligence Service*. Schriften. Hrsg. von Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987, S. 81–113, S. 88.

19 Ebd., S. 90.

ihre menschliche Bestimmung nicht.«²⁰ Es ist eine ihrem Gehalt nach *negative* Dialektik von Kultur und Barbarei. Einzig in der unterirdischen Geschichte, im Inkommensurablen, blitzt die Möglichkeit des Ausgangs des Menschen aus selbstverschuldeter Naturverfallenheit auf.

Doch wie wäre dieser Ausgang zu leisten? Marx besaß keine eigenständige Revolutionstheorie: Seine Vorstellung einer proletarischen Herr-Knecht-Dialektik übernimmt mechanisch die historische Herr-Knecht-Dialektik der bürgerlichen Revolution, sie bleibt blutleer. Dort sprengte die Entwicklung der Produktivkräfte die zu Fesseln erstarrten feudalen Produktionsverhältnisse; es war mithin die Herausbildung einer eigenständigen Produktionsweise, die zur Revolution führte. Marx erwartete für den Kapitalismus entsprechendes durch die bloße Konzentration der Produktionsmittel in den Händen von Aktiengesellschaften und damit der Absenz einer eigenständigen Kapitalistenklasse, an deren Stelle Verwalter und eine Bürokratie träten.²¹

Vorstellungen wie der Rentensozialismus weisen in diese Richtung, haben sich historisch jedoch allemal als nicht hinreichend erwiesen. Auch wenn die Produktionsmittel nominell der Mehrheit der Bevölkerung (vermittelt über die Rentenfonds) gehören können, bleibt das Produktionswissen und damit die Kontrolle über die Produktion im Kapital vergegenständlicht und verselbständigt. Das Bestehende wird von dieser Bewegung nur in Richtung abstrakter Herrschaft transzendiert, und diese Tendenz ist es auch, die die Kritische Theorie als »Dialektik der Aufklärung« reflektiert.

Doch ist dies nur die eine Seite. Die andere Seite ist die der Wissenschaft, die eine weitere Leerstelle im Denken von Marx darstellt. Marx hat keinen eigenständigen Begriff von Wissenschaft, er übernimmt im wesentlichen Hegels Position, wonach die wissenschaftliche Produktion gleichsam ein Außen der warenförmigen Produktion darstellt, unabhängig von dieser existiert und gleich einer Naturkraft exploitiert wird. Der Wissenschaft kommt bei Marx eine geradezu überhistorische Geltung zu, ihr Entstehungszusammenhang wird an keiner Stelle reflektiert. Auch hier ist es wieder die Kritische Theorie, die dies einzuholen versucht und

20 Max Horkheimer, »Autoritärer Staat« (1940/42). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 5: »Dialektik der Aufklärung« und *Schriften 1940–1950*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1987, S. 293–319, S. 319.

21 Dieser objektivistische Überhang der Marxschen Theorie wurde zuerst von Georges Sorel thematisiert, der die von Marx postulierte objektiv notwendige proletarische Revolution lediglich als einen Mythos begreift, der die »Organisation eines hartnäckigen, wachsenden und leidenschaftlichen Widerstandes gegen die herrschende Ordnung« vorbereiten sollte. – Georges Sorel, *Über die Gewalt* (1908). Mit einem Nachw. von George Lichtheim. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1969, S. 156; vgl. ebd., S. 156–162; auch Karl Korsch, »Über einige grundsätzliche Voraussetzungen für eine materialistische Diskussion der Krisentheorie« (1933). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996, S. 591–599, S. 597 f. – An anderer Stelle weist Korsch auf das bürgerlich-jakobinische Erbe der Marxschen Revolutionstheorie hin: Ders., »Karl Marx« (1933). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996, S. 601–607, S. 604 f.

die Rolle von Wissenschaft und Vernunft in der bürgerlichen Gesellschaft kritisch reflektiert und als Selbstverstrickung in und Verewigung von Herrschaft identifiziert. Die Verdinglichung, die die Kritische Theorie beschreibt, ist freilich eine absolute, die keine Transzendenz mehr zuläßt. So schreibt Horkheimer über den Ingenieur als »Symbol dieses Zeitalters«: »Weil seine Funktion unmittelbarer mit den Erfordernissen der Produktionsstätigkeit selbst verbunden ist, tragen seine Anweisungen das Zeichen größerer Objektivität. Seine Untergebenen anerkennen, daß zumindest einige seiner Befehle in der Natur der Dinge liegen und deshalb in einem allgemeinen Sinn rational sind. Aber im Grunde gehört auch diese Rationalität zur Herrschaft, nicht zur Vernunft. Der Ingenieur ist nicht daran interessiert, die Dinge um ihrer selbst willen zu verstehen, sondern im Hinblick darauf, daß sie geeignet sind, in ein Schema zu passen, ganz gleich, wie fremd dies ihrer eigenen inneren Struktur sein mag; das gilt für lebende Wesen ebenso wie für unbeseelte Dinge. Das Bewußtsein des Ingenieurs ist das des Industrialismus in seiner hochmodernen Form. Seine planmäßige Herrschaft würde die Menschen zu einer Ansammlung von Instrumenten ohne eigenen Zweck machen.«²² Techniker und Ingenieure sind aus der Perspektive der Kritischen Theorie unrettbar in Herrschaft verstrickt, und Joseph Weizenbaum zeichnet nach, wie der Computer diesen Verblendungszusammenhang auf höherer Stufenleiter wiederholt.

Auch Alfred Sohn-Rethel versucht, die Wissenschaft in ihrem Entstehungszusammenhang mit der Herausbildung der bürgerlichen Gesellschaft zu begreifen und erblickt im Geld und seiner durch die Wertabstraktion geleisteten gesellschaftlich-synthetischen Funktion »die letztthinigen Organisationsprinzipien der in warenproduzierenden, also geldvermittelten Gesellschaften notwendig werdenden Erkenntnisfunktionen des Denkens (...), die die begriffliche Grundlage der antiken Philosophie sowohl wie der modernen Naturwissenschaften bilden und die wir der Einfachheit halber mit dem seit Kant geläufig gewordenen Namen der »Kategorien a priori« etikettieren können.«²³ Doch wurde in Teil 3 gezeigt, daß die modernen Naturwissenschaften aus sich heraus ihren Entstehungszusammenhang zu reflektieren vermögen und ein dialektisches Denken entwickeln, das potenziell über das Bestehende hinausweist. Mit dieser Auffassung fällt freilich der Subjekt-Objekt-Dualismus und mit ihr die Vorstellung vom »Ding an sich« und den »Kategorien a priori«. Gegenstand der modernen Naturwissenschaft ist »nicht mehr die Natur, sondern unsere Kenntnis von der Natur«, wie es Werner Heisenberg formulierte.²⁴ In die Naturwissenschaft eingeschriebene Herrschaftsverhält-

22 Max Horkheimer, *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft* (1947/1967). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 6: *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft und Notizen 1949–1969*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1991, S. 19–186, S. 155 f.

23 Alfred Sohn-Rethel, *Geistige und körperliche Arbeit. Zur Theorie der gesellschaftlichen Synthesis*. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1972, S. 21.

24 Werner Heisenberg, *Das Naturbild der heutigen Physik*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1955, S. 19.

nisse werden so prinzipiell der Reflexion zugänglich und es wird möglich, Verblendungs- und Verdinglichungszusammenhänge aufzubrechen.

Einer Naturwissenschaft, die nicht mehr eine außer ihr stehende Objektivität zum Gegenstand hat, stellt sich das Problem der Begründung ihres Wahrheitsgehalts. Wenn es keine »objektiven« Falsifikatoren gibt, worin liegt dann die Wahrheit der Wissenschaft und der Vernunft begründet? Jürgen Habermas meint die Antwort in der »kommunikativen Rationalität« gefunden zu haben: Vernunft ist im wissenschaftlichen Diskurs selbst angelegt, insofern jede Äußerung als Vorschlag angesehen wird, der begründet sein muß und auch abgelehnt werden kann. Vorausgesetzt ist hier aber ein herrschaftsfreier Diskurs, der eben nicht durch partikuläre ökonomische Erfordernisse determiniert sein darf. Rationalität ist so im kommunikativen Handeln selbst begründet.²⁵ Wissenschaft sperrt sich mithin aus ihren eigenen Funktionsprinzipien der Logik unmittelbarer kapitalistischer Verwertbarkeit, in ihrem »kommunistischen Charakter« (Robert K. Merton) lag schon immer etwas gesellschaftlich Unabgeholtenes, das auf die Möglichkeit nicht-warenförmiger Produktion verwies.

Die Hackerkultur ist ein solcher Ausgang aus einem Verblendungszusammenhang. In den Labors für künstliche Intelligenz entwickelte sich eine intellektuelle Kultur des Teilens, deren Produkte heute wesentliche Teile der gesellschaftlichen Produktivkraft umfassen. Hierzu zählen der individuelle, »persönliche« Computer ebenso wie die Infrastruktur des Internets und freie Software. Von letzterer läßt sich mit dem Instrumentarium der neoklassischen Standardökonomie zeigen, daß sie proprietärer Software wohlfahrtsökonomisch überlegen ist. Damit dringt ein nicht-warenförmig organisierter Bereich ins Zentrum kapitalistischer Produktion ein, was unweigerlich zu einer Krise der Akkumulation führen muß. Freilich ist Softwareproduktion wie alle Wissensproduktion *immer* inhärent wertfreie Produktion, und der fundamentale Wandel in der Art der Arbeit, die immer mehr den Einsatz des ganzen Menschen statt bloß der Verausgabung von letztlich auf »einfache Arbeit« zurückführbare Tätigkeiten verlangt, zeugt davon. Wenn sich Arbeit aber fundamental wandelt, dann müssen sich auch die Ausbeutungs- und Herrschaftsverhältnisse wandeln. Verschiedene Autoren konstatieren denn auch eine »Refeudalisierung« bzw. einen »Neofeudalismus«, zugleich ist ein Widerspruch zwischen den Erfordernissen der Produktion und der Realisierung des Werts in der Zirkulationssphäre zu beobachten. Freie Software, die nicht-warenförmig, kollaborativ und an den Bedürfnissen ihrer Entwickler-Benutzer orientiert produziert wird, bildet demgegenüber die Keimform einer alternativen, herrschaftsfreien Produktionsweise. Von interessierten Kreisen wird sie daher auch angegriffen, doch kann dies vom Standpunkt der bürgerlichen Ökonomie nur um den Preis der Aufgabe des Theorems von der prinzipiellen Gleichheit und Rationalität aller Menschen

25 Jürgen Habermas, *Theorie des kommunikativen Handelns*. 2 Bde. Bd. 1: *Handlungsrationalität und gesellschaftliche Rationalisierung*. Bd. 2: *Zur Kritik der funktionalistischen Vernunft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1981; vgl. auch Bettina Heintz, *Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers*. Frankfurt am Main und New York: Campus, 1993, S. 146.

geschehen und muß als Selbstabschaffung liberal-demokratischer Theorie gewertet werden.

Die Geschichte der auf kapitalistischer Akkumulation beruhenden Produktionsweise läßt sich als Geschichte der Enteignung der Produzenten vom Wissen um die Produktion und seiner Vergegenständlichung als Kapital lesen. Als Gegenmodell zur bestehenden Produktionsweise stellt freie Software eine Rückholung des Produktionswissens in die Hände der gesellschaftlichen Produzenten dar. Der Code freier Software ist für seine Benutzer les- und entzifferbar, sie ist idealerweise »designer implemented and user designed«, mithin konviviales Werkzeug im Illich'schen Sinn. Wie Adorno in der Kunst und im ästhetischen Ausdruck eines Ortes gewahrt wurde, in dem die bürgerliche Gesellschaft sich selbst transzendierte – freilich nur als zweckfreier Raum und den umwälzenden Subjekten unzugänglich, somit nicht wirkmächtig – so stellt dieser Bereich der Softwareproduktion einen Ort dar, der die Warenform überschreitet. Und wie jene kritische Kunst durch Kulturindustrie abgeschafft wurde, so wird heute die freie Software durch Repression bedroht (zu nennen sind hier etwa das TRIPS-Abkommen und die Ausweitung des Patentrechts). Diese offenbart freilich eine manifeste Gewalt, insofern außermarktwirtschaftliche Mechanismen angewandt werden und die systemimmanenten Regeln verlassen werden.

Der Code ist ein Kampffeld auch um gesellschaftliche Freiheit. Der Code einer Infrastruktur bildet ihre Architektur, und wer diese bestimmt, kontrolliert einen sozialen Raum. Auch wenn etwa, wie in Kapitel 2.2 dargestellt, das Internet historisch als eine Anwendung freier Software und ihrer Strukturprinzipien betrachtet werden kann, ist doch der Code des Netzes keinesfalls auf ewig in dieses eingeschrieben, sondern kann geändert werden, worauf Lawrence Lessig bereits 1999 hingewiesen hat.²⁶

Die propagierte Wirklichkeit, wie sie sich im Design der allermeisten der auf den Massenmarkt zielenden proprietären Softwareprodukte zeigt, ähnelt im übrigen durchaus der Verdummung durch Kulturindustrie. Computerspiele, auf die die Identifikation mit Kulturindustrie auf den ersten Blick eingängig wäre, sind dabei nicht mein Thema. Ich spreche vielmehr von der Regression durch heutige, proprietäre grafische Benutzeroberflächen, vom dahingestammelten »Da Da Da«, mit der der auf den Bewußtseinsstand des Säuglings regredierte moderne Mensch, die Maus als Zeigefingerersatz, sich seiner eigenen Kreation, der universellen Maschine, nur noch mit dem Bewußtsein des Unmittelbaren zu nähern vermag. Das Versprechen, das, kaum war die Angst vorm allmächtigen »Big Brother« überwunden, sich in der 1984 von Steven Levy formulierten Hackerethik fand: »Computer können dein Leben zum besseren verändern«, droht vergessen zu werden, und der allmächtige Big Brother in Gestalt des neuen Monopols, ob es nun Microsoft, Oracle, Apple oder Facebook heiße, alleiniger Herr über das gestiftete Chaos zu werden.

Demgegenüber stehen die Designprinzipien vieler freier Softwareprojekte, die den Benutzer nicht entmündigen, sondern ihn zur Partizipation

²⁶ Lawrence Lessig, *Code und andere Gesetze des Cyberspace*. Berlin: Berlin Verlag, 2001.

ermutigen: “Be sure to install your sources! Without them, you are like a person who tries to drive a car with his eyes shut!”²⁷ Paradigmatisch entgegengesetzt sind auch die Unix-Leitsätze²⁸: Jedes Programm soll als Filter konzipiert werden und so jedem anderen als Eingabe dienen können, was dem Benutzer komplexe Interaktionen mit dem Computer ermöglicht.

Hegels Forderung, Philosophie müsse ihre Zeit in Gedanken erfassen, weist auf das, was Walter Benjamin den »Zeitkern der Wahrheit« nannte. Marx war sich der historischen Schranke auch seiner eigenen Theorie durchaus bewußt. Im dritten Band des *Kapitals* bekommt der in den *Grundrissen der Kritik der politischen Ökonomie* entfaltete, ökonomisch-soziologische Gedankengang, daß mit einer radikalen Veränderung der Arbeitsbedingungen und damit des Charakters von menschlicher Arbeit auch die Arbeitswertlehre ihre Grundlage verlieren muß, mit der These von tendenziellen Fall der Profitrate allerdings die Form einer rein ökonomischen Eigengesetzlichkeit, die letztlich nicht zu überzeugen vermag. Der Fall der Profitrate erweist sich in der ausgeführten Form als eben *nicht* notwendig. Die ökonomisch-soziologische Beweisführung der Grundrisse aber behält ihre Gültigkeit. Es ist die technische und wissenschaftliche Entwicklung der Produktivkräfte, die zumindest der Möglichkeit nach zur Wiederaneignung des Produktionswissen durch die Produzenten und damit zur Aufhebung des kapitalistischen Charakters der Produktion in ihrem Zentrum führt. Marx’ Antizipation dieses Prozesses möchte ich ausführlich zitieren:

»Es ist nicht mehr der Arbeiter, der modifizierten Naturgegenstand als Mittelglied zwischen das Objekt und sich einschiebt; sondern den Naturprozeß, den er in einen industriellen umwandelt, schiebt er als Mittel zwischen sich und die unorganische Natur, deren er sich bemeistert. Er tritt neben den Produktionsprozeß, statt sein Hauptagent zu sein. In dieser Umwandlung ist es weder die unmittelbare Arbeit, die der Mensch selbst verrichtet, noch die Zeit, die er arbeitet, sondern die Aneignung seiner eignen allgemeinen Produktivkraft, sein Verständnis der Natur und die Beherrschung derselben als Gesellschaftskörper – in einem Wort die Entwicklung des gesellschaftlichen Individuums, die als der große Grundpfeiler der Produktion und des Reichtums erscheint. Der *Diebstahl an fremder Arbeitszeit, worauf der jetzige Reichtum beruht*, erscheint miserable Grundlage gegen diese neuentwickelte, durch die große Industrie selbst geschaffne. Sobald die Arbeit in unmittelbarer Form aufgehört hat, die große Quelle des Reichtums zu sein, hört und muß aufhören die Arbeitszeit sein Maß zu sein und

27 Robert J. Chassel, *An Introduction to Programming in Emacs Lisp*. Revised Third Edition (Emacs 23.2). 3.10. Boston: GNU Press, 2009, S. 141. Vgl. oben, Anm. 66 auf Seite 84 und Anm. 254 auf Seite 134.

28 Vgl. oben, Kapitel 2.3.1 auf Seite 108.

daher der Tauschwert [das Maß] des Gebrauchswerts. Die *Surplusarbeit der Masse* hat aufgehört Bedingung für die Entwicklung des allgemeinen Reichtums zu sein, ebenso wie die *Nichtarbeit der wenigen* für die Entwicklung der allgemeinen Mächte des menschlichen Kopfes. Damit bricht die auf dem Tauschwert ruhnde Produktion zusammen, und der unmittelbare materielle Produktionsprozeß erhält selbst die Form der Notdürftigkeit und Gegensätzlichkeit abgestreift. (...)

Das Kapital ist selbst der prozessierende Widerspruch [dadurch], daß es die Arbeitszeit auf ein Minimum zu reduzieren strebt, während es andererseits die Arbeitszeit als einziges Maß und Quelle des Reichtums setzt. (...) Nach der einen Seite hin ruft es also alle Mächte der Wissenschaft und der Natur, wie der gesellschaftlichen Kombination und des gesellschaftlichen Verkehrs ins Leben, um die Schöpfung des Reichtums unabhängig (relativ) zu machen von der auf sie aufgewandten Arbeitszeit. Nach der andren Seite will es diese so geschaffenen riesigen Gesellschaftskräfte messen an der Arbeitszeit, und sie einbannen in die Grenzen, die erheischt sind, um den schon geschaffnen Wert als Wert zu erhalten. Die Produktivkräfte und gesellschaftlichen Beziehungen – beides verschiedene Seiten der Entwicklung des gesellschaftlichen Individuums – erscheinen dem Kapital nur als Mittel und sind für es nur Mittel, um von seiner bornierten Grundlage aus zu produzieren. In fact aber sind sie die materiellen Bedingungen, um sie in die Luft zu sprengen.«²⁹

Wenn nun aber »die *Surplusarbeit der Masse* aufgehört [hat,] Bedingung für die Entwicklung des allgemeinen Reichtums zu sein, ebenso wie die *Nichtarbeit der wenigen* für die Entwicklung der allgemeinen Mächte des menschlichen Kopfes«, kann wertfreie Produktion einen wesentlichen Bereich der gesellschaftlichen Produktion decken und eine neue Form der Allmende, des *Gemeineigentums*, innerhalb der alten Ökonomie konstituieren.

Gemeineigentum war bis in die frühe Neuzeit die vorherrschende Form von Eigentum. Erst der gewaltsame und grausame Prozeß der im 16. Jahrhundert einsetzenden sogenannten *ursprünglichen Akkumulation* enteignete den gemeinschaftlich bearbeiteten Grund und Boden und überführte so Gemeineigentum in privates. Im *Kapital* beschreibt Marx diesen Prozeß der Expropriation der ländlichen Produzenten am Beispiel von England.³⁰ Feudale Grundherren vernichteten zur Zeit von Heinrich VIII. in einem euphemistisch »Einhegung« genannten Prozeß die bäuerlichen Höfe und vertrieben die Landbevölkerung, um auf dem bäuerlichen Land Schafe weiden zu lassen, mit denen der Wollbedarf der englischen Manufakturen gestillt werden sollte. Thomas Morus prägte das Wort, das in die-

²⁹ Marx, *Grundrisse* (s. Anm. 4), S. 601 f.

³⁰ Marx, *Das Kapital Bd. I* (s. Anm. 4), Kapitel »Die sogenannte ursprüngliche Akkumulation«, S. 741–791.

ser Zeit die Schafe die Menschen auffräßen. Zugleich bedrohte eine »Halsgerichtsordnung« die vagabundierende ehemalige Landbevölkerung mit dem Tod und zwang sie in die Städte, wo sie fortan dem aufstrebenden Manufakturkapitalismus als Arbeitskräftereservoir zur Verfügung standen.

Das dem Privateigentum begrifflich entgegengesetzte *Gemeineigentum* ist nicht identisch mit *Staatseigentum*. Letzteres ist im Gegenteil eine Form des Privateigentums, insofern auch dieses ein exklusives Recht auf den Gebrauch einer Sache ist: das Recht des Staates, andere von ihrem Gebrauch auszuschließen. Gemeineigentum konstituiert hingegen das individuelle Recht jedes Einzelnen, nicht vom Gebrauch oder Nutzen einer Sache ausgeschlossen zu werden.

Gemeineigentum steht dem Privateigentum antagonistisch gegenüber, da es dem Markt jene Ressourcen entzieht, die sich in Gemeinbesitz befinden, und derart eine totale Marktlenkung der Ressourcen stört. Und darin unterscheidet es sich grundlegend von staatlichem Eigentum. Während dieses die »freie Allokation des Marktes« zu ergänzen (und im besten Fall zu regulieren) vermag, behindert Gemeineigentum sie.

Freie Software unter einer Copyleft-Lizenz wie der GPL, die selbstbewußt einen solchen Bereich des Gemeineigentums konstituiert, indem sie sich vor Einhegung durch proprietäre Modelle schützt, könnte so in der Tat die Keimform einer freien Gesellschaft bilden. Äußerungen von Microsofts Vorstandsvorsitzendem Steve Ballmer, der Linux als »Krebsgeschwür, das in Bezug auf geistiges Eigentum alles befällt, was es berührt«³¹, bezeichnete, oder eine Studie im Auftrag der WIPO, die die GPL als »viral« klassifizierte³², greifen genau diese Allmende-konstituierenden Momente an. Daß Microsoft im Juli 2009 knapp 20 000 Zeilen Treiber-Code für Linux unter die GPL stellen mußte³³ und im Juli 2011 ein Microsoftmitarbeiter mehr Änderungen als jeder andere Entwickler zum Kernel 3.0 beisteuerte³⁴, verweist hingegen sowohl auf die ökonomische Bedeutung von freier Software wie auf die Wirkmächtigkeit des Copylefts.

Die enge Einbindung freier Software in die bestehende Ökonomie mit der damit einhergehenden Notwendigkeit der Generierung von Profit erzeugt freilich auch einen Verblendungszusammenhang. Freie Software erscheint den Protagonisten dann als prinzipiell vereinbar mit den Prinzipien kapitalistischer Akkumulation, als Geschäftsmodell, das statt auf geschlossenem auf offenem Quellcode beruht. Der Gründer der Linux-Distribution RedHat, Robert Young, spricht diesbezüglich von »Coopetition«, einem Neologismus, der die Worte »Cooperation« und »Competi-

31 »Microsoft-Chef Ballmer bezeichnet Linux als Krebsgeschwür«. *heise online*. URL: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/18236> (besucht am 17. 08. 2009).

32 Stephen J. Davidson, *A Primer on Open Source Software for Business People and Lawyers*. Minneapolis, Minnesota: Leonard, Street und Deinard, 2004. URL: http://www.wipo.int/export/sites/www/sme/en/documents/pdf/opensource_software_primer.pdf (besucht am 06. 12. 2010), S. 12.

33 Gavin Clarke, »Microsoft opened Linux-driver code after »violating« GPL. Traded credibility for kudos?« In: *The Register* (23. Juli 2009). URL: http://www.theregister.co.uk/2009/07/23/microsoft_hyperv_gpl_violation/ (besucht am 17. 08. 2009).

34 Jonathan Corbet, *Who wrote 3.0 – from two points of view*. July 13, 2011. URL: <http://lwn.net/Articles/451243/> (besucht am 01. 08. 2011).

tion« verbindet.³⁵ Die eigenen Entwicklungen fallen auch dem Konkurrenten zu und vice versa. Tatsächlich ergibt sich für solche Open-Source-Software ein Wettbewerbsvorteil gegenüber Closed-Source-Software, da Entwicklungskosten faktisch geteilt werden. Doch drohen ins Hintertreffen geratene »Coopetitors« ihr Geschäftsmodell zu ändern und zu eisenharten »Competitors« zu werden, wie das Beispiel des ehemaligen Linux-Distributors Caldera/SCO illustriert.³⁶

Auch bedrohen Softwarepatente insbesondere kleine Freie-Software-Projekte – wie überhaupt kleine, unabhängige Softwareproduzenten. Große Projekte wie Linux, OpenOffice.org/Libre Office und Mozilla scheinen hingegen durch ihre Einbindung in bestehende Infrastrukturen hinreichend geschützt – ein Angriff auf diese bedrohte selbst Großkonzerne existenziell. Doch zeigen diese Beispiele, daß freie Software aus sich heraus noch nicht notwendig den Verblendungszusammenhang durchschaut und es daher nottut, die kapitalistischen *Produktionsbedingungen* zu adressieren und »die Warenform selbst und als solches [zu] hinterfragen«.³⁷ Der durch Copyleft-Lizenzen wie die GPL geschaffene Bereich der Wissensallmende konstituiert aber einen Bereich kollektiver Produktion, in dem der Möglichkeit nach der ideologische Charakter solcher Vorstellungen erkannt werden kann und der nicht nur praktisch, sondern auch theoretisch das Kapitalverhältnis negiert. Die Theorie müßte freilich in geschichtsmaterialistischer Betrachtungsweise den ökonomischen Wandlungsprozeß in seinem Zusammenhang mit dem Wandel der begrifflichen Kategorien analysieren, um die gegenwärtige ideologische Verkehrung, wie sie in der Rede von »Open Source« aufscheint, zu überschreiten. Eine solche fundierte Kritik der politischen Ökonomie der Wissensgesellschaft ist nötig, und angesichts des langsam aufscheinenden Morgens der anbrechenden Wissensgesellschaft und der einhergehenden qualitativ neuen sozialen und ökonomischen Auseinandersetzungen darf die Eule der Minerva ihren Flug nicht erst bei Einsetzen der Dämmerung beginnen.

35 Robert Young und Wendy Goldman Rohm, *Der Red Hat Coup. Wie die Open Source-Bewegung und Red Hat die Softwareindustrie revolutionieren – und Microsoft überrumpeln*. Bonn: MITP, 2000, S. 13, behaupten »daß das traditionelle Modell der proprietären Softwareentwicklung sehr viel mit den alten Feudalsystemen gemein hatte. Software wurde von kleinen Teams aus Softwareingenieuren entwickelt, die die Kontrolle über die Benutzer ihrer Produkte dadurch ausübten, daß sie die Technologie streng überwachten. Die Benutzer konnten bei der Verwendung der Softwaretechnologie, von der sie abhängig waren, nicht frei entscheiden. Open Source ist dagegen eher mit der modernen Marktwirtschaft zu vergleichen, auf der demokratische Gesellschaften basieren. Wir haben die Möglichkeit, auf das Wissen und die Beiträge jener aufzubauen, die uns in dieser offenen freien Gesellschaft vorangegangen sind.« Dieses Zitat zeigt deutlich den ideologischen Charakter solcher Auffassungen. Die Widersprüche, in die der Kapitalismus bei der Kommodifizierung von Wissen gerät, werden ebenso benannt wie der demokratische Charakter freier Software. Doch wird Demokratie mit Marktwirtschaft gleichgesetzt (mehr noch: Demokratie *basiert* auf Marktwirtschaft!) und der Wissenskommunismus ignoriert – das Entwicklungsmodell von »Open Source«-Software erscheint so als Verwirklichung marktwirtschaftlicher Prinzipien.

36 Vgl. dazu oben, Anm. 196 auf Seite 117.

37 Sabine Nuss, *Copyright & Copyriot. Aneignungskonflikte um geistiges Eigentum im informationellen Kapitalismus*. Münster: Westfälisches Dampfboot, 2006, S. 212.

Teil V

ANHANG

LITERATUR

- Accetta, Mike, Robert Baron, William Bolosky, et al., "Mach: A new Kernel Foundation For UNIX Development." In: *USENIX Association, Summer Conference Proceedings 1986, June 9–13*. Atlanta, Georgia USA, 1986, pp. 93–112 (siehe S. 140).
- Alembert, Jean Le Rond d', *Einleitung zur Enzyklopädie*. Durchgesehen und mit einer Einleitung herausgegeben von Günther Mensching. Hamburg: Meiner, 1997 (siehe S. 285, 397).
- Allen, James D., *Why I Love C (and Hate C++)*. URL: <http://freepages.genealogy.rootsweb.com/~jamesdow/Tech/ilovec.htm> (besucht am 24. 02. 2005). (Siehe S. 72).
- Anschütz, Herbert, *Kybernetik kurz und bündig. Kybernetik-Skelett*. 3. Aufl. Würzburg: Vogel, 1974. (1. Aufl. 1970) (siehe S. 38).
- Apple Introduces the First Low Cost Microcomputer System with a Video Terminal and 8K Bytes of RAM on a Single PC Card*. 1976. URL: <http://apple2history.org/museum/ads/a1ad1.html> (besucht am 11. 04. 2005). (Siehe S. 128).
- Aristoteles, *Politik*. Hrsg. und übers. von Olof Gigon. 3. Aufl. München: dtv, 1978 (siehe S. 281, 282).
- Ashby, W. Ross, *Design for a Brain*. New York, 1952 (siehe S. 43).
- Babbage, Charles, *Die Ökonomie der Maschine* (1832). Mit einem Vorwort von Peter Brödner. Erweiterte und redigierte Fassung auf Grundlage der Übersetzung von G. Friedenbergs aus dem Jahr 1833. Berlin: Kadmos, 1999 (siehe S. 27, 29, 30, 35, 36, 148).
- , *Passagen aus einem Philosophenleben* (1864). Mit einem Vorwort von Bernhard J. Dotzler. Berlin: Kadmos, 1999 (siehe S. 37, 51, 75, 307, 314, 315, 405).
- Bacon, Francis, *Das neue Organon (Novum Organon)* (1620). Hrsg. von Manfred Buhr. 2., durchgesehene Aufl. Berlin (Ost): Akademie, 1982 (siehe S. 286).
- , *Neues Organon* (1620). Lateinisch – deutsch. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Wolfgang Krohn. Bd. 1. Hamburg: Felix Meiner, 1990 (siehe S. 289).
- , "Of the Dignity and Advancement of Learning, Book VI." In: *The Works of Francis Bacon*. Ed. by James Spedding, Robert Leslie Ellis, and Douglas Denon Heath. Vol. IX. Boston: Taggard and Thompson, 1864, pp. 13–357. (Reprint Michigan: Scholarly Press, 1976) (siehe S. 34).
- Barbrook, Richard, »Die heiligen Narren. Deleuze, Guattari und die High-tech Geschenksökonomie«. Kap. »Die Hi-tech Geschenksökonomie«. In: *telepolis* (22. Dez. 1998). URL: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/6/6344/7.html> (besucht am 10. 08. 2010) (siehe S. 1, 244).
- Barbrook, Richard und Andy Cameron, »Die kalifornische Ideologie. Wiedergeburt der Moderne«. In: *telepolis* (5. Feb. 1997). URL: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/6/6344/7.html>

- [//www.heise.de/tp/r4/artikel/1/1007/1.html](http://www.heise.de/tp/r4/artikel/1/1007/1.html) (besucht am 18. 04. 2005) (siehe S. 66).
- Bärwolff, Matthias, Robert A. Gehring und Bernd Lutterbeck (Hrsg.), *Open Source Jahrbuch. Zwischen Softwareentwicklung und Gesellschaftsmodell*. (Seit 2007: Zwischen freier Software und Gesellschaftsmodell). Berlin: Lehmanns Media, 2004–2008 (siehe S. 8).
- Bataille, Georges and René Queneau, "The Critique of the Foundations of the Hegelian Dialectic" (1932). In: Bataille, Georges, *Visions of Excess. Selected Writings 1927–1939*. Ed., with an introd., by Allan Stoekl. Minneapolis (MN): University of Minnesota Press, 1985, pp. 105–115 (siehe S. 342).
- Bein, Thomas, »Zum ›Autor‹ im mittelalterlichen Literaturbetrieb und im Diskurs der germanistischen Mediavistik«. In: *Rückkehr des Autors. Zur Erneuerung eines umstrittenen Begriffs*. Hrsg. von Fotis Jannidis, Gerhard Lauer, Matias Martinez und Simone Winker. Tübingen: Max Niemeyer, 1999, S. 303–320 (siehe S. 156).
- Bell, Daniel, *Die nachindustrielle Gesellschaft*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1979 (siehe S. 189, 196, 198, 201–204, 207).
- Bemer, Robert William, »How to consider a computer«. In: *Automatic Control Magazine* (März 1957), S. 66–69 (siehe S. 78).
- Benkler, Yochai, "Coase's Penguin, or, Linux and The Nature of the Firm." In: *Yale Law Journal* 112 (2002), pp. 369–446. URL: <http://www.yalelawjournal.org/images/pdfs/354.pdf> (siehe S. 18, 112, 240).
- Benoît, Paul, »Rechnen, Algebra und Warenhandel«. In: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Hrsg. von Michel Serres. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994, S. 350–393 (siehe S. 48, 349).
- Benoît, Paul und Françoise Micheau, »Die Araber als Vermittler«. In: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Hrsg. von Michel Serres. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994, S. 268–313 (siehe S. 349).
- Bergler, Edmund, *Psychology of Gambling*. New York, 1957 (siehe S. 274).
- Berners-Lee, Tim, *Der Web-Report. Der Schöpfer des World Wide Web über das grenzenlose Potential des Internets*. Unter Mitarb. von Mark Fischetti. München: Econ, 1999 (siehe S. 102–106).
- Bischoff, Joachim, *Mythen der New Economy. Zur politischen Ökonomie der Wissenschaft*. Hamburg: VSA, 2001 (siehe S. 227).
- Blackmore, John T., »Mach über Atome und Relativität. Neueste Forschungsergebnisse«. In: *Ernst Mach – Werk und Wirkung*. Hrsg. von Rudolf Haller und Friedrich Stadler. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky, 1988, S. 463–483 (siehe S. 331).
- Bleich, Holger, »Bosse der Fasern. Die Infrastruktur des Internet«. In: *c't* 7 (2005), S. 88–90 (siehe S. 103).
- Bloch, Ernst, *Das Prinzip Hoffnung*. 3 Bde. Gesamtausgabe Bd. 5. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1959 (siehe S. 192, 429).
- Bluma, Lars, *Norbert Wiener und die Entstehung der Kybernetik im Zweiten Weltkrieg. Eine historische Fallstudie zur Verbindung von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft*. Reihe Kritische Informatik 2. Münster: Lit, 2005 (siehe S. 43, 67).

- Bödeker, Sebastian, Oliver Moldenhauer und Benedikt Rubbel, *Wissensallmende. Gegen die Privatisierung des Wissens der Welt durch »geistige Eigentumsrechte«*. Hamburg: VSA, o. J. (2005) (siehe S. 5, 6).
- Boole, George, *The Mathematical Analysis of Logic. Being an Essay Towards a Calculus of Deductive Reasoning*. Cambridge and London: Macmillan, Barclay & Macmillan/George Bell, 1847. (Neudruck New York: Philosophical Library, 1948/1951) (siehe S. 38).
- Borges, Jorge Luis, »Die analytische Sprache von John Wilkins« (1952). In: Ders., *Gesammelte Werke*. Bd. 3: *Inquisitionen. Vorworte*. Hrsg. von Gisbert Haefs und Fritz Arnold. München: Hanser, 2003, S. 109–113 (siehe S. 57).
- Borsook, Paulina, "How Anarchy Works. On location with the masters of the metaverse, the Internet Engineering Task Force." In: *Wired* 3.10 (Oct. 1995), pp. 110–118. URL: <http://www.wired.com/wired/archive/3.10/ietf.html> (besucht am 04. 01. 2006) (siehe S. 92).
- Boston Consulting Group, *Hacker Survey*. Release 0.3. LinuxWorld Presentation, Jan. 31, 2002. URL: <http://www.ostg.com/bcg/BCGHACKERSURVEY.pdf> (besucht am 15. 04. 2007) (siehe S. 245, 256).
- Bourdieu, Pierre u. a., *Das Elend der Welt. Zeugnisse und Diagnosen alltäglichen Leidens an der Gesellschaft*. Konstanz: UVK, 1997 (siehe S. 259).
- Bowker, Geof, »Der Aufschwung der Industrieforschung«. In: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Hrsg. von Michel Serres. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994, S. 828–867 (siehe S. 195).
- Bradner, Scott, "The Internet Engineering Task Force." In: *Open Sources. Voices from the Open Source Revolution*. Ed. by Chris DiBona, Sam Ockman, and Mark Stone. Sebastopol, Ca.: O'Reilly, 1999, pp. 47–52 (siehe S. 94, 103).
- Brand, Ulrich und Christoph Görg, *Postfordistische Naturverhältnisse. Konflikte um genetische Ressourcen und die Internationalisierung des Staates*. Mit Beiträgen von Karin Blank, Joachim Hirsch und Markus Wissen. Münster: Westfälisches Dampfboot, 2003 (siehe S. 6, 7).
- Braverman, Harry, *Die Arbeit im modernen Produktionsprozeß*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977 (siehe S. 26, 29).
- Brockman, John (Hrsg.), *Die dritte Kultur. Das Weltbild der modernen Naturwissenschaft*. München: Goldmann, 1996.
- , (Hrsg.), *Die neuen Humanisten. Wissenschaft an der Grenze*. Berlin: Ullstein, 2004 (siehe S. 384).
- , »Einleitung. Die dritte Kultur entsteht«. In: *Die dritte Kultur. Das Weltbild der modernen Naturwissenschaft*. Hrsg. von John Brockman. München: Goldmann, 1996, S. 15–35 (siehe S. 383, 384).
- Buchheim, Thomas, *Aristoteles*. Freiburg i. Br.: Herder, o. J. (siehe S. 331).
- Buckmiller, Michael, »Die Anwendung der materialistischen Geschichtsauffassung auf die Geschichte des Marxismus«. In: Korsch, Karl, *Gesamtausgabe*. Bd. 3: *Marxismus und Philosophie. Schriften zur Theorie der Arbeiterbewegung 1920–1923*. Hrsg. und mit einer Einl. vers.

- von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1993, S. 11–75 (siehe S. 367).
- Buckmiller, Michael, »Die ›Marxistische Arbeitswoche‹ 1923 und die Gründung des ›Instituts für Sozialforschung‹«. In: *Grand Hotel Abgrund. Eine Photobiographie der Frankfurter Schule*. Hrsg. von Willem van Reijen und Gunzelin Schmid Noerr. 2., überarb. u. erw. Aufl. Hamburg: Junius, 1990, S. 145–186 (siehe S. 367).
- , »Erkenntnis und umwälzende Praxis. Karl Korsch zwischen materialistischer Dialektik und Neopositivismus«. In: *Philosophie und Empirie*. Hrsg. von Detlev Claussen, Oskar Negt und Michael Werz. Bd. 4. Hannoversche Schriften. Frankfurt am Main: Neue Kritik, 2001, S. 167–193 (siehe S. 364, 366, 367).
- Bulthaup, Peter, »Die Moral der Wissenschaft«. In: Ders., *Zur gesellschaftlichen Funktion der Naturwissenschaften*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1973, S. 115–139 (siehe S. 382).
- , »Die transzendente Einheit der Apperzeption, das System des Wissens und der Begriff gesellschaftlicher Arbeit«. In: Ders., *Zur gesellschaftlichen Funktion der Naturwissenschaften*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1973, S. 84–114 (siehe S. 382).
- , »Naturwissenschaftliche Bildung«. In: Ders., *Zur gesellschaftlichen Funktion der Naturwissenschaften*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1973, S. 7–26 (siehe S. 381–383).
- , *Zur gesellschaftlichen Funktion der Naturwissenschaften*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1973.
- Carnap, Rudolf, »Die Antinomien und die Unvollständigkeit der Mathematik«. In: *Monatshefte für Mathematik und Physik* 41 (1934), S. 263–284 (siehe S. 363).
- , »Die Aufgabe der Wissenschaftslogik« (1934). In: *Einheitswissenschaft*. Hrsg. von Joachim Schulte und Brian McGuiness. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1992, S. 90–117 (siehe S. 300, 362).
- , »Intellectual Autobiography.« In: *The Philosophy of Rudolf Carnap*. Ed. by Paul Arthur Schilpp. The Library of Living Philosophers 21. La Salle, Ill. and London: Open Court and Cambridge University Press, 1963, pp. 3–84 (siehe S. 347, 348).
- Carnap, Rudolf, Hans Hahn und Otto Neurath, »Wissenschaftliche Weltauffassung – der Wiener Kreis« (1929). In: Neurath, Otto, *Wissenschaftliche Weltauffassung, Sozialismus und Logischer Empirismus*. Hrsg. von Rainer Hegselmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979, S. 81–101 (siehe S. 349, 351, 356, 357, 361).
- Castells, Manuel, *Das Informationszeitalter*. Bd. 1: *Der Aufstieg der Netzwerkgesellschaft*. Opladen: leske + budrich, 2001 (siehe S. 233).
- Cerf, Vinton G. and Robert E. Kahn, »A Protocol for Packet Network Interconnection.« In: *IEEE Transactions on Communications* 22.5 (May 1974), pp. 637–648 (siehe S. 99).
- Chaos Computer Club, *Hackerethik. Was sind die ethischen Grundsätze des Hackens – Motivation und Grenzen*. 2005. URL: <http://www.ccc.>

- de/hackerethics?language=de (besucht am 21. 02. 2005). (Siehe S. 72).
- Chassel, Robert J., *An Introduction to Programming in Emacs Lisp*. Revised Third Edition (Emacs 23.2). 3.10. Boston: GNU Press, 2009 (siehe S. 134, 435).
- Clark, Colin, *The Conditions of Economic Progress*. Second edition, completely rewritten. London: Macmillan & Co., 1951 (siehe S. 194).
- Clarke, Gavin, »Microsoft opened Linux-driver code after ›violating‹ GPL. Traded credibility for kudos?« In: *The Register* (23. Juli 2009). URL: http://www.theregister.co.uk/2009/07/23/microsoft_hyperv_gpl_violation/ (besucht am 17. 08. 2009) (siehe S. 437).
- Coase, Ronald H., "The Nature of the Firm" (1937). In: idem, *The Firm, the Market and the Law*. Chicago and London: University of Chicago Press, 1988, pp. 33–55 (siehe S. 254).
- Cohen, John, *Golem und Roboter. Über künstliche Menschen*. Frankfurt am Main: Umschau, 1968 (siehe S. 280, 281, 283).
- Corbet, Jonathan, *Who wrote 3.0 – from two points of view*. July 13, 2011. URL: <http://lwn.net/Articles/451243/> (besucht am 01. 08. 2011). (Siehe S. 437).
- Crevier, Daniel, *Eine schöne neue Welt? Die aufregende Geschichte der künstlichen Intelligenz*. Düsseldorf, Wien und New York: Econ, 1994 (siehe S. 69, 91, 264, 290, 306, 420).
- Cusumano, Michael A. and Richard W. Selby, "How Microsoft Builds Software." In: *Communications of the ACM* 40.6 (June 1997), pp. 53–61 (siehe S. 132).
- Dahms, Hans-Joachim, *Positivismusstreit. Die Auseinandersetzungen der Frankfurter Schule mit dem logischen Positivismus, dem amerikanischen Pragmatismus und dem kritischen Rationalismus*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994 (siehe S. 346, 373, 374, 376, 378).
- Dammbeck, Lutz, *Das Netz. Die Konstruktion des Unabombers*. Im Anhang: Die industrielle Gesellschaft und ihre Zukunft (Unabomber-Manifest). Hamburg: Edition Nautilus, 2005 (siehe S. 84, 86).
- Davidson, Stephen J., *A Primer on Open Source Software for Business People and Lawyers*. Minneapolis, Minnesota: Leonard, Street and Deinard, 2004. URL: http://www.wipo.int/export/sites/www/sme/en/documents/pdf/opensource_software_primer.pdf (besucht am 06. 12. 2010) (siehe S. 437).
- DiBona, Chris, Sam Ockman, and Mark Stone (eds.), *Open Sources. Voices from the Open Source Revolution*. Sebastopol, Ca.: O'Reilly, 1999 (siehe S. 7).
- Diedrich, Oliver, *IBM: Linux rechnet sich*. 30. 01. 2002. URL: <http://heise.de/-51299> (besucht am 05. 02. 2006). (Siehe S. 244).
- Dietz, Adolf, »Urheberrecht im Wandel. Paradigmenwechsel im Urheberrecht«. In: *Woher kommt das Urheberrecht und wohin geht es? Wurzeln, geschichtlicher Ursprung und Zukunft des Urheberrechts*. Hrsg. von Robert Dittrich. Wien: Manzsche Verlags- und Universitätsbuchhandlung, 1998, S. 200–213 (siehe S. 188).

- Dittrich, Robert (Hrsg.), *Woher kommt das Urheberrecht und wohin geht es? Wurzeln, geschichtlicher Ursprung und Zukunft des Urheberrechts*. Wien: Manzsche Verlags- und Universitätsbuchhandlung, 1998.
- Dotzler, Bernhard und Friedrich Kittler, »Nachwort«. In: Turing, Alan M., *Intelligence Service*. Schriften. Hrsg. von Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987, S. 209–233 (siehe S. 37).
- Drake, Stillman, *Galilei*. Freiburg i. Br., Basel und Wien: Herder, 1999 (siehe S. 288, 289).
- Dvořák, Johann, »Ernst Mach – ein ›moderner Materialist‹? Zur wissenschaftlichen Methode bei Marx, Engels und Mach«. In: *Ernst Mach – Werk und Wirkung*. Hrsg. von Rudolf Haller und Friedrich Stadler. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky, 1988, S. 329–341 (siehe S. 327, 329, 330, 420).
- Eastlake, Donald E., *ITS Status Report*. Tech. rep. 238. MIT, A. I. Lab Memo, Apr. 1972 (siehe S. 80, 264).
- Ehlers, Torben, *Der Aufstand der Zapatisten. Die »widerspenstige Schnecke« (EZLN) im Spiegel der Bewegungsforschung*. Marburg: Tectum, 2009 (siehe S. 7).
- Einstein, Albert, *Brief an Cornelius Láncozos vom 21. März 1942*. URL: <http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz9303/mgy9303.html> (besucht am 08. 07. 2005) (siehe S. 318).
- Eisenhower's farewell address on 17 January 1961*. Wikisource, The Free Library. Nov. 2006. URL: http://en.wikisource.org/w/index.php?title=Eisenhower's_farewell_address&oldid=281880 (besucht am 02. 02. 2007) (siehe S. 68).
- Elkin-Koren, Niva, "Copyright Policy and the Limits of Freedom of Contract." In: *Berkeley Technology Law Journal* 12.1 (Spring 1997), pp. 93–114. URL: http://bt1j.boalt.org/data/articles/12-1_spring_1997_symp_4-elkin-koren.pdf (besucht am 10. 04. 2006) (siehe S. 180).
- Engels, Friedrich, *Dialektik der Natur* (1873–1883). MEW Bd. 20. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 305–570 (siehe S. 338, 340–343, 392).
- , *Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft* (»Anti-Dühring«) (1878). MEW Bd. 20. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 1–303 (siehe S. 338, 340–342).
- , *Konспект über »Das Kapital« von Karl Marx. Erster Band*. MEW Bd. 16. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 243–287 (siehe S. 337).
- , »Ludwig Feuerbach und der Ausgang der klassischen deutschen Philosophie« (1886). In: MEW Bd. 21. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 259–307 (siehe S. 338–340, 344, 427).
- Engels, Friedrich und Karl Marx, *Die Heilige Familie, oder Kritik der kritischen Kritik. Gegen Bruno Bauer & Consorten* (1844/45). MEW Bd. 2. Berlin (Ost): Dietz, 1972, S. 3–223 (siehe S. 334).
- , *Die Heilige Familie, oder Kritik der kritischen Kritik. Gegen Bruno Bauer & Consorten* (1844/45). In: Marx, Karl, *Die Frühschriften*. Hrsg.

- von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 379–401 (siehe S. 291).
- Euchner, Walter, *John Locke zur Einführung*. Hamburg: Junius, 1996 (siehe S. 297).
- Eusterschulte, Anne, *Giordano Bruno zur Einführung*. Hamburg: Junius, 1997 (siehe S. 313).
- Fichte, Johann Gottlieb, »Beweis der Unrechtmäßigkeit des Büchernachdrucks. Ein Räsonnement und eine Parabel« (1781). In: Ders., *Gesamtausgabe der bayerischen Akademie der Wissenschaften*. Bd. 1: *Werke 1791–1794*. Hrsg. von Reinhard Lauth und Hans Jacob. Stuttgart-Bad Cannstadt: Friedrich Frommann, 1964, S. 405–426 (siehe S. 174).
- Fleischmann-Heck, Isa, »Schrift im Gebrauch. Lese- und Schreibkultur im Spätmittelalter«. In: *Gutenberg – aventur und kunst. Vom Geheimunternehmen zur ersten Medienrevolution*. Hrsg. von Stadt Mainz. Katalog zur Ausstellung der Stadt Mainz anlässlich des 600. Geburtstages von Johannes Gutenberg 14. April–3. Oktober 2000. Mainz, 2000, S. 144–157 (siehe S. 156).
- Foerster, Heinz von, »Ethik und Kybernetik zweiter Ordnung«. Vortrag. In: Ders., *Short Cuts*. Hrsg. von Peter Gente, Heidi Paris und Martin Weinmann. Frankfurt am Main: Zweitausendeins, 2001, S. 40–66 (siehe S. 417).
- , »Meine eigene Geschichte ist anders verlaufen« (1995). Interview in *Stanford Humanities Review*. In: Ders., *Short Cuts*. Hrsg. von Peter Gente, Heidi Paris und Martin Weinmann. Frankfurt am Main: Zweitausendeins, 2001, S. 75–120 (siehe S. 417).
- , *Short Cuts*. Hrsg. von Peter Gente, Heidi Paris und Martin Weinmann. Frankfurt am Main: Zweitausendeins, 2001.
- , »Unordnung/Ordnung«. In: Ders., *Wissen und Gewissen. Versuch einer Brücke*. Hrsg. von Siegfried J. Schmidt. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1993, S. 134–148 (siehe S. 320).
- , »Wissenschaft des Unwißbaren« (1994). In: Ders., *Short Cuts*. Hrsg. von Peter Gente, Heidi Paris und Martin Weinmann. Frankfurt am Main: Zweitausendeins, 2001, S. 139–181 (siehe S. 418).
- Forrester, Jay W., »Das Verhalten sozialer Systeme« (1971). In: *Sozialkybernetik*. Hrsg. von Gerhard Kade und Reinhard Hujer. Düsseldorf und Wien: Econ, 1974, S. 201–232 (siehe S. 60–62).
- Foucault, Michel, »Was ist ein Autor?« In: Ders., *Schriften zur Literatur*. Frankfurt am Main: Fischer, 1988, S. 7–31 (siehe S. 162).
- Free Software Foundation, *The Free Software Definition*. URL: <http://www.fsf.org/licensing/essays/free-sw.html> (besucht am 06.02.2006). (Siehe S. 12).
- Freiberger, Paul and Michael Swaine, *Fire in the Valley. The Making of the Personal Computer*. 2nd ed. New York et al.: McGraw-Hill, 2000 (siehe S. 17, 118, 123–132).
- Freud, Sigmund, *Das Unbehagen in der Kultur* (1930 [1929]). In: Ders., *Studienausgabe*. Bd. IX: *Fragen der Gesellschaft/Ursprünge der Reli-*

- gion. Hrsg. von Alexander Mitscherlich, Angela Richards und James Strachey. Frankfurt am Main: Fischer, 2000, S. 191–270 (siehe S. 368–371).
- Freud, Sigmund, *Die Zukunft einer Illusion* (1927). In: Ders., *Studienausgabe*. Bd. IX: *Fragen der Gesellschaft/Ursprünge der Religion*. Hrsg. von Alexander Mitscherlich, Angela Richards und James Strachey. Frankfurt am Main: Fischer, 2000, S. 135–189 (siehe S. 370).
- , »Dostojewski und die Vätertötung« (1928 [1927]). In: Ders., *Studienausgabe*. Bd. X: *Bildende Kunst und Literatur*. Hrsg. von Alexander Mitscherlich, Angela Richards und James Strachey. Frankfurt am Main: Fischer, 2000, S. 271–286 (siehe S. 274).
- , *Eine Kindheitserinnerung des Leonardo da Vinci* (1910). In: Ders., *Studienausgabe*. Bd. X: *Bildende Kunst und Literatur*. Hrsg. von Alexander Mitscherlich, Angela Richards und James Strachey. Frankfurt am Main: Fischer, 2000, S. 87–159 (siehe S. 370).
- , »Eine Schwierigkeit der Psychoanalyse« (1917). In: Ders., *Gesammelte Werke*. Bd. XII: *Werke aus den Jahren 1917–1920*. Hrsg. von Anna Freud, Edward Bibring, Willi Hoffer u. a. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Fischer, 1955, S. 3–12 (siehe S. 287, 368).
- , *Massenpsychologie und Ich-Analyse* (1921). In: Ders., *Studienausgabe*. Bd. IX: *Fragen der Gesellschaft/Ursprünge der Religion*. Hrsg. von Alexander Mitscherlich, Angela Richards und James Strachey. Frankfurt am Main: Fischer, 2000, S. 287–444 (siehe S. 370).
- , *Vorlesungen zur Einführung in die Psychoanalyse* (1916–1917). In: Ders., *Studienausgabe*. Bd. I: *Vorlesungen zur Einführung in die Psychoanalyse Und Neue Folge*. Hrsg. von Alexander Mitscherlich, Angela Richards und James Strachey. Frankfurt am Main: Fischer, 2000, S. 33–445 (siehe S. 410).
- Freymuth, Gundolf S., »Die neue Hackordnung. Aus der Open-Source Geschichte lernen, Teil 2«. In: *c't* 21 (2001), S. 270–277 (siehe S. 239).
- , »Offene Geheimnisse. Aus der Open-Source Geschichte lernen, Teil 1«. In: *c't* 20 (2001), S. 176–183 (siehe S. 239, 240).
- Gates, Bill, *An Open Letter to Hobbyists*. 1976. URL: <http://www.adp-gmbh.ch/personal/histoire/lettergates.html> (besucht am 07. 04. 2005). (Siehe S. 125).
- , *Der Weg nach vorn. Die Zukunft der Informationsgesellschaft*. Unter Mitarb. von Nathan Myhrvold und Peter Rinearson. Hamburg: Hoffmann und Campe, 1995 (siehe S. 131).
- , *The Internet Tidal Wave*. Microsoft Internal Memorandum to Executive Staff and Direct Reports. Made publicly available at United States Department of Justice. United States vs. Microsoft Trial Exhibits. May 25, 1995. URL: <http://www.justice.gov/atr/cases/exhibits/20.pdf> (besucht am 14. 03. 2010) (siehe S. 149).
- Geier, Manfred, *Der Wiener Kreis*. Mit Selbstzeugnissen und Bilddokumenten. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1992 (siehe S. 326, 347, 355, 356, 361, 363, 364).

- Gieseke, Ludwig, *Vom Privileg zum Urheberrecht. Die Entwicklung des Urheberrechts in Deutschland bis 1845*. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft, 1995 (siehe S. 156, 161, 162, 164–166, 168, 170, 179).
- Gieseke, Michael, *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit. Eine historische Fallstudie über die Durchsetzung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1991 (siehe S. 157–165, 167, 285).
- Glaser, Ernst, *Im Umfeld des Austromarxismus. Ein Beitrag zur Geistesgeschichte des österreichischen Sozialismus*. Wien: Europa, 1981 (siehe S. 284, 325).
- Gödel, Kurt, »Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I«. In: *Monatsheft für Mathematik und Physik* 38 (1931), S. 173–198 (siehe S. 400).
- Goldhammer, Klaus, »Wissengesellschaft und Informationsgüter aus ökonomischer Sicht«. In: *Wissen und Eigentum. Geschichte, Recht und Ökonomie stoffloser Güter*. Hrsg. von Jeanette Hofmann. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung, 2006, S. 81–106 (siehe S. 249).
- Goldstein, Catherine, »Das Eine ist das Andere. Eine Geschichte des Kreises«. In: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Hrsg. von Michel Serres. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994, S. 228–267 (siehe S. 349).
- Gorz, André, *Abschied vom Proletariat. Jenseits des Sozialismus*. Reinbek bei Hamburg: rororo, 1983 (siehe S. 242).
- , »Vom totalitären Vorhaben des Kapitals. Notizen zu Jeremy Rifkins ›The Age of Access««. In: *Freitag* 28 (6. Juli 2001). URL: <http://www.freitag.de/2001/28/01281101.php> (besucht am 18. 04. 2005) (siehe S. 244).
- , *Wissen, Wert und Kapital. Zur Kritik der Wissensökonomie*. Zürich: Rotpunkt, 2004 (siehe S. 17, 56, 219, 234, 244–246, 267).
- , *Zur Strategie der Arbeiterbewegung im Neokapitalismus*. Frankfurt am Main: Europäische Verlagsanstalt, 1967 (siehe S. 118, 198, 199).
- Gosling, James, "A redisplay algorithm." In: *Proceedings of the ACM SIGPLAN SIGOA symposium on Text manipulation*. New York: ACM Press, 1981, pp. 123–129 (siehe S. 135).
- Grassmuck, Volker, »Die Turing-Galaxis. Das Universal-Medium auf dem Weg zur Weltsimulation«. In: *Lettre International, deutsche Ausgabe* 28 (1. Quartal 1995), S. 48–55 (siehe S. 386).
- , *Freie Software zwischen Privat- und Gemeineigentum*. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung, 2002 (siehe S. 7, 17, 162, 167, 169, 180–182, 184).
- , *Vom Animismus zur Animation. Anmerkungen zur Künstlichen Intelligenz*. Hamburg: Sammlung Junius, 1988 (siehe S. 18).
- Greenberg, Bernard S., *Multics Emacs. The History, Design and Implementation*. 1979, 1996. URL: <http://www.multicians.org/mepap.html> (besucht am 31. 03. 2006). (Siehe S. 134).

- Gröhndahl, Boris, *Hacker*. Hamburg: Europäische Verlagsanstalt und Rotbuch, 2000 (siehe S. 17, 66, 76, 151).
- Gross, Neil, Peter Coy, and Otis Port, "How companies can thrive as prices drive." In: *Business Week* (Mar. 6, 1995), pp. 76–77. URL: <http://www.businessweek.com/1998/35/z3414001.htm> (siehe S. 232).
- Grossmann, Henryk, *Das Akkumulations- und Zusammenbruchsgesetz des kapitalistischen Systems* (1929). Mit einer Einl. von Wolf Rosenbaum. Frankfurt am Main: Neue Kritik, 1967 (siehe S. 223).
- Gutsche, Jörg, »Ökonomische Analyse offener Software«. Inauguraldissertation. Universität Mannheim, 2006. URL: <http://bibserv7.bib.uni-mannheim.de/madoc/volltexte/2006/1169/pdf/DissGutsche.pdf> (besucht am 22.06.2010) (siehe S. 249).
- Haas, Franz-Werner, *Das TRIPS-Abkommen: Geistiges Eigentum als Gegenstand des Welthandelsrechts. Das TRIPS-Abkommen und seine Auswirkungen unter Berücksichtigung der Rechtsordnung der Europäischen Gemeinschaft*. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft, 2004 (siehe S. 183, 185–188).
- Habermas, Jürgen, *Theorie des kommunikativen Handelns*. 2 Bde. Bd. 1: *Handlungsrationalität und gesellschaftliche Rationalisierung*. Bd. 2: *Zur Kritik der funktionalistischen Vernunft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1981 (siehe S. 433).
- , *Strukturwandel der Öffentlichkeit. Untersuchung zu einer Kategorie der bürgerlichen Gesellschaft*. 16. Aufl. Darmstadt und Neuwied: Luchterhand, 1984 (siehe S. 235).
- , *Technik und Wissenschaft als »Ideologie«*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1968 (siehe S. 62, 192, 197, 231, 359).
- , »Technischer Fortschritt und soziale Lebenswelt« (1966). In: *Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz. Dialog über die »zwei Kulturen«*. Hrsg. von Helmut Kreuzer. Unter Mitarb. von Wolfgang Klein. Stuttgart: Ernst Klett, 1969, S. 238–252 (siehe S. 381).
- Hafner, Katie und Matthew Lyon, *ARPAKadabra oder die Geschichte des Internet*. 2. Aufl. Heidelberg: dpunkt, 2000 (siehe S. 11, 17, 78, 81, 82, 84–88, 91–102, 114, 133).
- Hahn, Hans, »Logik, Mathematik und Naturerkennen« (1933). In: *Einheitswissenschaft*. Hrsg. von Joachim Schulte und Brian McGuinness. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1992, S. 57–89 (siehe S. 297, 348, 351, 352).
- , »Überflüssige Wesenheiten (Occams Rasiermesser)« (1929/30). In: *Logischer Empirismus – Der Wiener Kreis*. Ausgewählte Texte mit einer Einleitung. Hrsg. von Hubert Schleichert. München: Fink, 1975, S. 149–171 (siehe S. 352).
- Haller, Rudolf, »Grundzüge der Machschen Philosophie«. In: *Ernst Mach – Werk und Wirkung*. Hrsg. von Rudolf Haller und Friedrich Stadler. Wien: Holder-Pichler-Tempsky, 1988, S. 64–86 (siehe S. 328).
- Haller, Rudolf und Friedrich Stadler (Hrsg.), *Ernst Mach – Werk und Wirkung*. Wien: Holder-Pichler-Tempsky, 1988.

- Hàn Thê Thành, "Micro-typographic extensions to the T_EX typesetting system." PhD thesis. Brno, Czech Republic: Faculty of Informatics, Masaryk University, Oct. 2001 (siehe S. 159).
- Hanebutt-Benz, Eva-Maria, »Gutenbergs Erfindungen. Die technischen Aspekte des Druckens mit vielfachen Lettern auf der Buchstabenpresse«. In: *Gutenberg – aventure und kunst. Vom Geheimunternehmen zur ersten Medienrevolution*. Hrsg. von Stadt Mainz. Katalog zur Ausstellung der Stadt Mainz anlässlich des 600. Geburtstages von Johannes Gutenberg 14. April–3. Oktober 2000. Mainz, 2000, S. 158–189 (siehe S. 157, 159).
- Hansen, Ulrich, »Wir werden Bediener«. Interview mit dem Computerpionier und -kritiker Prof. Dr. Joseph Weizenbaum. ZDFheute. 2005. URL: <http://www.heute.de/ZDFmt/mediathek/0,3496,MT-2274770,00.html> (besucht am 05.05.2005) (siehe S. 276).
- Hardin, Garrett, "The Tragedy of the Commons." In: *Science* 162,3859 (Dec. 1968), pp. 1243–1248 (siehe S. 186, 257).
- Hardt, Michael und Antonio Negri, *Empire. Die neue Weltordnung*. Frankfurt am Main: Campus, 2002 (siehe S. 199, 200).
- , *Multitude. Krieg und Demokratie im Empire*. Frankfurt am Main: Campus, 2004 (siehe S. 199).
- Hauben, Ronda, "Unix and Computer Science." In: *Linux Journal* 1994.4 (Aug. 1994). URL: <http://www.linuxjournal.com/node/2792/print> (besucht am 12.01.2006) (siehe S. 111, 112).
- Haug, Wolfgang Fritz, »Editorial«. In: *Das Argument. Zeitschrift für Philosophie und Sozialwissenschaften* (235 2000): *Immaterielle Arbeit*. Hrsg. von Frigga Haug und Wolfgang Fritz Haug, S. 150–151 (siehe S. 199, 227).
- Hayek, Friedrich August von, »Der Wettbewerb als Entdeckungsverfahren«. In: Ders., *Freiburger Studien*. Gesammelte Aufsätze. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), 1969, S. 249–265 (siehe S. 255).
- , »Einleitung«. In: Ders., *Gesammelte Schriften in deutscher Sprache*. Bd. B.3: *Die Verfassung der Freiheit*. Hrsg. von Alfred Bosch und Reinhold Veit. 4. Aufl. Tübingen: Mohr Siebeck, 2005, S. 1–9 (siehe S. 258).
- , »Grundsätze einer liberalen Gesellschaftsordnung«. In: Ders., *Freiburger Studien*. Gesammelte Aufsätze. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), 1969, S. 108–125 (siehe S. 258).
- Hegel, Georg Wilhelm Friedrich, *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse. Zweiter Teil: Die Naturphilosophie* (1830). Mit den mündlichen Zusätzen. Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 9. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1970 (siehe S. 23).
- , *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse. Erster Teil: Die Wissenschaft der Logik* (1830). Mit den mündlichen Zusätzen. Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 8. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1970 (siehe S. 311, 337).

- Hegel, Georg Wilhelm Friedrich, *Grundlinien der Philosophie des Rechts oder Naturrecht und Staatswissenschaft im Grundrisse* (1820). Mit Hegels eigenhändigen Notizen und den mündlichen Zusätzen. Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 7. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1970 (siehe S. 32, 172, 174, 175).
- , *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie II*. Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 19. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1971 (siehe S. 282).
- , *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie III*. Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 20. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1971 (siehe S. 307, 312, 378).
- , *Wissenschaft der Logik I. Erster Teil: Die objektive Logik* (1812). Bearb. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Werke 5. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1969 (siehe S. 312).
- Hegselmann, Rainer, »Otto Neurath – Empiristischer Aufklärer und Sozialreformer«. In: Neurath, Otto, *Wissenschaftliche Weltanschauung, Sozialismus und Logischer Empirismus*. Hrsg. von Rainer Hegselmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979, S. 7–78 (siehe S. 358).
- Hegselmann, Rainer und Geo Siegwart, »Zur Geschichte der ›Erkenntnis««. In: *Erkenntnis* 35 (1991), S. 461–471 (siehe S. 346).
- Heinlein, Robert A., *Revolte im Jahre 2100*. München: Goldmann, 1964 (siehe S. 118).
- Heins, Oliver, »Copyright oder Copyleft. Freie Software als Keimform einer alternativen Ökonomie«. In: *Freitag* 16 (12. Apr. 2002). URL: <https://www.freitag.de/autoren/der-freitag/copyright-oder-copyleft> (besucht am 06. 07. 2010).
- , »Freie Software – eine Gegen-Ökonomie?« In: *Sopos* 1/2002 (2002). URL: <http://www.sopos.org/aufsaeetze/3c48ca89b119c/1.phtml>.
- , »Maschine und Gesellschaft. Historische und theoretische Voraussetzungen von technokratischen Politik- und Gesellschaftstheorien«. Diplomarbeit. Leibniz Universität Hannover, 2007.
- , »Utopien aus Technik. Das emanzipative Potential freier Software und die Dystopie des Kapitals«. In: *Aufschrei der Utopie. Möglichkeiten einer anderen Welt*. Hrsg. von Marcus Hawel und Gregor Kritidis. Hannover: Offizin, 2006, S. 276–298 (siehe S. 43).
- Heintz, Bettina, *Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers*. Frankfurt am Main und New York: Campus, 1993 (siehe S. 19, 43, 45, 46, 387, 396, 402, 433).
- Heisenberg, Werner, *Das Naturbild der heutigen Physik*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1955 (siehe S. 25, 58, 314, 315, 317, 420, 432).
- , *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft. Sechs Vorträge*. Leipzig, 1942 (siehe S. 331).
- Helmholtz, Hermann von, »Die Tatsachen in der Wahrnehmung« (1878). In: Ders., *Schriften zur Erkenntnistheorie*. Hrsg. von Ecke Bonck. Komm. von Moritz Schlick und Paul Hertz. Wien: Springer, 1998, S. 147–229 (siehe S. 322–324).

- , »Über das Ziel und die Fortschritte der Naturwissenschaft« (1869). Eröffnungsrede für die Naturforscherversammlung zu Innsbruck. In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. V.1: *Vorträge und Reden*. Hrsg. von Jochen Brüning. Hildesheim, Zürich und New York, 2002, S. 367–398 (siehe S. 288, 324, 420).
- Hempel, Carl Gustav, »Der Wiener Kreis und die Metamorphosen seines Empirismus«. In: *Das geistige Leben Wiens in der Zwischenkriegszeit*. Hrsg. von Norbert Leser. Wien: Österreichischer Bundesverlag, 1981, S. 205–215 (siehe S. 355).
- Hespe, Franz, »Eigentum ist das Wesen der Freiheit. Rechtsbegründung bei Hegel und Kant«. In: *Hegel-Jahrbuch*. 1993/94. Hrsg. von Andreas Arndt, Karol Bal und Henning Ottmann. Berlin: Akademie, 1995, S. 102–112 (siehe S. 173, 174).
- Hilbert, David, »Die logischen Grundlagen der Mathematik«. Vortrag, gehalten in der Deutschen Naturforscher-Gesellschaft, September 1922. In: *Mathematische Annalen* 88 (1923), S. 151–165 (siehe S. 399, 400).
- , »Mathematische Probleme« (1900). Vortrag, gehalten auf dem internationalen Mathematiker Kongreß zu Paris 1900. In: Ders., *Die Hilbertschen Probleme*. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften 252. Frankfurt am Main: Harri Deutsch, 2007, S. 22–80 (siehe S. 398).
- , »Über das Unendliche«. In: *Mathematische Annalen* 95 (1926), S. 161–190 (siehe S. 399).
- Hillesley, Richard, *GNU HURD: Veränderte Visionen und verworfene Versprechen*. heise open. 28. Juli 2010. URL: <http://www.heise.de/-1046753> (besucht am 08. 08. 2010). (Siehe S. 140).
- Himanen, Pekka, *Die Hacker-Ethik und der Geist des Informations-Zeitalters*. Mit einer Einl. von Linus Torvalds. Mit einem Nachw. von Manuel Castells. München: Riemann, 2001 (siehe S. 17).
- Hobbes, Thomas, *Leviathan oder Stoff, Form und Gewalt eines bürgerlichen und kirchlichen Staates* (1651). Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Iring Fetscher. Frankfurt am Main, Berlin und Wien: Ullstein, 1976 (siehe S. 292–295, 313, 314).
- Hodges, Andrew, *Alan Turing: The Enigma*. 2. Aufl. Computerkultur, Teil Bd. 1. Wien und New York: Springer, 1994 (siehe S. 39).
- Höffner, Eckhard, *Geschichte und Wesen des Urheberrechts*. 2 Bände. München: VEW, 2010 (siehe S. 177).
- Hofmann, Jeanette (Hrsg.), *Wissen und Eigentum. Geschichte, Recht und Ökonomie stoffloser Güter*. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung, 2006.
- Hofstadter, Douglas R., *Gödel, Escher, Bach. Ein endloses geflochtenes Band*. Stuttgart: Klett-Cotta, 1985 (siehe S. 391, 395, 404–406, 409, 410, 413–417, 421).
- Hofstadter, Douglas R. und Daniel C. Dennett (Hrsg.), *Einsicht ins Ich. Fantasien und Reflexionen über Selbst und Seele*. Stuttgart: Klett-Cotta, 1986 (siehe S. 393).

- Holbach, Paul Thiry de, *System der Natur oder von den Gesetzen der physischen und der moralischen Welt* (1770). Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1978 (siehe S. 303, 304).
- »Mit Geheimdiensten kann man nicht spielen«. Die Hacker-Legende Wau Holland über illegales Verhalten, Kontrolle und Staubsauger«. In: *Sonntagszeitung* (CH) (6. Mai 2001) (siehe S. 276).
- Hopfield, John J., "Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities." In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 79. 1982, pp. 2554–2558 (siehe S. 408).
- Horkheimer, Max, »Autoritärer Staat« (1940/42). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 5: »Dialektik der Aufklärung« und *Schriften 1940–1950*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1987, S. 293–319 (siehe S. 431).
- , *Gesammelte Schriften*. Bd. 15: *Briefwechsel 1913–1936*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1995 (siehe S. 373, 375).
- , »[Das Unmittelbar Gegebene als Urgrund der Erkenntnis. Zur Kritik der Kantischen mechanistischen Erkenntnistheorie]« (1921/22(?)). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 11: *Nachgelassene Schriften 1914–1931*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1987, S. 22–69 (siehe S. 319).
- , »Der neueste Angriff auf die Metaphysik« (1937). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 4: *Schriften 1936–1941*. Hrsg. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Fischer, 1988, S. 108–161 (siehe S. 373, 375–378).
- , *Einführung in die Philosophie der Gegenwart* (1926). Vorlesung. In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 10: *Nachgelassene Schriften 1914–1931*. Hrsg. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1990, S. 167–333 (siehe S. 374, 380).
- , »[Funktionen der Natur- und Geisteswissenschaft]« (1961–1962). [Nachgelassene Notizen 1949–1969]. In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 14: *Nachgelassene Schriften 1949–1972*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1988, S. 33–144 (siehe S. 379).
- , »Hegel und das Problem der Metaphysik« (1932). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 2: *Philosophische Frühschriften 1922–1932*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1987, S. 295–308 (siehe S. 374).
- , »Materialismus und Metaphysik« (1933). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 3: *Schriften 1931–1936*. Hrsg. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Fischer, 1988, S. 70–105 (siehe S. 378).
- , »Max Scheler (1874–1928)« (1928). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 11: *Nachgelassene Schriften 1914–1931*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1985, S. 145–157 (siehe S. 372).
- , *Gesammelte Schriften*. Bd. 11: *Nachgelassene Schriften 1914–1931*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1985.

- , *Notizen (1949–1969)*. In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 6: *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft und Notizen 1949–1969*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1991, S. 187–425 (siehe S. 378).
- , »[Notizen zur Dämmerung]«. In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 11: *Nachgelassene Schriften 1914–1931*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1985, S. 262–285 (siehe S. 378).
- , *Gesammelte Schriften*. Bd. 3: *Schriften 1931–1936*. Hrsg. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Fischer, 1988.
- , *Gesammelte Schriften*. Bd. 4: *Schriften 1936–1941*. Hrsg. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Fischer, 1988.
- , »Soziologie und Philosophie« (1959). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 7: *Vorträge und Aufzeichnungen 1949–1973*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1985, S. 108–121 (siehe S. 372).
- , »Traditionelle und kritische Theorie« (1937). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 4: *Schriften 1936–1941*. Hrsg. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Fischer, 1988, S. 162–216 (siehe S. 377).
- , »[Über Lenins »Materialismus und Empiriokritizismus«]« (1928/29). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 11: *Nachgelassene Schriften 1914–1931*. Hrsg. von Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1985, S. 171–188 (siehe S. 374, 377).
- , »Zum Problem der Wahrheit« (1935). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 3: *Schriften 1931–1936*. Hrsg. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Fischer, 1988, S. 277–325 (siehe S. 375).
- , *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft (1947/1967)*. In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 6: *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft und Notizen 1949–1969*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1991, S. 19–186 (siehe S. 271, 292, 371, 372, 377, 378, 422, 432).
- , *Gesammelte Schriften*. Bd. 6: *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft und Notizen 1949–1969*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1991.
- Horkheimer, Max und Theodor W. Adorno, *Dialektik der Aufklärung. Philosophische Fragmente*. In: Horkheimer, Max, *Gesammelte Schriften*. Bd. 5: »Dialektik der Aufklärung« und *Schriften 1940–1950*. Hrsg. von Alfred Schmidt und Gunzelin Schmid Noerr. Frankfurt am Main: Fischer, 1987, S. 11–290 (siehe S. 49, 277, 372, 378, 385, 401, 411, 430).
- Huber, Peter, »Kreativität und Genie in der Literatur«. In: *Kreativität*. Hrsg. von Rainer M. Holm-Hadulla. Heidelberger Jahrbücher 44. Berlin und Heidelberg: Springer, 2000, S. 205–226 (siehe S. 179).
- Hubmann, Heinrich und Horst-Peter Götting, *Gewerblicher Rechtsschutz. (Patent-, Gebrauchsmuster-, Marken- und Wettbewerbsrecht.) Ein Studienbuch*. 6. Aufl. München: Beck, 1998 (siehe S. 166–169, 176–178).
- Ifrah, Georges, *Universalgeschichte der Zahlen*. Frankfurt am Main: Campus, 1993 (siehe S. 46–48).

- Illich, Ivan, *Selbstbegrenzung. Eine politische Kritik der Technik*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1980 (siehe S. 89, 118, 425, 426, 428, 429).
- Jannidis, Fotis, Gerhard Lauer, Matias Martinez und Simone Winker (Hrsg.), *Rückkehr des Autors. Zur Erneuerung eines umstrittenen Begriffs*. Tübingen: Max Niemeyer, 1999.
- Jefferson, Geoffrey, "The Mind of Mechanical Man. Lister Oration for 1949". In: *British Medical Journal* I (1949), pp. 1105–1121 (siehe S. 389).
- Jelden, Eva, »Frauen am Computer: Männlich programmiert?« In: *Bits und Bytes vom Apfel der Erkenntnis. Frauen – Technik – Männer*. Hrsg. von Martina Ritter. Münster: Westfälisches Dampfboot, 1999, S. 156–170 (siehe S. 202).
- Joy, Bill, »Warum die Zukunft uns nicht braucht«. In: *FAZ* (6. Juni 2000), S. 49–51 (siehe S. 384).
- Joy, William N. and Mark Horton, *An Introduction to Display Editing with Vi*. Tech. rep. Department of Electrical Engineering and Computer Science. University of California, Berkeley, 1979 (siehe S. 111).
- Kant, Immanuel, *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels. Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes, nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt* (1755). In: Ders., *Kants Werke. Akademie-Textausgabe*. Bd. 1: *Vorkritische Schriften. 1747–1756*. Berlin: de Gruyter, 1968, S. 215–368 (siehe S. 305).
- , *Die Metaphysik der Sitten. Erster Theil. Metaphysische Anfangsgründe der Rechtslehre* (1797). In: Ders., *Kants Werke. Akademie-Textausgabe*. Bd. 6: *Die Religion innerhalb der Grenzen der bloßen Vernunft. Die Metaphysik der Sitten*. Berlin: de Gruyter, 1968, S. 243–428 (siehe S. 173).
- , *Kritik der praktischen Vernunft* (1788). Kants gesammelte Schriften. Hrsg. von der Königlich-Preußischen Akademie der Wissenschaften Band 5. Berlin: Reimer, 1913 (siehe S. 310).
- , *Kritik der reinen Vernunft* (1787). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 3. Hrsg. von der Königlich-Preußischen Akademie der Wissenschaften. Zweite hin und wieder verbesserte Auflage. Berlin: Reimer, 1911 (siehe S. 310).
- , »Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft« (1786). In: Ders., *Gesammelte Schriften*. Bd. 4. Hrsg. von der Königlich-Preußischen Akademie der Wissenschaften. Berlin: Reimer, 1911, S. 465–566 (siehe S. 308).
- , »Von der Unrechtmäßigkeit des Büchernachdrucks« (1785). In: *Kants Werke. Akademie-Textausgabe*. Bd. 8: *Abhandlungen nach 1781*. Berlin: de Gruyter, 1968, S. 77–88 (siehe S. 173).
- Kapr, Albert, *Johannes Gutenberg. Persönlichkeit und Leistung*. München: Beck, 1987 (siehe S. 157–161).
- Kargon, Robert and Peter Achinstein (eds.), *Kelvin's Baltimore Lectures and modern theoretical Physics. Historical and Philosophical Perspectives*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1987 (siehe S. 52).

- Kautsky, Karl, »Die Revision des Programms der Sozialdemokratie in Österreich«. In: *Die Neue Zeit* 1. 20. Jg.3 (1901/02), S. 68–82 (siehe S. 345).
- Kernighan, Brian W. und Dennis M. Ritchie, *Programmieren in C mit dem C reference manual in deutscher Sprache*. München und Wien: Hanser, 1983 (siehe S. 109).
- Kittler, Friedrich, »Computeranalphabetismus« (1996). In: Ders., *Short Cuts*. Frankfurt am Main: Zweitausendeins, 2002, S. 109–133 (siehe S. 72).
- Knuth, Donald E., *Digital typography*. Stanford, Calif.: CSLI Publications, 1999 (siehe S. 85).
- Kolakowski, Leszek, *Die Hauptströmungen des Marxismus. Entstehung · Entwicklung · Zerfall*. 3. Aufl. Bd. 2. München: Piper, 1988 (siehe S. 325).
- Kooths, Stefan, Markus Langenfurth und Nadine Kalwey, *Open-Source Software: Eine volkswirtschaftliche Bewertung*. MICE Economic Research Studies 4. Münster: Muenster Institute for Computational Economics, 2003 (siehe S. 249–252, 255, 257).
- Korsch, Karl, »Allerhand Marxkritiker« (1923). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 3: *Marxismus und Philosophie. Schriften zur Theorie der Arbeiterbewegung 1920–1923*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1993, S. 251–270 (siehe S. 366).
- , »Das Kausalgesetz und seine Grenzen (II)« (1933). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996, S. 583–587 (siehe S. 317).
- , »Der Empirismus in der Hegelschen Philosophie« (1931). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996, S. 473–498 (siehe S. 366, 367, 412).
- , »Der gegenwärtige Stand des Problems ›Marxismus und Philosophie‹. Zugleich eine Antikritik« (1930). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996, S. 313–361 (siehe S. 365).
- , »Die Umwälzung der Naturwissenschaften durch Albert Einstein« (1921). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 3: *Marxismus und Philosophie. Schriften zur Theorie der Arbeiterbewegung 1920–1923*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1993, S. 93–97 (siehe S. 365).
- , »Karl Marx« (1933). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996, S. 601–607 (siehe S. 431).

- Korsch, Karl, *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996 (siehe S. 366).
- , *Marxismus und Philosophie* (1923). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 3: *Marxismus und Philosophie. Schriften zur Theorie der Arbeiterbewegung 1920–1923*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1993, S. 299–367 (siehe S. 365, 367, 401, 411).
- , *Gesamtausgabe*. Bd. 3: *Marxismus und Philosophie. Schriften zur Theorie der Arbeiterbewegung 1920–1923*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1993.
- , »Thesen über aktivistischen Materialismus, Klassencharakter und Parteilichkeit der Wissenschaft. (Inhalt nach Marx und Lenin, Form nach Sorel)« (1933). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996, S. 589 f. (siehe S. 367).
- , »Über einige grundsätzliche Voraussetzungen für eine materialistische Diskussion der Krisentheorie« (1933). In: Ders., *Gesamtausgabe*. Bd. 5: *Krise des Marxismus. Schriften 1928–1935*. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Michael Buckmiller. Amsterdam: Stichting beheer IISG, 1996, S. 591–599 (siehe S. 431).
- Kowalski, Robert, "Algorithm = Logic + Control." In: *Communications of the ACM* 22.7 (1979), pp. 424–436 (siehe S. 37).
- Krämer, Sybille, *Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung im geschichtlichen Abriß*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1988 (siehe S. 396).
- Krätke, Michael R., »Neoklassik als Weltreligion?« In: *Die Illusion der neuen Freiheit. Realitätsverleugnung durch Wissenschaft*. Hrsg. von Loccumer Initiative kritischer WissenschaftlerInnen und Wissenschaftler. Hannover: Offizin, 1999, S. 100–144 (siehe S. 242, 248, 249).
- Krempf, Stefan, »Software muß frei sein! Interview mit Richard Stallman«. In: *telepolis* (19. Mai 1999). URL: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/6/6440/1.html> (besucht am 18. 04. 2005) (siehe S. 135).
- Kreutzer, Till, »Das Spannungsfeld zwischen Wissen und Eigentum im neuen Urheberrecht«. In: *Wissen und Eigentum. Geschichte, Recht und Ökonomie stoffloser Güter*. Hrsg. von Jeanette Hofmann. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung, 2006, S. 109–140 (siehe S. 178).
- Kreuzer, Helmut (Hrsg.), *Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz. Dialog über die »zwei Kulturen«*. Unter Mitarb. von Wolfgang Klein. Stuttgart: Ernst Klett, 1969.
- Kroah-Hartman, Greg, Jonathan Corbet, and Amanda McPherson, *Linux Kernel Development. How Fast it is Going, Who is Doing It, What They are Doing, and Who is Sponsoring It*. The Linux Foundation, Dec. 2010. URL: http://www.linuxfoundation.org/docs/lf_

- linux_kernel_development_2010 . pdf (besucht am 22. 01. 2011)
(siehe S. 11, 145, 245).
- Krohn, Wolfgang, »Einleitung« (1620). In: Bacon, Francis, *Neues Organon*. Lateinisch – deutsch. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Wolfgang Krohn. Bd. 1. Hamburg: Felix Meiner, 1990, S. IX–XLII (siehe S. 289).
- Kuhn, Thomas S., *Die Entstehung des Neuen. Studien zur Struktur der Wissenschaftsgeschichte*. Hrsg. von Lorenz Krüger. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1978.
- , *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Zweite revidierte und um das Postskriptum von 1969 ergänzte Auflage. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1976 (siehe S. 284).
- , »Logik oder Psychologie der Forschung?« (1970). In: Ders., *Die Entstehung des Neuen. Studien zur Struktur der Wissenschaftsgeschichte*. Hrsg. von Lorenz Krüger. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1978, S. 357–388 (siehe S. 284, 353, 354).
- , »Verschiedene Begriffe der Ursache in der Entwicklung der Physik« (1975). In: Ders., *Die Entstehung des Neuen. Studien zur Struktur der Wissenschaftsgeschichte*. Hrsg. von Lorenz Krüger. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1978, S. 72–83 (siehe S. 350).
- Kuri, Jürgen, *GPL-Verletzung bei österreichischer Gesundheitskarte behoben*. 12. 02. 2006. URL: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/69479> (besucht am 12. 02. 2006). (Siehe S. 15).
- Kurz, Robert, *Der Kollaps der Modernisierung. Vom Zusammenbruch des Kasernensozialismus zur Krise der Weltökonomie*. Die andere Bibliothek. Frankfurt am Main: Eichborn, 1991 (siehe S. 243).
- La Mettrie, Julien Offray de, *Der Mensch eine Maschine* (1747). Stuttgart: Reclam jun., 2001 (siehe S. 300–303).
- Lange, Friedrich Albert, *Geschichte des Materialismus und Kritik seiner Bedeutung in der Gegenwart* (1873). Zwei Bände. Erstes Buch: Geschichte des Materialismus bis auf Kant. Zweites Buch: Geschichte des Materialismus seit Kant. Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1974 (siehe S. 300, 302, 307, 308, 314).
- Laster, Kathy und Heinz Steinert, »Keine Befreiung: Herr und Knecht in der Wissensgesellschaft«. In: *Zeitschrift für kritische Theorie* 9.16 (2003), S. 114–130 (siehe S. 234, 383).
- Latrive, Florent, »Das gebunkerte Wissen. Das neue Abkommen über Produktpiraterie handeln die Industriestaaten unter sich aus«. In: *Le Monde diplomatique* 9137 (2010). URL: <http://www.monde-diplomatique.de/pm/2010/03/12.mondeText.artikel,a0046.idx,10> (besucht am 05. 04. 2010) (siehe S. 184).
- Lederer, Emil, *Die Privatangestellten in der modernen Wirtschaftsentwicklung*. Tübingen: Mohr, 1912 (siehe S. 194).
- Lederer, Emil und Jacob Marschak, »Der neue Mittelstand«. In: *Grundriß der Nationalökonomik*. Abt. 9, Teil 1. Tübingen: Mohr, 1926, S. 120–141 (siehe S. 194).

- Leemhuis, Thorsten, »Gelenktes Chaos. Wie der Linux-Kernel weiterentwickelt wird«. In: *c't* 7 (2010), S. 164–169 (siehe S. 144, 245).
- Lenin, Wladimir I., »Die nächsten Aufgaben der Sowjetmacht« (1918). In: Werke Bd. 27. Berlin (Ost): Dietz, 1960, S. 225–268 (siehe S. 359).
- , *Materialismus und Empirio-kritizismus. Kritische Bemerkungen über eine reaktionäre Philosophie* (1909). Werke Bd. 14. Berlin (Ost): Dietz, 1962 (siehe S. 345, 346, 374).
- , *Was tun? Brennende Fragen unserer Bewegung*. 6. Aufl. Werke Bd. 5. Berlin (Ost): Dietz, 1973, S. 355–551 (siehe S. 345).
- Lessig, Lawrence, *Code und andere Gesetze des Cyberspace*. Berlin: Berlin Verlag, 2001 (siehe S. 163, 180, 235, 236, 434).
- Levy, Steven, *Hackers. Heroes of the Computer Revolution* (1984). London et al.: Penguin Books, 1994 (siehe S. 17, 53, 67, 69–80, 92, 98, 119, 122–130, 132–134, 264, 276, 369).
- , *KL – Künstliches Leben aus dem Computer*. München: Droemer Knaur, 1993 (siehe S. 53).
- Lewin, Kurt, »Psychologische Ökologie« (1943). In: Ders., *Feldtheorie in den Sozialwissenschaften. Ausgewählte theoretische Schriften*. Hrsg. von Dorwin Cartwright. Bern und Stuttgart: Hans Huber, 1963, S. 206–222 (siehe S. 259).
- Licklider, J. C. R., "Man-Computer Symbiosis" (1960). In: *In Memoriam: J. C. R. Licklider 1915–1990*. SRC Research Reports 61. Palo Alto, Calif.: Digital Equipment Corporation Systems Research Center, Aug. 7, 1990, pp. 1–19 (siehe S. 83).
- Licklider, J. C. R. and Robert W. Taylor, "The Computer as a Communication Device" (1968). In: *In Memoriam: J. C. R. Licklider 1915–1990*. SRC Research Reports 61. Palo Alto, Calif.: Digital Equipment Corporation Systems Research Center, Aug. 7, 1990, pp. 21–41 (siehe S. 88–91, 94).
- Locke, John, *Zwei Abhandlungen über die Regierung* (1690). Hrsg. und mit einer Einl. vers. von Walter Euchner. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977 (siehe S. 171).
- Lucas, John R., "Minds, Machines and Gödel." In: *Minds and Machines*. Ed. by Alan Ross Anderson. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1964, pp. 43–59 (siehe S. 403, 404).
- Luf, Gerhard, »Philosophische Strömungen in der Aufklärung und ihr Einfluß auf das Urheberrecht«. In: *Woher kommt das Urheberrecht und wohin geht es? Wurzeln, geschichtlicher Ursprung und Zukunft des Urheberrechts*. Hrsg. von Robert Dittrich. Wien: Manzsche Verlags- und Universitätsbuchhandlung, 1998, S. 9–19 (siehe S. 172).
- Lukács, Georg, *Geschichte und Klassenbewußtsein* (1923). Neuwied und Berlin: Sammlung Luchterhand, 1970 (siehe S. 401, 411).
- Luxemburg, Rosa, *Die Akkumulation des Kapitals. Ein Beitrag zur ökonomischen Erklärung des Imperialismus* (1913). In: Dies., *Werke*. Bd. 5. Berlin (Ost): Dietz, 1960, S. 5–411 (siehe S. 6).

- Mach, Ernst, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung. Historisch-kritisch dargestellt*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1991. (Reprografischer Nachdruck der 9. Aufl., Leipzig 1933) (siehe S. 331).
- Machiavelli, Niccolò, *Vom Staate*. Hrsg. von Hanns Floerke. Gesammelte Schriften in fünf Bänden 1. München: Georg Müller, 1925 (siehe S. 313).
- Macpherson, Crawford B., *Demokratietheorie. Beiträge zu ihrer Erneuerung*. München: Beck, 1977 (siehe S. 172, 234, 242, 259–263).
- Mandel, Ernest, *Der Spätkapitalismus*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1972 (siehe S. 6).
- Mandeville, Bernard, *Die Bienenfabel oder private Laster, öffentliche Vorteile* (1724). Mit einer Einl. von Walter Euchner. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1998 (siehe S. 172).
- Marcuse, Herbert, *Der eindimensionale Mensch. Studien zur Ideologie der fortgeschrittenen Industriegesellschaft*. Darmstadt und Neuwied: Luchterhand, 1967 (siehe S. 190–192, 196, 198, 266, 277, 288).
- Marx, Karl, »Brief an Ferdinand Lassalle vom 16. Januar 1861«. In: MEW. Bd. 30: *Briefe. Januar 1860 bis September 1864*. Berlin (Ost): Dietz, 1964, S. 577–579 (siehe S. 334).
- , »Brief an Friedrich Engels vom 19. Dezember 1860«. In: MEW. Bd. 30: *Briefe. Januar 1860 bis September 1864*. Berlin (Ost): Dietz, 1964, S. 130–131 (siehe S. 334).
- , »Brief an Friedrich Engels vom 28. Januar 1863«. In: MEGA 1. Dritte Abteilung, Bd. 3: *Der Briefwechsel zwischen Marx und Engels 1861–1867*. Glashütten im Taunus: Detlev Auermann, 1970, S. 122–126. (Unveränderter Neudruck der Ausgabe Berlin 1930) (siehe S. 306, 426).
- , *Das Elend der Philosophie. Antwort auf Proudhons »Philosophie des Elends«* (1847). In: Ders., *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 555–593 (siehe S. 27).
- , *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Erster Band. Buch I: Der Produktionsprozeß des Kapitals*. MEW Bd. 23. Berlin (Ost): Dietz, 1962 (siehe S. 23, 27, 28, 30–32, 147, 171, 199, 217, 220, 225, 226, 228, 230, 335–337, 426, 427, 429, 436).
- , *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Dritter Band. Buch III: Der Gesamtprozeß der kapitalistischen Produktion*. MEW Bd. 25. Berlin (Ost): Dietz, 1964 (siehe S. 172, 193, 214, 215, 223, 228).
- , *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004.
- , *Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie*. MEW Bd. 42. Berlin (Ost): Dietz, 1983 (siehe S. 26, 27, 31, 197, 214, 217–226, 231, 246, 426, 436).
- , *Kritik der Hegelschen Rechtsphilosophie* (1843). In: Ders., *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 94–219 (siehe S. 193).

- Marx, Karl, »Kritik der Hegelschen Rechtsphilosophie. Einleitung« (1843/44). In: Ders., *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 274–291 (siehe S. 340).
- , *Lohn, Preis, Profit*. MEW Bd. 16. Berlin (Ost): Dietz, 1962, S. 101–152 (siehe S. 6).
- , *Manifest der Kommunistischen Partei* (1848). In: Ders., *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 594–630 (siehe S. 30, 344).
- , *Ökonomisch-philosophische Manuskripte* (1844). In: Ders., *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 292–378 (siehe S. 229, 336).
- , *Theorien über den Mehrwert*. MEW Bd. 26.1. Berlin (Ost): Dietz, 1973 (siehe S. 227, 228).
- , »Thesen über Feuerbach« (1844). In: Ders., *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 402–404 (siehe S. 335).
- , »Brief an Pawel Wassiljewitsch Annenkow vom 28. Dezember 1846«. In: Ders., *MEW*. Bd. 27: *Briefe Februar 1842 bis Dezember 1851*. 2. Aufl. Berlin (Ost): Dietz, 1965, S. 451–463 (siehe S. 221, 334).
- Marx, Karl, Friedrich Engels und Moses Heß, *Die deutsche Ideologie. Erster Band: Kritik der neuesten deutschen Philosophie in ihren Repräsentanten Feuerbach, B. Bauer und Stirner* (1845/46). In: Marx, Karl, *Die Frühschriften*. Hrsg. von Siegfried Landshut. Bearb. von Oliver Heins und Richard Sperl. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner, 2004, S. 405–554 (siehe S. 28, 247, 334–336).
- Mattick, Paul, »Krisen und Krisentheorien«. In: *Krisen und Krisentheorien*. Beiträge von Paul Mattick, Christoph Deutschmann, Volkhard Brandes. Frankfurt am Main: Fischer, 1974, S. 7–156 (siehe S. 242, 249).
- , *Kritik an Herbert Marcuse. Der eindimensionale Mensch in der Klassengesellschaft*. Frankfurt am Main: Europäische Verlagsanstalt, 1969 (siehe S. 213, 214, 216).
- Mauel, Kurt, »Arbeit und Leistung. Ihre Bestimmung und Messung in der Technik seit dem 18. Jahrhundert«. In: *Technikgeschichte. Historische Beiträge und neuere Ansätze*. Hrsg. von Ulrich Troitzsch und Gabriele Wohlauf. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1980, S. 269–301 (siehe S. 30).
- Mayr, Otto, »Adam Smith und das Konzept der Regelung. Ökonomisches Denken und Technik in Großbritannien im 18. Jahrhundert«. In: *Technikgeschichte. Historische Beiträge und neuere Ansätze*. Hrsg. von Ulrich Troitzsch und Gabriele Wohlauf. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1980, S. 241–268 (siehe S. 321).
- McCarthy, J., M. L. Minsky, N. Rochester, and C. E. Shannon, *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*.

- Aug. 31, 1955. URL: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html> (besucht am 10. 10. 2011) (siehe S. 385).
- McCulloch, Warren S. und Walter H. Pitts, »Ein Logikkalkül für die der Nerventätigkeit immanenten Gedanken« (1943). In: McCulloch, Warren S., *Verkörperungen des Geistes*. Wien und New York: Springer, 2000, S. 24–40 (siehe S. 87).
- McKusick, Marshall Kirk, "Twenty Years of Berkeley Unix. From AT & T-Owned to Freely Redistributable." In: *Open Sources. Voices from the Open Source Revolution*. Ed. by Chris DiBona, Sam Ockman, and Mark Stone. Sebastopol, Ca.: O'Reilly, 1999, pp. 31–46 (siehe S. 111–115, 117).
- McLuhan, Marshall, »Die Gutenberg-Galaxis (Auszug)«. In: Ders., *Medien verstehen. Der McLuhan-Reader*. Hrsg. von Martin Baltes, Fritz Böhler, Rainer Höltzschl und Jürgen Reuß. Mannheim: Bollmann, 1997, S. 84–111 (siehe S. 157, 160, 162).
- McPherson, Amanda, Brian Proffitt, and Ron Hale-Evans, *Estimating the Total Development Cost of a Linux Distribution*. The Linux Foundation, Oct. 2008. URL: <http://www.linuxfoundation.org/publications/estimatinglinux.pdf> (besucht am 22. 10. 2010) (siehe S. 245).
- Menger, Karl, "A Counterpart of Ockham's Razor in Pure and Applied Mathematics: Ontological Uses". In: *Synthese* 12 (1960), pp. 415–428 (siehe S. 352).
- Menne, Albert, *Einführung in die Logik*. 2. Aufl. München: Francke, 1973 (siehe S. 397).
- Meretz, Stefan, *Linux & Co. Freie Software – Ideen für eine andere Gesellschaft*. Neu-Ulm: AG SPAK, 2000 (siehe S. 219).
- Merton, Robert K., *Auf den Schultern von Riesen. Ein Leitfaden durch das Labyrinth der Gelehrsamkeit*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1983 (siehe S. 162).
- , »Die normative Struktur der Wissenschaft« (1942/1949). In: Ders., *Entwicklung und Wandel von Forschungsinteressen. Aufsätze zur Wissenschaftssoziologie*. Mit einer Einl. von Nico Stehr. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1985, S. 86–99 (siehe S. 204, 205, 207, 209, 230).
- Meyer, Otto, »Die Freiheit eines Hartz-IV-Empfängers«. In: *Ossietzky. Zweiwochenschrift für Politik, Kultur, Wirtschaft* 18 (3. Sep. 2005), S. 643–644. URL: <http://www.sopos.org/aufsaeetze/433062e17dceb/1.phtml> (besucht am 06. 10. 2005) (siehe S. 234).
- Mills, C. Wright, *Menschen im Büro. Ein Beitrag zur Soziologie der Angestellten*. Köln-Deutz: Bund, 1955 (siehe S. 194).
- Mims, Forrest M., "The Altair story. Early days at MITS." In: *Creative Computing* 10.11 (Nov. 1984), p. 17. URL: http://www.atarimagazines.com/creative/v10n11/17_The_Altair_story_early_d.php (besucht am 04. 10. 2010) (siehe S. 124).
- Minsky, Marvin, *Mentopolis*. Stuttgart: Ernst Klett, 1990 (siehe S. 54).

- Minsky, Marvin, »Werden Roboter die Erde beherrschen?« In: *Spektrum der Wissenschaft* Spezial 3: Leben und Kosmos (1994), S. 80–86 (siehe S. 56).
- Minsky, Marvin and Seymour Papert, *Perceptrons. An Introduction to Computational Geometry*. 2nd ed. Cambridge, Mass.: MIT-Press, 1988 (siehe S. 408).
- Moglen, Eben, "Anarchism Triumphant: Free Software and the Death of Copyright." In: *First Monday* 4.8 (Aug. 1999). URL: <http://firstmonday.org/htbin/cgiwrap/bin/ojs/index.php/fm/article/view/684/594> (besucht am 06.08.2010) (siehe S. 15).
- , *The dotCommunist Manifesto*. Jan. 2003. URL: <http://emoglen.law.columbia.edu/publications/dcm.pdf> (besucht am 15.08.2010). (Siehe S. 15).
- Moravec, Hans, *Mind Children. Der Wettlauf zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz*. Hamburg: Hoffmann u. Campe, 1990 (siehe S. 56).
- Morus, Thomas, *Ein wahrhaft kostbares und ebenso bekömmliches wie kurzweiliges Buch über die beste Staatsverfassung und die neue Insel Utopia* (1516). Übers. von Gerhard Ritter. München: Beck, 1997 (siehe S. 218).
- Mühlbauer, Peter, »Es klingt wie eine Mischung aus ›liberal‹ und ›pubertär‹. Libertäre Ideologie, Teil 1: Was ist libertäre Ideologie?« In: *telepolis* (11. Aug. 2000). URL: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/4/4221/1.html> (besucht am 18.04.2005) (siehe S. 66, 73, 84).
- Mumford, Lewis, *Mythos der Maschine. Kultur, Technik und Macht*. Wien: Europa, 1974 (siehe S. 24, 25, 33, 147, 283, 288, 318, 319).
- , *Technics and Civilization* (1934). New York: Harcourt, Brace & Co., 1947 (siehe S. 49, 320).
- Nagel, Ernest und James Newman, *Der Gödelsche Beweis*. München: Oldenbourg, 1964 (siehe S. 403).
- Negt, Oskar und Alexander Kluge, *Geschichte und Eigensinn*. Frankfurt am Main: Zweitausendeins, 1981 (siehe S. 6).
- Nelson, Theodor H., *Computer Lib/Dream Machines. You can and must understand computers NOW* (1974). With a forew. by Stewart Brand. Third, revised und updated edition. Redmond, Washington: Tempus Books of Microsoft Press, 1987 (siehe S. 102, 120).
- Neumann, John von, *Die Rechenmaschine und das Gehirn*. München: Oldenbourg, 1960 (siehe S. 43, 407).
- , *First Draft of a Report on the EDVAC* (1945). Contract No. W-670-ORD-4926, Between the United States Army Ordnance Department and the University of Pennsylvania Moore School of Electrical Engineering University of Pennsylvania. June 30, 1945. URL: <http://www.virtualtravelog.net/entries/2003-08-TheFirstDraft.pdf> (besucht am 06.02.2007) (siehe S. 38).
- , »Zur Hilbertschen Beweistheorie«. In: *Mathematische Zeitschrift* 26.1 (1927), S. 1–46 (siehe S. 403).

- Neurath, Otto, »Die neue Enzyklopädie« (1938). In: Ders., *Wissenschaftliche Weltauffassung, Sozialismus und Logischer Empirismus*. Hrsg. von Rainer Hegselmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979, S. 120–131 (siehe S. 354, 363, 364).
- , »Die Utopie als gesellschaftstechnische Konstruktion« (1919). In: Ders., *Wissenschaftliche Weltauffassung, Sozialismus und Logischer Empirismus*. Hrsg. von Rainer Hegselmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979, S. 235–241 (siehe S. 360).
- , »Einheitswissenschaft und Psychologie« (1933). In: *Einheitswissenschaft und Psychologie*. Hrsg. von Joachim Schulte und Brian McGuinness. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1992, S. 24–56 (siehe S. 348, 356, 361, 362).
- , »Pseudorationalismus der Falsifikation« (1935). In: Ders., *Wissenschaftliche Weltauffassung, Sozialismus und Logischer Empirismus*. Hrsg. von Rainer Hegselmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979, S. 132–144 (siehe S. 353, 354).
- , »Wesen und Weg der Sozialisierung«. Gesellschaftstechnisches Gutachten, vorgetragen in der 8. Vollsitzung des Münchner Arbeiterrates am 25. Januar 1919. In: Ders., *Wissenschaftliche Weltauffassung, Sozialismus und Logischer Empirismus*. Hrsg. von Rainer Hegselmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979, S. 242–261 (siehe S. 355).
- , *Wissenschaftliche Weltauffassung, Sozialismus und Logischer Empirismus*. Hrsg. von Rainer Hegselmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979.
- Newton, Isaac, "Four Letters to Richard Bentley †". In: *Newton*. Texts, Backgrounds, Commentaries. Ed. by I. Bernhard Cohen and Richard S. Westfall. New York and London: Norton, 1995, pp. 330–339 (siehe S. 296).
- Nolte, Hans-Heinrich, »Rückstand und Utopie – die russische Erfahrung«. In: *Sozialismus – das Ende einer Utopie?* Hrsg. von Helmut Liede und Jean-Paul Lehnrs. Cahiers I.S.I.S. Fascicule I. Luxembourg: Centre Universitaire Luxembourg, 1994, S. 35–56 (siehe S. 243).
- Nuss, Sabine, *Copyright & Copyriot. Aneignungskonflikte um geistiges Eigentum im informationellen Kapitalismus*. Münster: Westfälisches Dampfboot, 2006 (siehe S. 18, 226, 227, 438).
- Okishio, Nobuo, »Technische Veränderung und Profitrate« (1961). In: *Die Marxsche Theorie und ihre Kritik. Eine Textsammlung zur Kritik der Politischen Ökonomie*. Hrsg. von Hans G. Nutzinger und Elmar Wolfstetter. Bd. 2. Frankfurt am Main und New York: Campus, 1974, S. 173–191 (siehe S. 223).
- O'Neill, John und Thomas Uebel, »Horkheimer and Neurath: Restarting a Disrupted Debate«. In: *European Journal of Philosophy* 12.1 (2004), S. 75–105 (siehe S. 373).
- Pannekoek, Anton, *Lenin als Philosoph* (1938). In: Pannekoek, Anton, Paul Mattick u. a., *Marxistischer Antileninismus*. Freiburg i. Br.: Ça ira, 1991, S. 59–153 (siehe S. 325).

- Papert, Seymour, *Mindstorms. Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, 1980 (siehe S. 91, 264).
- Paracelsus, »De generationibus rerum naturalium«. In: *Künstliche Menschen. Dichtungen & Dokumente über Golems, Androiden und lebende Statuen*. 2 Bde. Hrsg. von Klaus Völker. Bd. 1. Herrsching: Manfred Pawlak, o. J. (1991), S. 49–59 (siehe S. 281).
- Pascal, Blaise, *Über die Religion und über einige andere Gegenstände (Pensées)*. Hrsg. und übers. von Ewald Wasmuth. 5. Aufl. Gerlingen: Schneider, 1954 (siehe S. 34).
- Pasche, Markus und Sebastian von Engelhardt, »Führt Open-Source-Software zu ineffizienten Märkten?« In: *Open Source Jahrbuch 2006. Zwischen Softwareentwicklung und Gesellschaftsmodell*. Hrsg. von Bernd Lutterbeck, Matthias Bärwolf und Robert A. Gehring. Berlin: Lehmanns Media, 2006, S. 93–108 (siehe S. 249, 251, 255–257).
- Pearson, Karl, *The Grammar of Science*. London, 1911 (siehe S. 58).
- Pedersen, Klaus, »Widerstand gegen Biopiraterie. Indigene HeilerInnen und Hebammen in Chiapas wehren sich gegen die kommerzielle Ausbeutung ihres traditionellen Wissens«. In: *Zeitschrift der Informationsstelle Lateinamerika* 263 (März 2003), S. 6–8 (siehe S. 7).
- Pike, Rob, Dave Presotto, Sean Dorward u. a., »Plan 9 from Bell Labs«. In: *Computing Systems* 8.3 (Summer 1995), S. 221–254 (siehe S. 113).
- Post, Emil L., »Finite Combinatory Processes. Formulation I« (1936). In: *The Undecidable. Basic Papers on Undecidable Propositions, Unsolvable Problems and Computable Functions*. Hrsg. von Martin Davies. 2. Aufl. Mineola, N. Y., 1993, S. 289–291 (siehe S. 46).
- Putnam, Hilary W., »Geist und Maschine« (1960). In: *Künstliche Intelligenz. Philosophische Probleme*. Hrsg. von Walter Ch. Zimmerli und Stefan Wolf. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 1994, S. 146–183 (siehe S. 403).
- Quine, Willard Van Orman, »Zwei Dogmen des Empirismus« (1950/51). In: Ders., *Von einem logischen Standpunkt*. Neun logisch-philosophische Essays. Mit einem Nachwort von Peter Bosch. Frankfurt am Main, Berlin und Wien: Ullstein, 1979, S. 27–50 (siehe S. 309, 328, 353, 363).
- Raghavan, Chakravarthi, *Recolonization. GATT, the Uruguay Round & the Third World*. London, 1990 (siehe S. 185).
- Raymond, Eric S., "A Brief History of Hackerdom." In: *Open Sources. Voices from the Open Source Revolution*. Ed. by Chris DiBona, Sam Ockman, and Mark Stone. Sebastopol, Ca.: O'Reilly, 1999, pp. 19–29 (siehe S. 65, 98).
- , *The New Hacker's Dictionary*. 3rd ed. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1996 (siehe S. 66).
- Reisman, George, »Galbraith's Modern Brand of Neo-Feudalism«. In: *Human Events* XVIII.6 (3. Feb. 1962), S. 77–80. URL: http://gateway.proquest.com/openurl?url_ver=Z39.88-2004&res_dat=xri:pao:&rft_dat=xri:pao:article:7604-1961-018-05-000014 (besucht am 10. 02. 2009) (siehe S. 235).

- Rifkin, Jeremy, *Access. Das Verschwinden des Eigentums*. 2. Aufl. Frankfurt am Main und New York: Campus, 2000 (siehe S. 4, 5, 88, 106, 160, 200, 201, 232, 233, 259).
- Ritchie, Dennis M., "The Development of the C Language." In: *The second ACM SIGPLAN conference on History of programming languages*. New York: ACM Press, 1993, pp. 201–208 (siehe S. 108, 109).
- , "The Evolution of the UNIX Time-sharing System." In: *AT&T Bell Laboratories Technical Journal* 63.8 (Oct. 1984), pp. 1577–1593 (siehe S. 107–109).
- Ritchie, Dennis M. and Kenneth Thompson, "The UNIX Time-sharing System." In: *Communications of the ACM* 17.7 (July 1974), pp. 365–375 (siehe S. 110, 111).
- Ritter, Martina (Hrsg.), *Bits und Bytes vom Apfel der Erkenntnis. Frauen – Technik – Männer*. Münster: Westfälisches Dampfboot, 1999 (siehe S. 19).
- Rosenblatt, Frank, *Principles of Neurodynamics. Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms*. Washington: Spartan Books, 1961 (siehe S. 408).
- , "The Perceptron. A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain." In: *Psychological Review* 65.6 (1958), pp. 386–408 (siehe S. 408).
- Rötzer, Florian, »Computer ergooglen die Bedeutung von Worten«. In: *telepolis* (27. Jan. 2005). URL: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/19/19326/1.html> (besucht am 16. 02. 2005) (siehe S. 57).
- Russell, Bertrand, *Einführung in die mathematische Philosophie*. Wiesbaden: Emil Vollmer, o. J. (1950) (siehe S. 47).
- , *Macht* (1938). Hamburg und Wien: Europa, 2001 (siehe S. 318).
- , »Why I Took Philosophy« (1956). In: *The Basic Writings of Bertrand Russell*. Bd. 10: 1903–1959. Hrsg. von Robert E. Egner und Lester E. Denon. Mit einer Einl. von John G. Slater. Abingdon (UK): Routledge, 2009, S. 28–32 (siehe S. 349).
- Salus, Peter H., *A quarter century of UNIX*. Reading, Mass et al.: Addison-Wesley, 1994 (siehe S. 106).
- , "Protocol Wars: Is OSI Finally Dead?" In: *ConneXions* 9.8 (1995), pp. 16–19 (siehe S. 100).
- Sandvoss, Ernst R., *Geschichte der Philosophie*. Bd. 2: *Mittelalter – Neuzeit – Gegenwart*. München: DTV, 1989 (siehe S. 287).
- Schelke, Barbara, »Die Konstruktion des Menschen als Nicht-Maschine«. In: *Bits und Bytes vom Apfel der Erkenntnis. Frauen – Technik – Männer*. Hrsg. von Martina Ritter. Münster: Westfälisches Dampfboot, 1999, S. 61–73 (siehe S. 394).
- Schmid Noerr, Gunzelin, »Zur sozialphilosophischen Kritik der Technik heute«. In: *Zeitschrift für kritische Theorie* 7.12 (2001), S. 51–67 (siehe S. 19, 383).
- Schmidt, Alfred, *Der Begriff der Natur in der Lehre von Marx*. Überarbeitete, ergänzte und mit einem Postscriptum versehene Neuauflage.

- Frankfurt am Main: Europäische Verlagsanstalt, 1971 (siehe S. 335, 337, 338, 377).
- Schmidt, Alfred, *Der Begriff der Natur in der Lehre von Marx*. 4. überarb. und verb. Aufl. mit einem neuen Vorwort. Frankfurt am Main: Europäische Verlagsanstalt, 1993 (siehe S. 334).
- Schmidt, Alfred und Gunzelin Schmid Noerr (Hrsg.), *Gesammelte Schriften*. Bd. 5: »Dialektik der Aufklärung« und Schriften 1940–1950. Frankfurt am Main: Fischer, 1987, S. 293–319.
- Schulte, Joachim und Brian McGuiness (Hrsg.), *Einheitswissenschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1992.
- Schyga, Peter, »Entropie«. In: *Historisch-Kritisches Wörterbuch des Marxismus*. Hrsg. von Wolfgang Fritz Haug. Bd. 3. Berlin und Hamburg: Argument, 1997, Sp. 512–523 (siehe S. 342).
- Scoville, Thomas, *The Elements Of Style*. *UNIX As Literature*. Sept. 1998. URL: <http://www.thomascoville.com/PCarticle.html> (besucht am 05. 02. 2006) (siehe S. 110).
- Scriven, Michael, »Der vollkommene Roboter. Prolegomena zu einer Andrologie« (1960). In: *Künstliche Intelligenz. Philosophische Probleme*. Hrsg. von Walter Ch. Zimmerli und Stefan Wolf. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 1994, S. 79–111 (siehe S. 386, 403).
- Searle, John R., »Geist, Gehirn, Programm« (1980). In: *Künstliche Intelligenz. Philosophische Probleme*. Hrsg. von Walter Ch. Zimmerli und Stefan Wolf. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 1994, S. 232–265 (siehe S. 392–394).
- Serres, Michel (Hrsg.), *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994.
- Shannon, Claude E., "A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits." In: *Transactions of the AIEE* 57 (1938), pp. 713–723 (siehe S. 38).
- Shiva, Vandana, *Biopiraterie. Kolonialismus im 21. Jahrhundert*. Münster: Unrast, 2002 (siehe S. 4).
- Siefkes, Christian, »Ist Commonismus Kommunismus? Commonsbasierte Peer-Produktion und der kommunistische Anspruch«. In: *Prokla – Zeitschrift für kritische Sozialwissenschaft* 39.2 (Juni 2009), S. 249–267 (siehe S. 18).
- Simon, Herbert A., *Die Wissenschaften vom Künstlichen* (1969/1981). 2. Aufl. Wien und New York: Springer, 1994 (siehe S. 55).
- Siwek, Stephen E., *Copyright Industries in the U.S. Economy. The 2003–2007 Report*. Tech. rep. IIPA, June 2009. URL: <http://www.iipa.com/pdf/IIPASiwekReport2003–2007.pdf> (besucht am 15. 08. 2010) (siehe S. 3).
- Slaughter, Mary M., *Universal languages and scientific taxonomy in the seventeenth century*. Cambridge, New York, and Melbourne: Cambridge Universal Press, 1982 (siehe S. 57).
- Smith, Adam, *Reichtum der Nationen*. [*Eine Untersuchung seiner Natur und seiner Ursachen*] (1776). Paderborn: Voltmedia, o. J. (2004) (siehe S. 26, 225, 229).

- Snow, C. P., »Die zwei Kulturen« (1959). In: *Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz. Dialog über die »zwei Kulturen«*. Hrsg. von Helmut Kreuzer. Unter Mitarb. von Wolfgang Klein. Stuttgart: Ernst Klett, 1969, S. 11–25 (siehe S. 379).
- , »The Two Cultures: A Second Look« (1964). In: Ders., *The Two Cultures: And a Second Look. An Expanded Version of the Two Cultures and the Scientific Revolution*. Cambridge: University Press, 1969, S. 53–100 (siehe S. 383).
- Sohn-Rethel, Alfred, *Geistige und körperliche Arbeit. Zur Theorie der gesellschaftlichen Synthesis*. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1972 (siehe S. 277, 286, 349, 432).
- Sorel, Georges, *Über die Gewalt* (1908). Mit einem Nachw. von George Lichtheim. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1969 (siehe S. 431).
- Sorell, Tom, *Descartes*. Freiburg i. Br., Basel und Wien: Herder, o. J. (1999) (siehe S. 290).
- Stadler, Friedrich, »Ernst Mach – Zu Leben, Werk und Wirkung«. In: *Ernst Mach – Werk und Wirkung*. Hrsg. von Rudolf Haller und Friedrich Stadler. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky, 1988, S. 11–63 (siehe S. 327–329, 331).
- , *Studien zum Wiener Kreis. Ursprung, Entwicklung und Wirkung des logischen Empirismus im Kontext*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1997 (siehe S. 352, 401).
- , *Vom Positivismus zur »Wissenschaftlichen Weltauffassung«. Am Beispiel der Wirkungsgeschichte von Ernst Mach in Österreich 1895 bis 1934*. Wien und München: Löcker, 1982 (siehe S. 326, 327, 331, 346, 358).
- Stadt Mainz (Hrsg.), *Gutenberg – aventur und kunst. Vom Geheimunternehmen zur ersten Medienrevolution*. Katalog zur Ausstellung der Stadt Mainz anlässlich des 600. Geburtstages von Johannes Gutenberg 14. April–3. Oktober 2000. Mainz, 2000.
- Stallman, Richard M., *Das GNU-Manifest*. 1984. URL: <http://www.gnu.de/mani-ger.html> (besucht am 18. 04. 2005). (Siehe S. 66).
- , »EMACS – The Extensible, Customizable, Self-Documenting Display Editor.« In: *Proceedings of the ACM SIGPLAN SIGOA symposium on Text manipulation*. New York: ACM Press, 1981, pp. 147–156 (siehe S. 134, 135).
- , »The GNU Operating System and the Free Software Movement.« In: *Open Sources. Voices from the Open Source Revolution*. Ed. by Chris DiBona, Sam Ockman, and Mark Stone. Sebastopol, Ca.: O'Reilly, 1999, pp. 53–70 (siehe S. 13, 135, 137, 138, 140).
- Stengers, Isabelle, »Die Galilei-Affären«. In: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Hrsg. von Michel Serres. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1994, S. 394–443 (siehe S. 289).
- Stephenson, Neal, *Die Diktatur des schönen Scheins. Wie grafische Benutzeroberflächen die Computernutzer entmündigen*. München: Goldmann, 2002 (siehe S. 110, 132).
- , *Quicksilver*. München, 2004 (siehe S. 57).

- Taylor, Frederick W., *Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung*. München und Berlin: Oldenbourg, 1913 (siehe S. 28, 30).
- Thun, Friedemann Schulz von, *Miteinander Reden*. Reinbek bei Hamburg, 1981 (siehe S. 57).
- Tomlinson, Raymond, *The First Network Email*. URL: <http://openmap.bbn.com/~tomlinso/ray/firstemailframe.html> (besucht am 04.01.2006). (Siehe S. 97).
- Tool, Theodore T., *MIT Guide to Lock Picking*. 2nd ed. o. O., 1991. URL: <http://www.lysator.liu.se/mit-guide/MITLockGuide.pdf> (besucht am 28.06.2005) (siehe S. 75).
- Torvalds, Linus, "The Linux Edge." In: *Open Sources. Voices from the Open Source Revolution*. Ed. by Chris DiBona, Sam Ockman, and Mark Stone. Sebastopol, Ca.: O'Reilly, 1999, pp. 101–111 (siehe S. 11).
- Torvalds, Linus und David Diamond, *Just for Fun. Wie ein Freak die Computerwelt revolutionierte*. München und Wien: Carl Hanser, 2001 (siehe S. 141–144).
- Troitzsch, Ulrich und Gabriele Wohlauf (Hrsg.), *Technikgeschichte. Historische Beiträge und neuere Ansätze*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1980.
- Tuck, Richard, *Hobbes*. Freiburg i. Br., Basel und Wien: Herder, 1999 (siehe S. 292).
- Turing, Alan M., "Computing machinery and intelligence" (1950). In: *Minds and Machines*. Ed. by Alan Ross Anderson. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1964, pp. 4–30 (siehe S. 386–392).
- , *Intelligence Service*. Schriften. Hrsg. von Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987.
- , »Intelligente Maschinen«. In: Ders., *Intelligence Service*. Schriften. Hrsg. von Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987, S. 81–113 (siehe S. 40, 430).
- , "On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem". In: *Proceedings of the London Mathematical Society, Second Series* 42 (1936), pp. 230–265 (siehe S. 39, 86, 221, 351, 402, 421).
- , »Rechenmaschinen und Intelligenz«. In: Ders., *Intelligence Service*. Schriften. Hrsg. von Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987, S. 147–182 (siehe S. 45).
- , »The State of the Art«. Vortrag vor der London Mathematical Society am 20. Februar 1947. In: Ders., *Intelligence Service*. Schriften. Hrsg. von Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987, S. 183–233 (siehe S. 43).
- , »Über berechenbare Zahlen mit einer Anwendung auf das Entscheidungsproblem«. In: Ders., *Intelligence Service*. Schriften. Hrsg. von Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987, S. 17–60 (siehe S. 39–42, 45, 221, 402, 403).
- Turkle, Sherry, *Die Wunschmaschine. Der Computer als zweites Ich*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1986 (siehe S. 77, 280, 394, 395).
- UF Scientist: "Brain" in a Dish Acts as Autopilot, Living Computer*. Pressemitteilung der University of Florida. 2004. URL: <http://www>.

- napa.ufl.edu/2004news/braindish.htm (besucht am 07. 07. 2005).
(Siehe S. 408).
- Ullrich, Otto, *Technik und Herrschaft. Vom Hand-werk zur verdinglichten Blockstruktur industrieller Produktion*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977 (siehe S. 192, 210, 277, 278, 428).
- Völker, Klaus (Hrsg.), *Künstliche Menschen. Dichtungen & Dokumente über Golems, Androiden und lebende Statuen*. 2 Bde. Herrsching: Manfred Pawlak, o. J. (1991) (siehe S. 419).
- , »Nachwort«. In: *Künstliche Menschen. Dichtungen & Dokumente über Golems, Androiden und lebende Statuen*. 2 Bde. Hrsg. von Klaus Völker. Bd. 2. Herrsching: Manfred Pawlak, o. J. (1991), S. 209–280 (siehe S. 279–281, 371).
- Wadle, Elmar, »Zur Geschichte des Urheberrechts in Europa«. In: *Entwicklung des Europäischen Urheberrechts*. Wissenschaftliches Kolloquium anlässlich des 70. Geburtstags von Gerhard Reischl. Hrsg. von Georg Ress. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft, 1989, S. 9–20 (siehe S. 176).
- Wagner, Rose MM., *Community Networks in den USA. Von der Counter-culture zum Mainstream?* Hamburg: Lit, 1998 (siehe S. 119).
- Wagner, Sabina, »Bekannter Unbekannter – Johannes Gutenberg«. In: *Gutenberg – aventure und kunst. Vom Geheimunternehmen zur ersten Medienrevolution*. Hrsg. von Stadt Mainz. Katalog zur Ausstellung der Stadt Mainz anlässlich des 600. Geburtstages von Johannes Gutenberg 14. April–3. Oktober 2000. Mainz, 2000, S. 114–143 (siehe S. 161).
- Wang, Hao, *From Mathematics to Philosophy*. New York: Humanities Press, 1974 (siehe S. 58, 412).
- Weber, Max, *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*. In: Ders., *Die protestantische Ethik I. Eine Aufsatzsammlung*. Hrsg. von Johannes Winckelmann. 7. Aufl. Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus Mohn, 1984, S. 27–277 (siehe S. 190).
- , *Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriß der verstehenden Soziologie* (1921). Hrsg. von Johannes Winckelmann. 5. Aufl. Tübingen: J. C. B. Mohr, 1976 (siehe S. 194).
- Weizenbaum, Joseph, *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977 (siehe S. 17, 40, 46, 48–50, 52–54, 57–59, 61–63, 65, 271–276, 319, 419).
- Werner, Klaus und Hans Weiss, *Das neue Schwarzbuch Markenfirmen. Die Machenschaften der Weltkonzerne*. Wien: Deuticke, 2003 (siehe S. 4).
- Werner, Meike G., *Moderne in der Provinz. Kulturelle Experimente im Fin de Siècle Jena*. Göttingen: Wallstein, 2003 (siehe S. 356).
- Wiener, Norbert, *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1968 (siehe S. 319, 321).
- , *Mathematik – Mein Leben*. Düsseldorf und Wien: Econ, 1962 (siehe S. 68).

- Wiener, Norbert, "Some Moral and Technical Consequences of Automation." In: *Science* CXXXI (1960), pp. 1355–1358 (siehe S. 52).
- Wiggershaus, Rolf, *Geschichte – Theoretische Bedeutung – Politische Bedeutung*. München und Wien: Carl Hanser, 1986 (siehe S. 374).
- Winsor, Janice, *The Unix Book of Games*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1996 (siehe S. 92).
- Wittfogel, Karl August, *Die orientalische Despotie. Eine vergleichende Untersuchung totaler Macht*. Köln und Berlin: Kiepenheuer & Witsch, 1962 (siehe S. 194).
- , *Wirtschaft und Gesellschaft Chinas. Versuch einer wissenschaftlichen Analyse einer großen asiatischen Agrargesellschaft*. Bd. 1: *Produktivkräfte, Produktions- und Zirkulationsprozeß*. Schriften des Instituts für Sozialforschung an der Universität Frankfurt am Main 3. Leipzig: C. L. Hirschfeld, 1931 (siehe S. 24, 194).
- Wittgenstein, Ludwig, *Philosophische Untersuchungen*. 3. Aufl. Frankfurt am Main, 1987 (siehe S. 416).
- , *Tractatus logico-philosophicus. Logisch-philosophische Abhandlung* (1921) (siehe S. 417).
- Wittmann, Reinhard, »Der gerechtfertigte Nachdrucker? Nachdruck und literarisches Leben im achtzehnten Jahrhundert«. In: *Buch und Buchhandel in Europa im 18. Jahrhundert*. Hrsg. von Giles Barber und Bernhard Fabian. Hamburg: Hauswedell, 1981, S. 293–320 (siehe S. 170).
- Wolmeringer, Gottfried, *Coding for Fun. IT-Geschichte zum Nachprogrammieren*. Bonn: Galileo Computing, 2008 (siehe S. 45).
- Wolters, Gereon, »Atome und Relativität. Was meinte Mach?« In: *Ernst Mach – Werk und Wirkung*. Hrsg. von Rudolf Haller und Friedrich Stadler. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky, 1988, S. 484–507 (siehe S. 331).
- Woodmansee, Martha und Peter Jaszi, »Die globale Dimension des Begriffs der ›Autorschaft‹«. In: *Rückkehr des Autors. Zur Erneuerung eines umstrittenen Begriffs*. Hrsg. von Fotis Jannidis, Gerhard Lauer, Matias Martinez und Simone Winker. Tübingen: Max Niemeyer, 1999, S. 391–419 (siehe S. 178).
- Wullweber, Joscha, »Marktinteressen und Biopiraterie. Auseinandersetzungen um das ›grüne Gold der Gene‹«. In: *Wissen und Eigentum. Geschichte, Recht und Ökonomie stoffloser Güter*. Hrsg. von Jeanette Hofmann. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung, 2006, S. 243–262 (siehe S. 7).
- Young, Robert und Wendy Goldman Rohm, *Der Red Hat Coup. Wie die Open Source-Bewegung und Red Hat die Softwareindustrie revolutionieren – und Microsoft überrumpeln*. Bonn: MITP, 2000 (siehe S. 438).
- Zach, Richard, "Hilbert's Program." In: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Ed. by Edward N. Zalta. Spring 2009. URL: <http://plato.stanford.edu/archives/spr2009/entries/hilbert-program/> (siehe S. 398).

- Zawinski, Jamie, *The Lemacs/FSFmacs Schism*. 2000. URL: <http://www.jwz.org/doc/lemacs.html> (besucht am 01.04.2006). (Siehe S. 139).
- Zeilinger, Anton, »Informatik mit einzelnen Quanten. Neue Wege des Rechnens und der Datenübertragung«. In: *Neue Zürcher Zeitung* (13. Dez. 2000) (siehe S. 58).
- Zeller, Christian (Hrsg.), *Die globale Enteignungsökonomie*. Münster: Westfälisches Dampfboot, 2004 (siehe S. 6).
- Ziegler, Jean, *Das Imperium der Schande. Der Kampf gegen Armut und Unterdrückung*. München: Bertelsmann, 2005 (siehe S. 235).
- Zimmerli, Walter Ch. und Stefan Wolf, »Einleitung«. In: *Künstliche Intelligenz. Philosophische Probleme*. Hrsg. von Walter Ch. Zimmerli und Stefan Wolf. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 1994, S. 5–37 (siehe S. 386, 393, 408).
- , (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz. Philosophische Probleme*. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 1994.
- Zinn, Karl, »Im Übergang vom Spätkapitalismus zum Neofeudalismus? Die amerikanische Wirtschaft zu Beginn des 21. Jahrhunderts«. In: *Neoliberalismus - Hegemonie ohne Perspektive*. Beiträge zum 60. Geburtstag von Herbert Schui. Hrsg. von Werner Goldschmidt, Dieter Klein und Klaus Steinitz. Heilbronn: Distel, 2000, S. 104–123 (siehe S. 235).
- Zwierlein, Eduard, *Blaise Pascal zur Einführung*. Hamburg: Junius, 1996 (siehe S. 291).

PERSONENVERZEICHNIS

Alle *kursiv* gedruckten Seitenzahlen sind Referenzen auf Autoren- und Herausgebernamen. Demgegenüber geben normal gedruckte Seitenzahlen die Fundstellen von Personennamen im Fließtext wieder. Die Angabe »f.« hinter einer Seitenzahl verweist auf zwei, die von »ff.« auf drei unmittelbar aufeinander folgende Seiten. Größere Intervalle werden explizit angegeben: 2 f., 2 ff., 2–6.

A

Accetta, Mike, 140, 441
Achinstein, Peter, 52, 456
Adler, Friedrich, 325, 329
Adler, Victor, 325, 329
Adorno, Theodor W., 46, 49, 49,
277, 372, 374 f., 378, 385,
385, 411, 411, 430, 434,
455
Albertus Magnus, 156, 282
Albrecht, Bob, 119
Alembert, Jean Baptiste le
Rond de, 285, 299,
304, 397, 441
al-Khattab, Omar ibn, 300
Allen, James D., 72, 441
Allen, Paul, 125, 130
Allison, Dennis, 125
Anderson, Alan Ross, 386–392,
403 f., 460, 470
Anhalt, Utz, ix
Anschütz, Herbert, 38, 441
Apelles, 286
Aquino, Thomas von, 282
Archytas, 281
Aristoteles, 281 f., 281, 312, 319,
350, 399, 417, 441
Arkwright, Richard, 32
Arndt, Andreas, 173 f., 453
Arnold, Fritz, 57, 443
Arntz, Gerd, 355
Ashby, W. Ross, 43, 441
Auerbach, Berthold, 280
Augustinus von Hippo, 162

Aurillac, Gerbert von, 282
Avenarius, Richard, 325, 338

B

Babbage, Charles, 27, 27, 29 f.,
29, 35 ff., 35–38, 51, 51,
75, 75, 148, 148, 306 f.,
307, 314 f., 314 f., 320,
390, 405, 405, 441
Bach, Johann Sebastian, 356,
413, 415 f.
Bacon, Francis, 34, 34, 57, 283,
286, 289, 289 f., 292,
366, 441
Bacon, Roger, 283, 287
Bal, Karol, 173 f., 453
Ballmer, Steven, 437
Baltes, Martin, 157, 160, 162, 463
Baran, Paul, 86 ff., 98
Barber, Giles, 170, 472
Barbrook, Richard, 1, 66, 244,
441
Bardeen, John, 70
Baron, Robert, 441
Bärwolff, Matthias, 8, 249, 251,
255 ff., 442, 466
Bataille, Georges, 342, 442
Bauer, Otto, 355
Beck, Bianca, ix
Bein, Thomas, 156, 442
Bell, Daniel, 189, 196, 196 f., 198,
201–204, 201 ff., 207,
207, 213, 442

- Bemer, Robert William, 78, 78,
442
- Benjamin, Walter, 364, 374
- Benkler, Yochai, 18, 112, 240,
442
- Benoît, Paul, 48, 349, 442
- Bentham, Jeremy, 241 f.
- Bergler, Edmund, 274, 274, 442
- Berners-Lee, Tim, xxii, 102–106,
102–106, 442
- Bernhard von Chartres, 162
- Bhushan, Abhay, 95, 97
- Bibring, Edward, 448
- Bigelow, Charles, 517
- Bischoff, Joachim, 227, 442
- Blackmore, John T., 331, 442
- Bleich, Holger, 103, 442
- Bloch, Ernst, 192, 429, 442
- Bluma, Lars, 43, 67, 442
- Bödeker, Sebastian, 5 f., 443
- Böhler, Fritz, 463
- Böhmer, Justus Henning, 170
- Bohr, Nils, 321
- Bolosky, William, 441
- Bolyai, János, 323
- Bonck, Ecke, 322 ff., 452
- Boole, George, 38, 38, 396, 443
- Borges, Jorge Luis, 57, 443
- Borsook, Paulina, 92, 443
- Bosch, Alfred, 258, 451
- Bostic, Keith, 115
- Bourdieu, Pierre, 259, 443
- Bourne, Stephen R., 139
- Bowker, Geof, 195, 443
- Boyle, Robert, 57, 289, 295 f.,
298
- Bradner, Scott, 94, 103, 443
- Brand, Stewart, 102, 119, 120,
384, 464
- Brand, Ulrich, 6 f., 443
- Brant, Sebastian, 165
- Brattain, Walter, 70
- Braverman, Harry, 26, 29, 443
- Brech, Edward F. L., 29
- Bringham, Robert, 517
- Broch, Hermann, 327
- Brockman, John, 383 f., 383 f.,
443
- Brod, Michael, 166
- Brödner, Peter, 36
- Brogie, Louis-Victor de, 317
- Brüning, Jochen, 288, 324, 420,
453
- Bruno, Giordano, 283 f., 313, 315
- Brunschwygk, Hieronymus, 165
- Buchheim, Thomas, 331, 443
- Buckmiller, Michael, ix, 317,
364–367, 364, 411 f.,
431, 443 f., 457 f.
- Buhr, Manfred, 286, 441
- Bulthaup, Peter, 381 ff., 381 f.,
444
- Bush, Vannevar, 38, 102
- Byron, Augusta Ada; *siehe*
Lovelace, Ada
- C**
- Cameron, Andy, 66, 441
- Cantor, Georg, 396, 398 f.
- Carnap, Rudolf, 55, 86, 300,
346–349, 347 ff., 351,
355 ff., 356 f., 359, 361 ff.,
361, 363 f., 417, 421,
444
- Cartwright, Dorwin, 259, 460
- Castells, Manuel, 17, 233, 233,
444, 453
- Cerf, Vinton G., 99, 99 f., 444
- Charles Xavier Thomas, 34
- Chassel, Robert J., 134, 435, 445
- Chopin, Frédéric, 415
- Church, Alonzo, 45
- Clark, Colin Grant, 194, 194 f.,
445
- Clarke, Gavin, 437, 445
- Claussen, Detlev, 364, 366 f.,
444
- Clemens von Rom, 281
- Clement, Joseph, 36
- Coase, Ronald H., 254, 445
- Cohen, Daniel, 100
- Cohen, I. Bernhard, 296, 465
- Cohen, John, 280 f., 280, 283,
445

- Comenius, Johann Amos, 57,
283
- Compton, Karl Taylor, 68, 209
- Comte, Auguste, 362
- Corbató, Fernando J., 78 f.
- Corbet, Jonathan, 11, 145, 245,
437, 445, 458
- Cornelius, Hans, 373 f., 377, 380
- Coy, Peter, 232, 450
- Crevier, Daniel, 69, 91, 264, 290,
306, 420, 445
- Crocker, David H., 95
- Crocker, Steve, 93 f.
- Crowther, William, 91 f.
- Cusumano, Michael A., 132, 445
- D**
- Dahms, Hans=Joachim, 346,
373 f., 376, 378, 445
- Dalal, Yogen, 100
- Dammbeck, Lutz, 84, 84, 86,
445
- Darwin, Charles, 301, 319, 334,
336
- Davidson, Stephen J., 437, 445
- Davies, Donald Watts, 87 f.
- Davies, Martin, 46, 466
- De Morgan, Augustus, 396
- DeMarse, Thomas, 408
- Demetriou, Chris, 115
- Demokrit, 289
- Dennett, Daniel C., 393, 453
- Dennis, Jack, 70, 78 f.
- Dennon, Lester E., 349, 467
- Descartes, René, 57, 283, 290 ff.,
298, 300 f., 313 f., 317,
324, 326, 334, 342, 349,
377, 419 f.
- Diamond, David, 141–144, 470
- DiBona, Chris, 7, 11, 13, 65, 94,
98, 103, 111–115, 117, 135,
137 f., 140, 443, 445,
463, 466, 469 f.
- Diderot, Denis, 299
- Diederich, Eugen, 356
- Diedrich, Oliver, 244, 445
- Dietz, Adolf, 188, 445
- Dillon, Matt, 115
- Dittrich, Robert, 172, 188, 445 f.,
460
- Dollfuß, Engelbert, 358
- Dorward, Sean, 466
- Dostojewski, Fjodor M., 274
- Dotzler, Bernhard, 37, 39–43,
45, 221, 402 f., 430, 446,
470
- Douglas, James, 81
- Drake, Stillman, 288 f., 446
- Draper, John, 75, 128, 131
- Dschuang-Dsi, 25
- Dubislav, Walter, 346, 364
- Duhem, Pierre, 353
- Dürer, Agnes Frey, 164
- Dürer, Albrecht, 163 f., 285, 287
- Dvořák, Johann, 327, 329 f., 420,
446
- E**
- Eastlake, Donald E., 80, 80, 264,
446
- Eckert, John, 38 f., 69
- Edison, Thomas Alva, 195
- Egner, Robert E., 349, 467
- Ehlers, Martin, 170
- Ehlers, Sven, ix
- Ehlers, Torben, 7, 446
- Einstein, Albert, 209, 318, 318,
323, 325, 331 f., 346, 365,
378, 446
- Eisenhower, Dwight D., 68, 81
- Elkin-Koren, Niva, 180, 446
- Ellis, Robert Leslie, 34, 441
- Engelbart, Douglas C., 102
- Engelhardt, Sebastian von, 249,
251, 255 ff., 466
- Engels, Friedrich, 28, 193, 247,
291, 334–337, 338–343,
339–344, 392, 427, 427,
446, 462
- Epikur, 292
- Epimenides, 395, 404
- Eschenbach, Wolfram von, 156
- Escher, Maurits Cornelius, 413
- Esser, Thomas, ix
- Euchner, Walter, 171, 260, 297,
447, 460

- Euklid, 292 f., 323, 349
 Euler, Leonard, 323, 391
 Eusterschulte, Anne, 313, 447
 Evelyn, John, 57
- F**
- Fabian, Bernhard, 170, 472
 Fabian, Heinrich Wilhelm, 342
 Fabry, Robert S., 111
 Feder, Johann Georg Heinrich,
 170
 Feigl, Herbert, 347
 Felsenstein, Lee, 118 f., 122 f.,
 126, 128 ff., 425, 429
 Fetscher, Iring, 292–295, 313 f.,
 453
 Feuerzeig, Wally, 91
 Fichte, Johann Gottlieb, 174,
 174, 307, 447
 Fischetti, Mark, 102–106, 442
 Fleischmann-Heck, Isa, 156,
 447
 Fletcher, Joseph, 56
 Floerke, Hanns, 313, 461
 Foerster, Heinz von, 320, 417 f.,
 417 f., 422, 447
 Forrester, Jay W., 60 ff., 60 f.,
 447
 Foucault, Michel, 162, 162, 447
 Frank, Philipp, 317, 346 f.
 Frege, Gottlob, 348, 356, 396
 Freiburger, Paul, 17, 118, 123–132,
 447
 French, Gordon, 122, 127
 Freud, Anna, 287, 368, 448
 Freud, Sigmund, 48, 274, 274,
 287, 287, 346, 368–371,
 368–372, 410, 447 f.
 Freyermuth, Gundolf S., 239 f.,
 448
 Friedman, Milton, 55
 Fulton, Robert, 32
- G**
- Galilei, Galileo, 284, 288 f., 315,
 319, 378
 Gassendi, Pierre, 292, 307
 Gates, William Henry III., 76,
 125, 125 f., 130 f., 131,
 149, 149, 448
 Gaum, Wilfried, ix
 Gauß, Carl Friedrich, 323
 Gehring, Robert A., 8, 249, 251,
 255 ff., 442, 466
 Geier, Manfred, 326, 347, 355 f.,
 361, 363 f., 448
 Gente, Peter, 417 f., 447
 Gieseke, Ludwig, 156, 161 f.,
 164 ff., 168, 170, 179,
 449
 Gieseke, Michael, 157–165, 158,
 160, 167, 285, 285, 449
 Gigon, Olof, 281 f., 441
 Gilbert, David, 282
 Glaser, Ernst, 284, 325, 449
 Glass, Adam, 115
 Gleick, James, 88
 Gödel, Kurt, 42, 45, 58, 309, 347,
 351 f., 362 f., 388, 400,
 400 f., 403 f., 411–415,
 417, 421, 449
 Goethe, Johann Wolfgang von,
 176, 179
 Goldbach, Christian, 391
 Goldhammer, Klaus, 249, 449
 Goldman Rohm, Wendy, 438,
 472
 Goldschmidt, Ernst P., 156 f.
 Goldschmidt, Werner, 235, 473
 Goldstein, Catherine, 349, 449
 Görg, Christoph, 6 f., 443
 Gorz, André, 17, 17, 56, 117, 118,
 198 f., 198 f., 201, 219,
 233, 234, 242, 242 f.,
 244 ff., 245, 267, 267,
 449
 Gosling, James, 135, 135, 138,
 449
 Gosper, Bill, 53, 76 f., 369
 Götting, Horst-Peter, 166–169,
 176 ff., 455
 Grassmuck, Volker, 7, 17 f., 17 f.,
 162, 167, 169, 180 ff., 181,
 184, 386, 386, 449

- Greenberg, Bernard S., 134, 134,
449
- Greenblatt, Richard, 76, 80, 133
- Greenman, David, 115
- Grelling, Kurt, 346, 397
- Grimes, Rodney W., 115
- Gröhdahl, Boris, 17, 66, 66, 76,
151, 450
- Gross, Neil, 232, 450
- Grossmann, Henryk, 223, 450
- Grünberg, Carl, 367
- Gumperz, Julian, 367
- Gutenberg, Johannes, 157–161
- Gutsche, Jörg, 249, 450
- H**
- Haas, Franz-Werner, 183, 185–
188, 450
- Habermas, Jürgen, 62, 62, 192,
192, 196 f., 197, 213, 231,
234, 235, 359, 380 f., 381,
433, 433, 450
- Haefs, Gisbert, 57, 443
- Hafner, Katie, 11, 17, 17, 78, 81 f.,
81, 84–88, 87, 91–102,
91 f., 94, 98, 100, 114,
133, 450
- Hahn, Hans, 297, 347, 348 f.,
351 f., 352, 356 f., 357,
361, 444, 450
- Hale-Evans, Ron, 245, 463
- Haley, Charles (»Chuck«) B.,
111
- Haller, Rudolf, 327–331, 420,
442, 446, 450, 469, 472
- Hàn Thê Thành, 159, 451
- Hanebutt-Benz, Eva-Maria, 157,
159, 451
- Hannum, Charles M., 115
- Hansen, Ulrich, 276, 451
- Hardin, Garrett, 186, 257, 451
- Hardt, Michael, 199 f., 199, 451
- Hauben, Ronda, 111 f., 451
- Haug, Frigga, 199, 227, 451
- Haug, Wolfgang Fritz, 199, 199,
227, 227, 342, 451, 468
- Hawel, Marcus, ix, 43, 452
- Hawthorne, Nathaniel, 106
- Hayek, Friedrich August von,
255, 258, 451
- Heath, Douglas Denon, 34, 441
- Hegel, Georg Wilhelm
Friedrich, 23, 23, 32,
32, 172, 172, 174 f., 174 f.,
228, 282, 282, 307, 311 f.,
311 f., 321, 327, 337,
339 ff., 366, 374, 378,
378, 401, 411 f., 415,
420, 422, 427 f., 431,
435, 451 f.
- Hegselmann, Rainer, 346, 349,
351, 353–358, 360 f.,
363 f., 444, 452, 465
- Heilbronner, Robert L., 207
- Heinlein, Robert A., 118, 118,
452
- Heins, Oliver, 27 f., 30, 43, 193,
229, 247, 291, 334 ff.,
340, 344, 446, 452,
461 f.
- Heintz, Bettina, 19, 43, 45 f., 387,
396, 402, 433, 452
- Heisenberg, Werner, 25, 58, 58,
314 f., 317, 317, 321, 331,
331, 420, 420, 432, 432,
452
- Helm, Georg, 346
- Helmholtz, Hermann von, 288,
288, 321–325, 322 ff.,
420, 420, 452 f.
- Helvétius, Claude Adrien, 299
- Hempel, Carl Gustav, 355, 453
- Henderson, D. Austin, Jr., 95
- Herder, Johann Gottfried, 179,
305
- Hertz, Paul, 322 ff., 452
- Hespe, Franz, 173 f., 453
- Heß, Moses, 28, 247, 334 ff., 462
- Hilbert, David, 51, 346, 349,
398 ff., 398–402, 453
- Hillesley, Richard, 140, 453
- Hillis, W. Daniel, 384
- Himanen, Pekka, 17, 453
- Hirsch, Katharina von, 373
- Hobbes, Thomas, 228, 292–295,

- 292–295, 299, 313 f.,
313 f., 453
- Hodges, Andrew, 39, 453
- Hoffer, Willi, 448
- Höffner, Eckhard, 177, 177, 453
- Hofmann, Jeanette, 7, 178, 249,
449, 453, 458, 472
- Hofstadter, Douglas R., 391, 391,
393, 395, 395, 404 ff.,
405 f., 409 f., 409 ff.,
413–417, 413–417, 421,
422, 453
- Holbach, Paul Henri Thiry de,
303 f., 303, 454
- Holland, Wau, 276
- Holmes, Kris, 517
- Holm-Hadulla, Rainer M., 179,
455
- Höltzschl, Rainer, 463
- Hooke, Robert, 57, 289
- Hopfield, John J., 408, 408, 454
- Hopkins, Don, 13, 137
- Hopper, Grace M., 59
- Horkheimer, Max, 19, 46, 49,
49, 271, 271, 277, 291,
292, 319, 368, 371–380,
371–378, 380, 383, 385,
411, 411, 422, 422, 430,
431 f., 432, 454 f.
- Horton, Mark, 111, 456
- Hubbard, Jordan K., 115
- Huber, Peter, 179, 455
- Hubmann, Heinrich, 166–169,
176 ff., 455
- Hugo, Victor, 181
- Hujer, Reinhard, 60 ff., 447
- Hume, David, 299 f., 308, 310
- I**
- Ifrah, Georges, 46 ff., 455
- Illich, Ivan, 89, 89, 118, 126,
425 f., 425–429, 428 f.,
456
- J**
- Jacob, Hans, 174, 447
- Jakob I. (England), 168
- Jannidis, Fotis, 156, 178, 442,
456, 472
- Jaszi, Peter, 178, 472
- Jefferson, Geoffrey, 389, 456
- Jefferson, Thomas, 163
- Jelden, Eva, 202, 456
- Jevons, William Stanley, 38, 283
- Jobs, Steve, 128 f.
- Jodl, Friedrich, 284
- Johnson, Roy W., 81
- Jolitz, William (»Bill«) F., 115
- Joplin, Janis, 119
- Joy, William N., 111, 111 f., 114,
134, 384, 384, 456
- Junge, Claudia, ix
- K**
- Kade, Gerhard, 60 ff., 447
- Kahn, Robert E., 99, 99 f., 444
- Kalwey, Nadine, 249–252, 255,
257, 457
- Kant, Immanuel, 173, 173 f., 305,
305, 307–312, 308, 310,
322–325, 329, 337 f.,
343, 350, 378, 396, 412,
432, 456
- Kappes, Regina, ix
- Kapr, Albert, 157–161, 456
- Karels, Michael J., 115
- Kargon, Robert, 52, 456
- Kaufmann, Felix, 347
- Kautsky, Karl, 344 f., 345, 364,
457
- Kay, Alan C., 72, 84
- Kelvin (Lord); *siehe* Thomson,
William
- Kepler, Johannes, 33, 287, 314,
319
- Kernighan, Brian W., 107 ff.,
109, 457
- Kildall, Gary, 118, 126, 130 f.
- King Byron, Augusta Ada; *siehe*
Lovelace, Ada
- Kircher, Athanasius, 57, 283
- Kittler, Friedrich, 37, 39–43, 45,
72, 221, 402 f., 430, 446,
457, 470
- Klein, Dieter, 235, 473

- Klein, Felix, 346
 Kleinrock, Leonard, 95
 Kluge, Alexander, 6, 464
 Knight, Tom, 79 f.
 Knuth, Donald E., iv, ix, 84 f.,
 85, 138, 457
 Koberger, Anton, 161
 Kolakowski, Leszek, 325, 457
 Konfuzius, 158
 Kooths, Stefan, 249–252, 255,
 257, 457
 Kopernikus, Nikolaus, 287, 319
 Korsch, Karl, 317, 317, 333, 356,
 365 ff., 366 f., 374, 401,
 411 f., 411, 421, 431,
 457 f.
 Kotok, Alan, 71
 Kotucha, Reinhard, ix
 Kowalski, Robert, 37, 458
 Kraft, Victor, 347
 Krämer, Sybille, 396, 458
 Krätke, Michael R., 242, 248 f.,
 458
 Krempl, Stefan, 135, 458
 Kreutzer, Till, 178, 458
 Kreuzer, Helmut, 379, 381, 450,
 458, 469
 Kritidis, Gregor, ix, 43, 452
 Kroah-Hartman, Greg, 11, 145,
 145, 245, 458
 Krohn, Wolfgang, 289, 441, 459
 Krüger, Lorenz, 284, 350, 353 f.,
 459
 Kuhn, Thomas S., 284, 350, 350,
 353 f., 459
 Kuri, Jürgen, 15, 459
 Kurz, Robert, 243, 459
- L**
- La Mettrie, Julien Offray de,
 300–303, 300 ff., 459
 Landshut, Siegfried, 27 f., 30,
 193, 229, 247, 291,
 334 ff., 340, 344, 446,
 461 f.
 Lange, Friedrich Albert, 300,
 302, 307 f., 314, 459
 Langenfurth, Markus, 249–252,
 255, 257, 457
 Langmuir, Irving, 209
 Laplace, Pierre-Simon, 304 f.,
 317, 388
 Laster, Kathy, 234, 383, 459
 Latrive, Florent, 184, 459
 Lauer, Gerhard, 442, 456, 472
 Lauth, Reinhard, 174, 447
 Lederer, Emil, 194, 194, 459
 Leemhuis, Thorsten, 144, 245,
 460
 Lehmann, Philipp, 517
 Lehnert, Jean-Paul, 243, 465
 Leibniz, Gottfried Wilhelm,
 34 f., 37, 57, 283, 292,
 307 f., 310, 348, 362
 Lemke, Ari, 141
 Lenat, Douglas, 391
 Lenin, Wladimir I., 325, 338,
 345 f., 345, 359, 359, 374,
 376 f., 460
 Leonardo da Vinci, 285 ff.
 Leser, Norbert, 355, 453
 Lessig, Lawrence, 163, 180, 235 f.,
 235, 434, 460
 Lévi-Strauss, Claude, 46
 Levy, Steven, 17, 17, 53, 53, 67,
 67, 69–80, 69, 71 f., 76,
 79, 84, 92, 92, 98, 118 f.,
 119, 122–130, 122 f.,
 132 ff., 133, 264, 276,
 369, 369, 434, 460
 Lewin, Kurt, 259, 259, 346, 356,
 364, 460
 Licklider, J. C. R., 78, 80, 82–85,
 83, 88–91, 88–91, 94,
 460
 Liebig, Justus von, 229
 Liede, Helmut, 243, 465
 Liedtke, Anja, ix
 Liedtke, Nele Belana, ix
 Lions, John, 112
 Llull, Ramon, 105, 282 f., 362
 Lobatschewski, Nikolai I., 323
 Locke, John, 170, 171, 172, 174,

- 229, 248, 260, 288,
296–299, 315, 460
Lovelace, Ada, 390 f.
Löw, Rabbi Judah, 280
Lucas, John R., 403 f., 403 ff.,
460
Luf, Gerhard, 172, 460
Lukács, Georg, 333, 367, 374,
401, 411, 411, 460
Lullus, Raimundus; *d. i.* Llull,
Ramon
Luppel, Iwan Kapitonowitsch,
365
Luther, Martin, 158, 279
Lutterbeck, Bernd, 8, 249, 251,
255 ff., 442, 466
Luxemburg, Rosa, 6, 6, 460
Lyon, Matthew, 11, 17, 17, 78,
81 f., 81, 84–88, 87, 91–
102, 91 f., 94, 98, 100,
114, 133, 450
- M**
Macdonald, Peter, 144
Mach, Ernst, 140, 324–331, 331,
333 f., 337 f., 345 f., 348,
350 f., 363, 368, 373–
377, 420 f., 461
Machiavelli, Niccolò, 313, 461
Macpherson, Crawford B., 2,
172, 234, 242, 259–263,
259–263, 267, 461
Mandel, Ernest, 6, 6, 461
Mandeville, Bernard, 172, 461
Mansfield, Michael J., 133
Marcuse, Herbert, 190 ff., 190 ff.,
196, 196, 198, 198, 213,
216, 266, 277, 277, 288,
461
Markkula, Mike, 129
Marschak, Jacob, 194, 194, 459
Marsh, Bob, 126
Martinez, Matias, 442, 456, 472
Marx, Karl, 6, 23, 26 ff., 27 f.,
30 ff., 30–33, 48, 147,
147 f., 171 f., 171, 193,
193 f., 197, 197, 199,
199, 209, 214 f., 214,
216 ff., 217–231, 220–
228, 230 f., 245, 246 f.,
247, 260, 262, 266,
291, 291, 306, 307, 334–
337, 334–342, 340, 344,
344, 359, 368, 371, 421,
426 f., 426–431, 429,
435 f., 436, 446, 461 f.
Mattick, Paul, 213 f., 213–216,
216, 242, 249, 462
Mauchly, John Presper, 38 f., 69
Mauel, Kurt, 30, 462
Maxwell, James Clerk, 320
Mayr, Otto, 321, 462
McCarthy, John, xxi, 55 f., 69,
71 f., 78, 83 f., 91, 133,
243, 385, 385, 462
McCulloch, Warren Sturgis, 86,
87, 463
McElroy, Neil H., 81
McGuinness, Brian, 297, 300, 348,
351 f., 356, 361 f., 444,
450, 465, 468
McIllroy, Dennis, 107
McKenzie, Alex, 95
McKusick, Marshall Kirk, 111–
115, 113, 115, 117, 463
McLuhan, Marshall, 106, 157,
157, 160, 160, 162, 162,
463
McMahon, Michael, 134
McPherson, Amanda, 11, 145,
245, 458, 463
McPherson, Isaac, 163
Menger, Karl, 347, 352, 352, 463
Menne, Albert, 397, 463
Mensching, Günther, 285, 397,
441
Meretz, Stefan, 219, 463
Mersenne, Martin, 57, 283, 292
Merton, Robert K., 142, 162,
204 f., 204 f., 207, 207,
209, 209, 230, 230, 433,
463
Meyer, Otto, 234, 463
Micheau, Françoise, 349, 442
Michel, Karl Markus, 23, 32, 172,

- 174 f., 282, 307, 311 f.,
337, 378, 451 f.
- Miede, André, 517
- Milikan, Robert Andrews, 209
- Mill, John Stuart, 412
- Mills, Charles Wright, 194, 194,
463
- Mims, Forrest M., 124, 463
- Minsky, Marvin, 54, 55 f., 56,
71, 78 ff., 83 f., 91, 133,
243, 280, 385, 408, 408,
462 ff.
- Mitscherlich, Alexander, 274,
368–371, 410, 447 f.
- Moglen, Eben, 14 f., 15, 464
- Moldenhauer, Eva, 23, 32, 172,
174 f., 282, 307, 311 f.,
337, 378, 451 f.
- Moldenhauer, Oliver, 5 f., 443
- Molnár, Ingo, 145
- Montaigne, Michel de, 302
- Moore, Fred, 122
- Moravec, Hans P., 55 f., 56, 464
- Morus, Thomas, 218, 218, 436,
464
- Moses, Joel, 280
- Mühlbauer, Peter, 66, 73, 84,
464
- Mumford, Lewis, 23–26, 24 f.,
28, 33, 49, 49, 147, 147,
283, 288, 288, 318 ff.,
319, 464
- Myhrvold, Nathan, 131, 448
- N**
- Nagel, Ernest, 403, 403, 464
- Napoléon Bonaparte, 304
- Negri, Antonio, 199 f., 199, 451
- Negt, Oskar, 6, 364, 366 f., 444,
464
- Nelson, Leonard, 397
- Nelson, Stewart, 74
- Nelson, Theodor Holm, 65, 102,
102, 119, 120, 464
- Neumann, John von, xvii, 38,
38 f., 43, 43, 280, 403,
403, 407, 407, 464
- Neurath, Olga, 347
- Neurath, Otto, xix, 202, 347,
348 f., 351, 352–364,
353–357, 360–364, 373,
421, 444, 465
- Newell, Allen, xviii, 55
- Newman, James R., 403, 403,
464
- Newton, Isaac, 35, 53, 57, 142,
162, 206, 283, 289, 296,
296, 304, 315, 318 f., 321,
325, 331, 465
- Nixon, Richard, 413
- Noftsker, Russell, 75
- Nolte, Hans-Heinrich, 243, 465
- Norman, Donald, 410
- Nuss, Sabine, 18, 18, 226 f., 226,
438, 465
- Nutzinger, Hans G., 223, 465
- O**
- Ockham, Wilhelm von, 58, 352
- Ockman, Sam, 7, 11, 13, 65, 94,
98, 103, 111–115, 117, 135,
137 f., 140, 443, 445,
463, 466, 469 f.
- Okishio, Nobuo, 223, 465
- Olsen, Kenneth H., 70
- O'Neill, John, 373, 465
- O'Reilly, Tim, 13
- Orwell, George, 50
- Ossanna, Joseph F., 107
- Ottmann, Henning, 173 f., 453
- Owen, Robert, 427
- P**
- Pannekoek, Anton, 325, 465
- Papert, Seymour, 91, 91, 264,
264, 408, 408, 464,
466
- Paracelsus, 162, 280 f., 281, 466
- Paris, Heidi, 417 f., 447
- Pascal, Blaise, 33 f., 34, 166, 202,
291, 466
- Pasche, Markus, 249, 251, 255 ff.,
466
- Peano, Guiseppe, 38, 396
- Pearson, Karl, 58, 466
- Pedersen, Klaus, 7, 466

Peirce, Charles, 38, 283
 Perens, Bruce, 13
 Pike, Rob, 113, 466
 Pittman, Tom, 128
 Pitts, Walter H., 86, 87, 463
 Planck, Max, 321
 Plutarch, 47
 Pogran, Kenneth T., 95
 Pollock, Friedrich, 367, 373
 Popper, Karl R., 284, 328, 352 ff.
 Port, Otis, 232, 450
 Post, Emil L., 46, 466
 Postel, Jonathan B., 95 ff., 100
 Presotto, Dave, 466
 Prodöhl, Jan, ix
 Proffitt, Brian, 245, 463
 Prony, Gaspard de, 35
 Putnam, Hilary W., 355, 387,
 403, 466
 Pütter, Johann Stephan, 170

Q

Queneau, René, 342, 442
 Quine, Willard Van Orman,
 309, 328, 328, 353, 353,
 355, 363, 363, 466

R

Raadt, Theo de, 115 f.
 Rae, Steven, 195
 Raghavan, Chakravarthi, 185,
 466
 Ray, John, 57
 Raymond, Eric S., 13, 65 f., 98,
 466
 Reich, Brian, 94
 Reichenbach, Hans, 333, 346,
 355 f., 364, 380
 Reidemeister, Kurt W. F., 347
 Reijen, Willem van, 367, 444
 Reimarus, Johann Albert
 Heinrich, 170
 Reisman, George, 235, 235, 466
 Ress, Georg, 176, 471
 Reuß, Jürgen, 463
 Ricardo, David, 185
 Richards, Angela, 274, 368–371,
 410, 447 f.

Richter, Jessica C., ix
 Rifkin, Jeremy, 2, 4 f., 4, 88, 106,
 160, 200 f., 200 f., 232 f.,
 232 f., 259, 467
 Rinearson, Peter, 131, 448
 Ritchie, Dennis M., 106–110,
 107–111, 457, 467
 Ritter, Gerhard, 218, 464
 Ritter, Martina, 19, 202, 394, 456,
 467
 Roberts, Ed, 124 f., 127
 Roberts, Lawrence G., 84, 87,
 100 f.
 Robinson, Abraham, 398
 Rochester, Nathaniel, 385, 462
 Roosevelt, Franklin D., 67
 Rorarius, Hieronymus, 302
 Rosenblatt, Frank, 408, 408,
 467
 Rötzer, Florian, 57, 467
 Rousseau, Jean-Jaques, 299
 Rubbel, Benedikt, 5 f., 443
 Russell, Bertrand, 40, 47, 47,
 55, 318, 318, 348 f., 349,
 396 f., 467
 Russell, Steve, 70

S

Saint-Simon, Henri de, 192
 Salus, Peter H., 100, 106, 467
 Samson, Peter, 70
 Sandvoss, Ernst R., 287, 467
 Saunders, Bob, 71
 Schelkle, Barbara, 394, 467
 Schelling, Friedrich Wilhelm
 Joseph von, 307
 Scheminsky, Ferdinand, 417
 Schickard, Wilhelm, 33
 Schilpp, Paul Arthur, 347 f., 444
 Schleichert, Hubert, 352, 450
 Schlick, Moritz, 322 ff., 333,
 346 ff., 358, 400, 452
 Schmeiser, Louise, 5
 Schmeiser, Percy, 5
 Schmid Noerr, Gunzelin, 19, 19,
 49, 271, 277, 292, 319,
 367, 371 f., 374, 377 ff.,

- 383, 383, 385, 411, 422,
431 f., 444, 454 f., 467 f.
- Schmidt, Alfred, 49, 271, 277,
292, 300, 302, 307 f.,
314, 334 f., 337 f., 371 f.,
374–378, 377, 380, 382,
385, 411, 422, 431 f.,
454 f., 459, 467 f.
- Schmidt, Siegfried J., 320, 447
- Schröder, Ernst, 38
- Schröder, Martin, ix
- Schulte, Joachim, 297, 300, 348,
351 f., 356, 361 f., 444,
450, 465, 468
- Schumacher, Ernst Friedrich,
428
- Schumpeter, Joseph A., 257
- Schyga, Peter, 342, 468
- Scott, Mike, 129
- Scoville, Thomas, 110, 468
- Scriven, Michael, 386, 403, 468
- Searle, John R., 392 ff., 392,
394 f., 405, 468
- Selby, Richard W., 132, 445
- Serres, Michel, 48, 195, 289, 349,
442 f., 449, 468 f.
- Shannon, Claude E., 38, 38, 86,
385, 462, 468
- Shelley, Mary, 280
- Shiva, Vandana, 4, 468
- Shockley, William B., 70, 118
- Siefkes, Christian, 18, 468
- Sieglwart, Geo, 346, 452
- Silvester II.; *siehe* Aurillac, Ger-
bert von
- Simon, Herbert A., xviii, 55, 55,
468
- Siwek, Stephen E., 3, 468
- Slaughter, Mary M., 57, 468
- Slimbach, Robert, 517
- Smith, Adam, 26, 26 f., 185, 225,
225, 229, 229, 321, 468
- Snow, Charles P., 19, 379, 379 f.,
383, 383, 469
- Sohn-Rethel, Alfred, 277, 286,
349, 432, 469
- Solomon, Les, 123 f., 126
- Sophie Charlotte von Preußen,
302
- Sorel, Georges, 431, 431, 469
- Sorell, Tom, 290, 469
- Sorge, Richard, 367
- Spedding, James, 34, 441
- Sperl, Richard, 27 f., 30, 193, 229,
247, 291, 334 ff., 340,
344, 446, 461 f.
- Speyer, Johann von, 166
- Stadler, Friedrich, 326–331, 346,
352, 358, 401, 420, 442,
446, 450, 469, 472
- Stallman, Richard M., ix, xvii,
xviii, 12 f., 13, 66, 66,
133 ff., 134 f., 137 f.,
137 ff., 140, 143, 150,
469
- Stamm, Sönke von, ix
- Steele, Guy L., Jr., 134
- Steinert, Heinz, 234, 383, 459
- Steinitz, Klaus, 235, 473
- Stengers, Isabelle, 289, 469
- Stephenson, Neal, 57, 110, 110,
132, 469
- Stoekl, Allan, 342, 442
- Stöhr, Adolf, 346
- Stone, Mark, 7, 11, 13, 65, 94, 98,
103, 111–115, 117, 135,
137 f., 140, 443, 445,
463, 466, 469 f.
- Stoneback, John, 111
- Strachey, James, 274, 368–371,
410, 447 f.
- Sunshine, Carl, 100
- Sussman, Gerald, 280
- Sutherland, Ivan, 83 f.
- Swaine, Michael, 17, 118, 123–
132, 447
- T**
- Tanenbaum, Andrew S., 141,
143
- Tantau, Till, 517
- Taylor, Frederick W., 28, 28 ff.,
30, 147 f., 359, 470

- Taylor, Robert W., 80, 83 ff.,
88–91, 88 ff., 94, 132,
460
- Teilhard de Chardin, Pierre, 105
- Tejun Heo, ix, 145
- Tempel, Bernhard, ix
- Tetens, Holm, 301
- Thompson, Kenneth, 107–111,
110 f., 139, 467
- Thomson, William, 52, 54, 72
- Thun, Friedemann Schulz von,
57, 470
- Tobin, James, 231
- Toland, John, 301
- Tomlinson, Raymond, 97, 97,
470
- Tool, Theodore T., 75, 470
- Torvalds, Linus Benedict, 9, 11,
11, 17, 141–144, 141–145,
240, 453, 470
- Troitzsch, Ulrich, 30, 321, 462,
470
- Tuck, Richard, 292, 470
- Turing, Alan M., xv, 39–43,
39–43, 45, 45 f., 51, 54,
86 f., 148, 221, 221, 351,
351 f., 385–392, 386–
392, 402 f., 402, 421,
421, 430, 430, 470
- Turkle, Sherry, 77, 280, 394 f.,
470
- U**
- Uebel, Thomas, 373, 465
- Ullrich, Otto, 192, 210, 277 f.,
428, 471
- Ure, Andrew, 27, 220, 229
- Urwick, Lyndall, 29
- V**
- Vaihinger, Hans, 346
- Vaucanson, Jacques de, 302,
306, 419
- Veit, Reinhold, 258, 451
- Venn, John, 38
- Vittal, John J., 95
- Völker, Klaus, 279 ff., 371, 371,
419, 466, 471
- W**
- Wadle, Elmar, 176, 471
- Wagner, Rose MM., 119, 471
- Wagner, Sabina, 161, 471
- Waismann, Friedrich, 347
- Walker, Steve, 98
- Wallis, John, 57
- Wang, Hao, 58, 412, 471
- Warren, Jim, 126
- Wasmuth, Ewald, 34, 466
- Watson, Thomas, 11
- Watt, James, 32
- Watzlawick, Paul, 275
- Wayne, Ronald G., 128
- Weber, Max, 189 f., 190, 194, 194,
203, 355, 471
- Weil, Felix José, 367
- Weinmann, Martin, 417 f., 447
- Weinreb, Daniel, 134
- Weiss, Hans, 4, 471
- Weizenbaum, Joseph, 17, 17,
40, 40, 46, 48 ff., 48 ff.,
52 ff., 52, 54, 57 ff., 57,
59, 61 ff., 62 f., 65, 79,
151, 271–276, 271–277,
279, 319, 394, 409, 419,
419, 425, 428, 432, 471
- Wernadski, Wladimir I., 105
- Werner, Klaus, 4, 471
- Werner, Meike G., 356, 471
- Werz, Michael, 364, 366 f., 444
- Westfall, Richard S., 296, 465
- Whitehead, Alfred North, 40,
47, 55, 289, 349, 397
- Whitely, C. H., 404
- Wiener, Norbert, 51, 52, 68, 68,
280, 318, 319, 321, 321,
471 f.
- Wiggershaus, Rolf, 374, 472
- Wilkins, John, 57, 283
- Williams, Nate, 115
- Winckelmann, Johannes, 190,
194, 471
- Winker, Simone, 442, 456, 472
- Winsor, Janice, 92, 472
- Winter, Martin, ix, 223

Wittfogel, Karl August, 23, 24,
194, 367, 472
Wittgenstein, Ludwig, 333, 348,
416 f., 416 f., 472
Wittmann, Reinhard, 170, 472
Wohlauf, Gabriele, 30, 321, 462,
470
Wolf, Stefan, 386, 392 ff., 403,
408, 466, 468, 473
Wolfstetter, Elmar, 223, 465
Wolmeringer, Gottfried, 45, 472
Wolters, Gereon, 331, 472
Woodmansee, Martha, 178, 472
Woods, Donald, 92
Woolston, Thomas, 208
Wozniak, Steve, 127 ff.
Wren, Christopher, 57
Wullweber, Joscha, 7, 472

Y

Young, Michael, 73
Young, Robert, 437, 438, 472

Z

Zach, Richard, 398, 472
Zalta, Edward N., 398, 472
Zapf, Hermann, 517
Zawinski, Jamie, 139, 473
Zborowski, Orest, 143 f.
Zeilinger, Anton, 58, 473
Zeller, Christian, 6, 473
Ziegler, Jean, 235, 235, 473
Zimmerli, Walter Ch., 386,
392 ff., 403, 408, 466,
468, 473
Zinn, Karl, 235, 473
Züchner, Tanja, ix
Zuse, Konrad, 38
Zwierlein, Eduard, 291, 473

STICHWORTVERZEICHNIS

Die Angabe »f.« hinter einer Seitenzahl verweist auf zwei, die von »ff.« auf drei unmittelbar aufeinander folgende Seiten. Größere Intervalle werden explizit angegeben: 2 f., 2 ff., 2–6.

A

- Abakus, 47
 - und Algorithmus, 47
- Académie française, 204
- Académie royale, 204
- Accademia dei Lincei, 204
- Act of Anne, 168
- Adventure (Computerspiel), 92
- Akkumulationskrise; *siehe* Krise
- Aktiengesellschaften, 193, 234
- Alchemie, 281
 - Wende zur Chemie, 295
- Algorithmus, 34 f., 37, 39–43, 47, 147, 201 f., 204, 221 f., 266 f., 278, 314, 401, 403
 - Algorithmisierung der Vernunft, 386, 388, 392
 - Algorithmisierung des Denkens, 409
 - analytischer Charakter, 209 f.
 - und Turingmaschinen, 45 f., 401, 403
 - Unmöglichkeit der Algorithmisierung wissenschaftlicher Arbeit, 229 f.
- Allmende; *siehe* Gemeineigentum
- Altair, 122, 124 f.
 - Basic, 124
 - Erweiterungen, 124
 - freie Software, 125
 - Microsoft, 124 f.
 - proprietäre Software, 125
 - S-100; *siehe* Altair-Bus und Star Trek, 124
 - Tiny Basic, 125, 127
- Altair-Bus, 124, 127, 130
- AMD, 144, 146
- Analytische Maschine (Rechenmaschine), 34–37, 147 f.
 - als Herrschaft über den Menschen, 36
 - Programmierbarkeit, 37
 - als Vorläufer des modernen Computers, 36 f., 147 f.
- Anarchosyndikalismus, 242
- Android (Linux), 9 f.
- Antiautoritarismus, 72 f.
- Antikriegsbewegung, 92, 132 f.
- Apache, 9
- APPL (Lizenz), 12
- Apple, 3, 9 f., 12, 127 ff., 132
 - Abkehr vom »Woz-Prinzip«, 129
 - Apple I, 127 f.
 - Apple II, 128–131
 - und FreeBSD, 115
 - und freie Software, 115, 128
 - geschlossene Systeme, 129
 - Macintosh, 129, 132
- Arbeit
 - allgemeine, 228 ff.
 - als Aneignung der äußeren Natur, 334
 - bewußte, 23
 - einfache, 26 f., 29, 35, 40 f., 147 f., 196, 228–231, 233, 243, 245 ff., 267

- instinkthafte, 23
- als Kraftausübung, 30
- lebendige, 214 f., 222–225, 426, 428
- als Stoffwechsel mit der äußeren Natur, 335 ff.
- tote, 222–225
- Arbeiterbewegung, 371
- Arbeiterklasse, 189 f., 192, 194, 222, 242 f., 247, 427
- Entstehung, 216
- Wiederkehr, 242 f.
- Arbeitsmaschine, 24, 30, 148, 244, 426
- Arbeitsorganisation
 - Umgestaltung, 242 f.
- Arbeitsprozeß
 - als bewußter, 23
- Arbeitsteilung, 23–33, 147 f.
 - in Ägypten, 23 f., 147
 - Babbage-Prinzip der A., 26 f., 147
 - und Dampfmaschine, 30
 - und geistige Arbeit, 29, 35, 147 f.
 - und große Industrie, 30, 147 f.
 - und hydraulische Gesellschaft, 23 f., 147, 193
 - innerhalb der Gesellschaft, 25
 - innerhalb des Betriebes, 29
 - innerhalb eines Arbeitsprozesses, 26, 147
 - und klassische politische Ökonomie, 26
 - und Krise, 31 f.
 - in Mesopotamien, 23 f., 147
 - und Rechenmaschinen, 37, 148
 - und Rückführung auf einfache Arbeit, 26 f., 35, 147 f., 229 ff., 233, 243
- Selbstreferenzialität der Konzeption, 197
- als Trennung von Konzeption und Ausführung, 29, 147 f., 197, 426 f.
- und Wissenschaft, 328
- Arbeitswerttheorie, 229 f., 259
- historische Schranke, 196, 236
- Arithmetik
 - Formalisierung, 396
- ARPA, 80–85, 95, 98 ff., 113 f., 132 f., 140, 149
- IPTO, 83 f., 97 f.
- Arpanet, 65, 80–101, 149 f.
 - Auslastung, 97
 - Ende des A., 101
 - und enge Verzahnung mit militärischen Strukturen, 100
 - und Hackerkultur, 88 ff.
- Internetting-Projekt, 98 ff.
 - als öffentliches Kommunikationsnetz, 88 ff.
 - als Verbindung von Hackerzentren, 85, 98
- ars magna, 282 f.
- Artifizielle Intelligenz (AI), 18, 43, 53–58, 66, 69, 71, 81, 84, 91, 148 f., 276, 301 f., 383, 385–394, 403–410, 419, 421 f., 430, 433
- und Anthropomorphisierung des Computers, 57
- Begriff, 385
- und Chicagoer Schule, 55
- und Ersetzung des Menschen, 55, 276, 279, 385, 430
- als Evolution, 55
- und industrielle Produktion, 58
- und Irrationalismus, 391
- Leviathan als AI, 294 f.
- und Logischer Positivismus, 347

- mechanistische Grund-
 annahmen, 405–410
 und natürliche Sprachen,
 56 f.
 und Naturwissenschaft,
 278 f.
 und Nervensystem, 391
 und Psychologie, 409 f.
 Regelsystem, 391
 starke vs. schwache, 58, 133,
 301, 403, 406
 und Turingmaschine, 43
 und Unvollständigkeit der
 Mathematik, 388 f.
- Assembler, 50, 92, 109
 A.T. & T., 6 f., 11, 79, 86, 100,
 110 f., 114, 116, 150
 und Anti-Kartellgesetz-
 gebung, 110, 112 f.
 Baby Bells, 112 f.
 Bell Labs; *siehe* Bell Labs
 Athanasium, 314 f.
 Atomistik, 292
 Aufklärung, 296–305, 307–312
 und Druckerpresse, 162
 Ausgebaute Transitionsnetzwer-
 ke (ATN), 409
 Außersinnliche Wahrnehmung,
 391
 Austrofaschismus, 357 f.
 Automaten, 278, 419
 Gleichsetzung mit dem
 Sklaven, 281
 mechanische Ente, 305
 menschenähnliche, 305 f.
- Automatic Computing Engine
 (ACE), 42, 86
 Automatisierung, 30, 147,
 220 ff., 242, 245 ff.,
 276, 305, 428 ff.
- Automotive-Industrie, 230
 Autor
 und Anonymität, 164
 Autorenhonorar, 164
 Begriff, 155–158, 160 f.
 und Druckerpresse, 157 f.,
 160 f.
- als Urheber, 155–158, 160 f.,
 165
 als zentrales Ordnungs-
 kriterium, 156, 161, 164,
 167
- B**
- Babbage-Prinzip, 26 f., 147
 Baconscher Fundamentalsatz,
 34
 BASH, 139, 141
 Basic (Programmiersprache),
 120, 125 f.
 als »faschistische Program-
 miersprache«, 120
 Because It's Time Network
 (BITNET), 100
 Bell Labs, 6, 70, 79, 106–113, 150
 Multics-Entwicklung, 79
 Berechenbarkeit, 45 f.
 sozialer Systeme, 60 ff.
- Berkeley Software Design, Inc.
 (BSDI), 116
 Berkeley Software Distributi-
 on (BSD), 99 f., 111,
 113–117, 140, 150 f.
- 1BSD, 111
 2.11BSD, 111
 2BSD, 111 f.
 3BSD, 112, 114
 4.1BSD, 114
 4.3BSD, 114
 4.4BSD, 117
 4BSD, 114
 386/BSD, 115
 Darwin, 115
 DragonFly BSD, 115
 Fork von NetBSD und
 OpenBSD, 115
 FreeBSD, 115
 als freie Software, 115 f.
 Internetting-Projekt, 99 f.
 Klage, 116
 Lizenz, 114–117
 und MacOS X, 115
 Mikrokern, 140
 NetBSD, 115

- Networking, Release 1, 114 f.
 - Networking, Release 2, 115 f.
 - OpenBSD, 115
 - und Personal Computer, 115
 - und Proprietarisierung von Unix, 112
 - Stammbaum der BSD-Varianten, 116
 - TCP/IP-Stack, 114
 - Berner Übereinkunft; *siehe* internationale Abkommen
 - beseelte Statuen, 281
 - Betriebssystem, 8, 139 f.
 - Definition, 137 f.
 - Kernel, 139 f.
 - Mikrokern, 139 ff.
 - monolithischer Kernel, 139 ff.
 - Bibliotheken
 - Notwendigkeit, 163
 - Big Science, 67 f., 132 f.
 - Binärsystem, 34
 - BIND, 9
 - Biopiraterie, 5 ff.
 - BIOS (Basic Input Output System), 122, 131
 - Biotechnologie, 4 f.
 - BIRPI, 181
 - Blackberry/RIM, 10
 - Blue Boxing, 74 f., 127
 - Bolt Beranek and Newman (BBN), 91 ff., 95 f., 100
 - bootstrapping, 122, 302
 - Boston Consulting Group (BCG), 244 f.
 - Bourgeoisie, 190, 192, 194, 243
 - Buchdruck; *siehe* Druckerpresse
 - Buffer-Overflow, 390
 - Bug (Computerfehler), 59, 145
 - bürgerliche Gesellschaft
 - Fortschrittsglaube, 192 f.
 - Bürokratie, 72 f., 189, 202, 204
 - als eigenständige soziale Kraft, 193
- C**
- C (Programmiersprache), 109, 139
 - Caldera, 116, 437
 - Carnegie-Mellon University, 92, 140
 - Case Western Reserve University, 92
 - CATENET, 98
 - Central Processing Unit (CPU); *siehe* zentrale Rechen-einheit
 - CERN, 102
 - Charter Mary, 167
 - Chemie, 295
 - Chiapas, 7
 - Chicagoer Schule
 - und Artifizelle Intelligenz, 55
 - Chicken Delight Computer Consultants, 126
 - Chinesisches Zimmer, 392 ff., 405
 - Chrome/Chromium (Web-browser), 9, 517
 - Church-Turing-These, 45 f.
 - Cisco, 3
 - Club of Rome, 60 ff.
 - Code
 - als Kampffeld, 434
 - Committee on Computer-Aided Human Communication (CAHCOM), 95
 - Commodore 64 (C64), 50
 - Community Memory, 119
 - Compaq, 112, 131
 - Compatible Time-Sharing System (CTSS), 78 f., 96, 107
 - Computer, 272–276, 392
 - und Artifizelle Intelligenz, 387, 393
 - als autonome Maschine, 48 f., 53, 62 f.

- Demokratisierung, 119 f.
 Diskretheit, 391
 als Grundlage postindustrieller Produktion, 201 f., 204, 246 f.
 im Dienst der herrschenden Elite, 62 f., 132 f., 151, 277
 interaktiver Umgang, 107
 als konviviales Werkzeug, 89, 246 f., 428
 als Massenmarkt, 11
 als Modell der Welt, 49
 Programm- und
 Datenspeicher, 390
 Rechengeschwindigkeit, 351
 strukturkonservative
 Funktion, 49
 Supercomputer, 351
 als Vergegenständlichung
 instrumenteller
 Vernunft, 272–275, 425, 431
 als Werkzeug, 89
 als zentrales Produktionsinstrument, 246 f.
- Computer Science Network (CSNET), 100 f.
 Computer Systems Research Group (CSRG), 114 f.
 Computermarkt
 Geschichte, 11
 Computerprogramm
 Komplexität, 59, 246 f.
 als Modell, 52–55, 272
 als Theorie, 53
 Verständnis, 59
 Computersimulationen
 Eigenständigkeit, 59
 Computersprachen, 50
 Hochsprachen, 50
 Concurrent Versioning System (CVS), 240
 Consent Decree, 110
 Convey's Game of Life, 53
 Coopetition, 437
 Copyleft, 13 f., 134, 137, 150, 437 f.
 Copyright, 3–7, 137, 165, 167 ff., 178–181
 und Buchdruck, 167
 Druckerprivilegien in Venedig, 167
 Entstehung, 167 ff.
 Entwicklung in England, 167 f.
 Fair Use, 179
 als Maßverhältnis, 168 f., 179 f., 184–188
 und Monopole, 167 f.
 als Monopolrecht, 167
 Schutzfrist, 168
 Schutzregister, 167
 Übertragbarkeit, 168, 178 f.
 und Urheberrecht, 178–181
 in USA, 167 f., 181
 Utilitarismus, 167 ff., 179
 als Verwertungsrecht, 178 ff., 265
 und Zensur, 167 f.
 Copyright-Industrie, 2–7, 184–188
 CP/M (Betriebssystem), 118, 126 f., 130 ff.
 CPYNET, 96
 Cracker, 65, 74 f.
- D**
 DaimlerChrysler, 116
 Dampfmaschine, 30, 318, 320
 DARPA; *siehe* ARPA
 Darwin (Betriebssystem), 115
 Darwinismus; *siehe* Evolutions-
 theorie
 DAU, 241
 Debian (Linux-Distribution), 146, 517
 Debugging, 59–62
 DEC, 70 f., 112, 127, 135, 146
 Defense Communications Agency (DCA), 100 f.
 Deismus, 290, 302, 312 f.
 Dell, 144

- Denkökonomie; *siehe* Ockhams Rasiermesser
- Determinismus, 303 ff., 307, 314, 390 f.
- Digitalrechner als deterministische Systeme, 387
- Dezimalsystem, 35
- Diagonalverfahren, 401
- Dialektik
- der Aufklärung, 371 f., 382, 401, 411, 422, 431
- Aufteilung in »objektive« und »subjektive«, 339, 343 ff.
- von Erkenntnis und Interesse, 350
- von Freiheit und Natur, 371
- Gesetze der Dialektik, 340
- bei Hegel, 310 ff., 338, 366, 411, 427
- Herr – Knecht-D., 31 f., 220, 383, 427, 429 ff.
- von Kultur und Barbarei, 430 f.
- materialistische Umstülpung, 339
- und Metaphysik, 338, 374
- von Mythos und Logos, 425
- und Naturwissenschaften, 340–343
- von objektiver und subjektiver Vernunft, 378
- und Selbstreferenzialität, 401, 411–417
- als »Seltsame Schleife«, 413–417, 422
- von Subjekt und Objekt, 310 ff., 411
- Wiederherstellung, 365, 411
- Diamat, 338 f.
- Dienstleistungsgesellschaft, 194–198
- Differential Analyzer (Rechenmaschine), 38
- Differenzmaschine (Rechenmaschine), 35, 306
- Digital Research, 126, 130 f.
- Digitalrechner; *siehe* Rechenmaschinen
- Dr. Dobbs Journal, 125, 128
- Druckerpresse, 155, 157 f., 160–164, 265
- und Aufklärung, 162
- China, 157
- und Copyright, 167, 265
- und Handschriften, 158, 160
- und industrielle Revolution, 157 f., 160
- Korea, 157
- und Massenproduktion, 158, 160–163, 265
- und Nachdruck, 163 f.
- und Naturwissenschaft, 265, 284
- und Wissenschaft, 162 f.
- Dualismus (Trennung von Subjekt und Objekt), 288, 290, 292, 298, 310 ff., 314, 317, 321, 324–328, 331, 334, 337–345, 350 f., 393, 420, 422, 432
- Duhem-Quine-These, 353 f.
- dwm (Fenstermanager), 517
- dynamisches Routing, 92
- E**
- Easy Writer (Textverarbeitung), 130 f.
- eBay, 208
- Eclipse (Entwicklungsumgebung), 244 f.
- EDVAC, 38
- Eigentum
- an verunreinigtem Saatgut, 5
- als exklusives Privateigentum, 171–174, 208, 239, 259–265
- geistiges; *siehe* geistiges Eigentum

- als Konstituens von Gesellschaft, 172 ff.
- als Persönlichkeitsrecht, 172 ff.
- an Produktionsmitteln, 208
- als Recht auf Nutzung, 171
- als Verwirklichungsbedingung von Freiheit, 173 f.
- Wandel, 202, 204
- Eigentumstheorie, 170–175, 248
 - Notwendigkeit einer Neuformulierung, 259–265
 - Unterschied zwischen materiellem und geistigem Eigentum, 173 f.
- einfache Arbeit; *siehe* Arbeit
- Einheitswissenschaft, 327 f., 334 f., 355 f., 361 ff., 420 f.
- als Enzyklopädie, 352, 362
- und Kritische Theorie, 374 f.
- Marxismus als E., 364 f., 420
- Spaltung in zwei Kulturen, 379–383
- Emacs, 134, 138
 - AucTeX, 517
 - EINE, 134
 - Emacs Commune, 134
 - GNU Emacs, 138, 517
 - Gosling Emacs, 134
 - Lucid Emacs, 138
 - SINE, 134
 - XEmacs, 138
 - ZWEI, 134
- E-Mail, 95–98
 - Datenverkehr, 102
 - und FTP, 96
 - als Hack, 96
 - @-Zeichen, 96
- Empiriokritizismus, 324–332, 337, 374 ff., 420
- und Dialektik, 420
- und Marxismus, 329, 334, 420
- und Psychoanalyse, 368
- Empirismus, 299 f., 303, 308, 312, 321–324
- und Philosophie, 333, 347
- ENIAC, 11, 38, 69
- Enteignung, 5 ff.
 - von Kulturpflanzen, 5
 - von Unix, 6 f., 112 f.
- Entfremdung, 117 f., 198–201
- Entropie, 320, 342
- Entscheidungsproblem, 46, 50, 351 f., 401, 403
- ἐπιστήμη, 286
- Epistemologie; *siehe* Erkenntnistheorie
- Erfahrung
 - empirisch-synthetischer Charakter, 350
- Erkenntnis (Zeitschrift), 346
- Erkenntnistheorie, 284, 286, 296–300, 308–312, 337–345, 350
 - analytische Sätze, 308 f.
 - aposteriorische Urteile, 308 f.
 - apriorische Urteile, 308 f.
 - bei Engels, 338–342
 - Fallibilismus, 327 f.
 - Kategorien, 309 f., 312, 321, 323 f.
 - Kausalität, 310
 - bei Mach, 324–328
 - bei Marx und Mach, 337
 - Selbst, 326 ff.
 - Sensualismus, 322–328
 - subjektive und objektive Deduktion, 309
 - synthetische Sätze, 308 f.
- Erster Weltkrieg, 67
- und Arbeiterbewegung, 333
- Scheitern der Arbeiterbewegung, 364
- Ethernet, 114
- Euler (Schrift), 517

- EU-Richtlinie zum Schutz
biotechnologischer
Erfindungen, 4
- Evolutionstheorie, 318
bei Ernst Mach, 327–331,
337
und Marxismus, 334
- ex* (Texteditor), 111
- Exim, 9
- Experiment
Unterdeterminiertheit,
353 f.
- Expertensysteme, 202, 204
- externe Effekte, 226, 228 f., 244–
247, 251, 266
- F**
- Facharbeiter, 242 f.
- Falsifikationismus, 352 ff.
- File Transfer Protocol (FTP),
94, 96
- Firefox, 9
- formale Systeme
und Bedeutung, 405
- formales System, 39–42, 209 ff.,
266, 347, 350, 395–403,
411–417
Problem der Anfangs-
begründung, 290
und Willensfreiheit, 392 f.
- Frankenstein, 280
- Frankfurter Institut für Sozi-
alforschung; *siehe*
Institut für Sozialfor-
schung
- Frankfurter Schule, 371–383
und Wiener Kreis, 372–378
- französische Revolution, 35
- Free Software Foundation
(FSF), 12, 14, 66, 139
- Free Speech Movement, 119
- Free Standards Group, 144 f.
- FreeBSD, 9
- Freeware, 13
- freie Kultur, 264
- freie Software, 7–14, 141–146,
150 f., 243, 246 f., 264,
271, 433 f., 437 f.
- Adventure, 92
als anarchistische Produk-
tionsform, 14, 433 f.
- Basic, 126
und Bildung, 241, 434
Copyleft, 13 f., 137, 438
und Copyright, 137
Definition, 12, 137
und Freeware, 13
für den Altair, 125
und geistiges Eigentum,
137
und Gemeineigentum, 199,
247, 267
Geschäftsmodelle, 244 f.,
249–257, 437
Geschichte, 11 f., 17, 127,
135 ff., 141–146
und Kapitalismus, 10
als Keimform, 17, 265,
267 f., 433 f.
kollaborativer Entwick-
lungsprozeß, 11, 239 ff.
als Kollektivgut, 251
und Kommerzialisierung,
255 ff.
und Konvivialität, 434
und kritische Theorie, 17 f.
und Literalität, 264, 267
und Lizenzen, 13 f.
Marktanteile, 9
Marktverzerrung, 250–257
als Negation des Kapital-
verhältnisses, 243, 267,
433 f.
offener Quelltext, 8, 13
und Open Source, 13
Opportunitätskosten, 256 f.
Peer-Review, 239 ff.
und Preis, 137, 142 f.
und Preismechanismus
des Marktes, 250–257
und proprietäre Software,
241
und Public Domain
Software, 13
als Rückholung des

- Produktionswissens, 337, 434
- und Softwarepatente, 438
- und Urheberrecht, 13
- als Widerstand gegen
 - Enteignungsprozesse, 7, 12, 142
 - und Wirtschaft, 13
 - und Wissensgesellschaft, 199
 - als wohlfahrtsoptimierende Regulierung, 252–257
- Freihandelslehre, 177, 184–188
- Freistudentische Jugend, 356
- Freshmeat.net, 13 f.
- Fujitsu, 144
- Funktionalismus, 386, 389, 391, 393
- Funktionalitätsprinzip, 296, 349
- G**
- GATT-Vertrag; *siehe* internationale Abkommen
- Gebrauchsmustergesetz, 178
- Geist
 - als formales System, 41 ff., 347
 - geistige Allmende, 163
 - geistiges Eigentum, 2–7, 155–158, 160–188, 208–211, 230 f., 235 f., 265 f., 437
 - in Antike und Mittelalter, 155 f.
 - Auseinandersetzung um, 95
 - als künstliche
 - Verknappung, 226
 - und Manuskriptkultur, 156
 - als Naturrecht, 176
 - und Nutzungsrechte, 234
 - Scholastik, 155 f.
 - Schranken, 175 f.
 - Ursprung, 155
 - als zentrale ökonomische Kategorie, 231–234
- Geld
 - gesellschaftlich-synthetische Funktion, 348, 432
- Gemeineigentum, 205 ff., 257, 259–264, 267, 436 f.
 - und freie Software, 199
 - Tragik der Allmende, 257
 - vs. Staatseigentum, 437
- General Electric (GE), 4, 79, 107
 - GE 635, 79, 107
- General Problem Solver (GPS), 55
- Genom, 4 f., 232
 - Wert, 232
- Gentechnik, 195, 413
- Geometrie
 - euklidische und nicht-euklidische, 323 f., 398, 420
- Gesellschaft
 - Auflösung, 199 ff.
 - als Naturkategorie, 335
- Gesellschaft für empirische Philosophie, 333, 346, 364, 366
- gesellschaftliche Unbewußtheit, 359
- Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseum (Wien), 355, 372
- Gesellschaftstechnik, 202, 204, 355, 359–363
- Gestaltpsychologie, 374
- Gibbs, Josiah Willard, 321
- git*, 240
- GNU C Bibliothek, 139
- GNU Compiler Collection (GCC), 141, 143
- GNU Emacs; *siehe* Emacs
- GNU General Public License (GPL), 13 f., 102, 134, 137, 143, 150, 437
 - und Gültigkeit in Deutschland, 15
 - und kommerzieller Verkauf, 137, 143

- GNU HURD, 66, 140
 GNU-Projekt, 12, 135–139, 150 f.
 Gnus (Software), 517
 GNU-System, 8, 141–146, 150 f.
 Goldbachsche Vermutung, 391
 Golem, 279 f., 368, 419, 429
 Golemic Inc., 126
 Google, 144
 und Linux, 9
 Gopher, 102
 gpl-violations.org, 15
 grafische Benutzeroberflächen,
 434
 Gravitation, 295
 spukhafte Fernwirkung,
 296
 Grenznutzentheorie, 241, 248
 sozialistische Wende, 241
 groklaw.net, 116
 große Industrie, 30, 192 f., 242,
 262, 426 f.
 als Ersatz für den
 Gesamtarbeiter, 30,
 426
 und Herr – Knecht-
 Dialektik, 31 f., 427
 Unterschied zur
 Manufaktur, 31 f.
 Großrechner, 11, 69, 78
- H**
 Hacker, 11, 65–101, 117–129, 132–
 135, 149 ff.
 Altruismus, 122 f.
 und Anarchismus, 66
 Antiautoritarismus, 72 f.,
 80, 119
 und Artificielle Intelligenz,
 66, 69, 71, 84, 276, 419,
 421, 430
 als Avantgarde, 68–71
 Begriff, 65, 273
 und Betriebssysteme, 65,
 149
 und Bürokratie, 72–75
 und Cracker, 65, 74 f.
 Entfremdung, 117 f.
 und Free Speech
 Movement, 119
 und freie Software, 65,
 70 f., 150 f.
 Geschichte, 65, 67 ff., 71,
 74–101, 117–129, 132–
 135
 und Geschlecht, 73, 77,
 369 f.
 Hackerbewegung, 65
 Geschichte, 17
 Hackerethik, 66, 71–75,
 79 f., 88 ff., 98, 122 f.,
 149, 434
 Hackerkultur, 65 f., 71, 84,
 96, 98, 117, 149, 243,
 419, 421 f., 430, 433
 und Arpanet, 88 ff.
 Diversifizierung, 84
 Hacking als asozialer
 Prozeß, 76 f., 419
 Hacking als Mensch –
 Maschine-Symbiose,
 71, 76 f.
 Hardware-Hacker, 117–129,
 150 f.
 und homo oeconomicus,
 258
 Hybris, 75, 124, 272–276
 und IBM, 69, 72 f.
 und Informationsfreiheit,
 72
 und instrumentelle
 Vernunft, 271
 und Internet, 65, 149 f.
 Jargon, 65
 und Konkurrenz, 122 f.
 und Konvivialität, 118 ff.
 und Kunst, 73
 und libertäre Ideologie, 66,
 241
 Linux-Hacker, 144 f.
 Lockpicking, 74 f.
 und Meritokratie, 73
 MIT-Hacker, 65, 68–71,
 74 f., 79 f., 98, 120, 123,
 132–135, 243, 273, 276

- und Modelleisenbahnbau, 68 f.
- Motivation, 75 ff.
- und Multics, 107
- Phone Phreaking, 74 f., 127
- politisches Sendungs-
bewußtsein, 120
- als Prototyp des modernen
Naturwissenschaftlers,
274, 276
- Psychopathologie, 274 ff.
- und Science Fiction, 118
- und Sozialismus, 66, 133,
135, 139
- Spaltung der MIT-
Hackerkultur, 133
- und Teilen von Wissen,
122 f.
- TMRC-Hacker, 68–71
- und Unix, 109
- und Utopie, 73 f.
- als zwanghafte Program-
mierer, 272–276
- Halbleiter, 70
- Halteproblem; *siehe* Entschei-
dungsproblem
- Handschriften, 155
- Harvard University, 91 f.
- Header-Krieg, 95
- Herr – Knecht-Dialektik; *siehe*
Dialektik
- Herrschaftsverhältnisse
Veränderung, 243
- Verdinglichung in der
Maschine, 25–30, 33,
147
- Hewlett Packard (HP), 3, 112,
127, 129, 144
- Hilbert-Programm, 348, 385,
397–401
- Histomat, 338 f.
- Hollywood, 230
- Homebrew Computer Club,
121–129
- homo oeconomicus, 248, 256–
259, 267
- Homunkulus, 280 f.
- hydraulische Gesellschaft, 23 f.,
147, 193
- Hypertext, 102
- I**
- IBM, 3, 11, 69, 78 f., 112, 116, 121,
127, 130–133, 141, 144 f.,
231 f.
- Investitionen in Linux,
244 f.
- IBM 704, 69, 78
- IBM 7094, 78
- Idealismus, 307
- idealistischer Monismus,
307
- ideeller Gesamtarbeiter, 27, 30,
148, 242, 337, 382, 426
- identitätslogisches Denken,
419–422
- Ideologiekritik, 367
- IIS, 9
- Ilias, 281
- immaterielle Arbeit, 199
- kooperativer Charakter,
199
- immaterielle Produktion, 3,
195–199
- individuelle Aneignung,
174 f.
- Impressum, 164, 167
- IMSAI 8080, 127
- Incompatible Time-sharing
System (ITS), 79 f.,
134 f.
- Industriearbeiterschaft
als revolutionäres Subjekt,
192 ff.
- Industrieforschung, 195 f., 201 f.,
204
- Industriegesellschaft, 32 f., 185,
194, 197 f., 215, 337, 379,
415, 425–428
- und Entfremdung, 117 f.
- Irrationalismus, 428
- Marxsche Theorie als
Theorie d. I., 236
- Transformation der, 3–7
- industrielle Produktion

- als Anwendung von
 - Wissenschaft, 195–199
 - Wandel, 195–202, 204
- industrielle Revolution, 157 f.,
 - 160, 192 f., 244
 - und Druckerpresse, 157 f.,
 - 160
 - und Nachdruck, 176
 - und Naturwissenschaft,
 - 318 ff.
 - und Patentrecht, 177
- Informatik
 - und Pädagogik, 91
- Information
 - als Machtquelle, 198
- informationeller Kapitalismus,
 - 233
- Informationsfreiheit, 72
- Inkunabeln, 160
- INN, 9
- Institut für Sozialforschung,
 - 371–383
 - europäische Nieder-
 - lassungen, 372
 - Gründung, 367
- Institute for Advanced Study in
 - Princeton, 356
- instrumentelle Vernunft, 49,
 - 54 f., 58 f., 62 f., 148 f.,
 - 189 ff., 202, 204, 266,
 - 268, 271–275, 394, 419,
 - 425
 - bei Hegel, 312
- Intel, 118, 144 ff., 244 f.
- Intel 4004, 118
- Intel 8008, 118
- Intel 8088, 130 f.
- Intel 80386, 141
- Interface Message Processor
 - (IMP), 89, 91–95, 97,
 - 99, 101
- Intergalactic Digital Research;
 - siehe* Digital Research
- International Network Group
 - (INWG), 98 ff.
- internationale Abkommen
 - Assimilationsprinzip, 181
 - GATS, 182
 - GATT, 3, 182, 184
 - Madriider Abkommen, 178
 - Pariser Verbandsüber-
 - einkunft (PVÜ), 178,
 - 180 f., 183, 187 f.
 - Revidierte Berner Über-
 - einkunft (RBÜ), 178,
 - 180 f., 183, 187 f.
 - und Suspendierung der
 - moralischen Urheber-
 - rechte, 183–188, 265
 - TRIPS, 3, 182 f., 185–188,
 - 265, 434
 - Universal Copyright Con-
 - vention (UCC), 181
 - WIPO Copyright Treaty
 - (WCT), 182
 - WIPO Performances and
 - Phonograms Treaty
 - (WPPT), 182
- Internationale Handelsorgani-
 - sation (ITO), 182
- Internet, 235 f.
 - Architektur, 235 f., 434
 - Atombombensicherheit,
 - 85 ff.
 - Datenverkehr, 97, 102
 - als Distributionskanal, 239
 - Entstehung, 100
 - und freie Software, 235 f.
 - Geschichte, 17, 80–105,
 - 149 f.
 - Gopher, 102
 - Internettelefonie, 102
 - und Kalter Krieg, 80 ff.
 - Kampf um Offenheit des
 - Codes, 95, 150
 - P2P, 102
 - Protokolle, 93 f.
 - Redundanzniveau, 87
 - Skizze der Struktur, 99
 - und Unix, 114
 - World Wide Web, 102–105
- Internet Engineering Task For-
 - ce (IETF), 103
- Internetting-Projekt, 98 ff.

- iOS (Betriebssystem), 10
 Isotype, 355
 Itty Bitty Machine Company (IBM), 126
- J**
 Jargonfile, 65
 Java (Programmiersprache), 50, 134
 Javascript (Programmiersprache), 50
 Joystick, 71
 Jugendkultur, 239
- K**
 Kalkül, 38, 47
 Kalter Krieg, 80 f.
 Kant-Kritik
 von Hegel, 312, 378
 Kant-Laplacesche Weltentstehungstheorie, 304
 Kapital, 214 ff.
 als automatisches Subjekt, 219–222
 als Enteignung von Produktionswissen, 28, 31 ff., 219 ff., 429 f.
 Entstehungsgeschichte, 216 ff.
 als Herrschaftswissen, 33
 Historizität des K.-verhältnisses, 218, 222, 224 f.
 konstantes, 222–225
 als kybernetische Wertmaschine, 219–222
 organische Zusammensetzung, 223 ff.
 Selbstauflösung, 224 f.
 und Universalität, 219–222
 variables, 222–225
 und Wissenschaft, 219–222, 226–231
 kategorischer Imperativ, 310
 Kausalgesetz, 324
 Kausalität, 349
 und Funktionsbegriff, 329
 Kentucky Fried Computers, 126
 Keynesianismus, 215
 Klassengesellschaft, 192–199
 und Angestellte, 193 f.
 und Naturwissenschaft, 277
 neues Klassenethos, 202, 204
 technische Intelligenz, 201 f., 204
 Klassenkampf, 236, 243
 Kolophon, 164
 Kommerzialisierung
 und Proprietarisierung, 239
 Kommodifizierung, 3–7
 Kommunikationstechnikindustrie, 2
 Komplementärgütermarkt, 249–257
 Konnektionismus, 408
 Konqueror (Webbrowser), 9
 Konvivialität, 89, 118 ff., 126, 246 f., 425–428, 434
 kopernikanische Revolution, 287 f.
- Kopie
 digitale, 239
 Krise, 31 f., 213–216, 266
 Akkumulationskrise, 213–216, 222–225, 230 f., 245 f., 266, 435 f.
 und Keynesianismus, 215
 kritische Informatik, 17
 Kritische Philosophie (Kant), 308 ff., 312, 337
 Konstitutionsfrage, 337 f., 343
 Kritische Theorie, 19, 268, 277, 333, 371–383, 425, 430 f.
 und Einheitswissenschaft, 374 f., 421
 und Empiriokritizismus, 374 ff.
 und Leninismus, 376
 und Marxismus, 371
 und Naturwissenschaft, 372

- und Psychoanalyse, 371 f.
 - und Wiener Kreis, 357 f.
- Kryptographie, 105
- Kultur
 - als soziales Konstituens, 200 f.
- kultureller Kapitalismus, 200
 - Unmöglichkeit, 200 f.
- kultureller Sektor, 233
- Kulturindustrie, 434
- künstliche Sprachen, 283
- künstlicher Mensch, 278–283, 416, 429
 - Antike, 279, 281
 - und Naturwissenschaft, 280
- Kybernetik, 318, 332
 - zweiter Ordnung, 417
- kybernetische Systemtheorie, 60 ff.

- L**
- Labour Party, 333
- Laplace-Gleichung, 304
- Laplacescher Dämon, 305
- Laplace-Transformation, 304
- L^AT_EX, 517
 - biblalex, 517
 - tikz, 517
- Leninismus, 344 f., 364 f.
 - und Empiriekritizismus, 338, 345
 - und Taylorismus, 359
- Leopoldina, 204
- Leviathan, 294 f.
 - als artifizielle Intelligenz, 294 f.
- Liberalismus, 248
 - ökonomischer und demokratischer, 248, 258–264, 267
- libertäre Ideologie, 66, 241
- Libre Office, 9, 210, 438
- Life Sciences Industry, 4 f.
- Linux, 8–11, 132, 141 ff., 150 f., 210, 240, 244 f., 437 f.
 - Anfänge, 8 f., 141–146
 - auf Smartphones, 9 f.
 - Distribution, 8, 143
 - Entwicklungsmodell, 11, 143–146, 244 f.
 - Freax, 141
 - als freie Software, 142
 - Geschichte, 17, 141–146
 - und GNU, 141–146
 - und GPL, 143
 - und IBM PC, 141
 - Kernel-Hacker, 145, 244 f.
 - und Kommerzialisierung, 145, 244 f.
 - und Komplexität des Kernels, 145 f.
 - Marktanteil, 9 f.
 - und Microsoft, 437
 - monolithischer Kernel, 141 f.
 - Portabilität, 146
 - Softlanding System/SLS (Distribution), 143
 - TCP/IP-Stack, 143
 - Unabhängigkeit der Kernel-Hacker, 145
 - als Unix, 141, 143
 - und Unternehmen, 144 f., 244 f.
 - versus Windows, 9
 - und Wissenskommunismus, 142
 - World Domination, 10
- Linux Foundation, 144 f.
- Linux Journal, 143
- LISP (Programmiersprache), 69, 133 f., 390
 - Maclisp, 134
- LISP Machine Inc. (LMI), 133
- LISP-Maschine, 133
- Literate Programming, 84
- Lizenzgebühren
 - bei Geburt von Nutztieren, 4
- Lochkarten, 305, 419
- Lockpicking, 74 f.
- Logic Theory Machine, 55
- Logik

- Boolesche Algebra, 38, 86,
 396
 moderne, 348
 Logikkalkül, 38
 Logischer Positivismus, 324,
 332 f., 346–364, 366,
 372–378, 421
 Enzyklopädie, 352
 als Herrschaftstechnik,
 357 f.
 als Wegbereiter des
 Faschismus, 372
 Logo (Programmiersprache),
 91
 London Stationers' Company,
 167 f.
 Loving Grace Cybernetics, 126
 Luddismus, 427
 Luximono (Schrift), 517
- M**
- Machismus; *siehe* Empiriokriti-
 zismus
 Mach-Mikrokern; *siehe* Mi-
 krokern
 Macht
 als developmental power,
 259–264
 als extractive power, 259–
 264
 Mach-Zahl, 324
 Madrider Abkommen; *siehe*
 internationale Abkom-
 men
 Mainframes, 11, 69, 149
 Manager
 als Kaste, 193
 Mansfield Amendment, 133
 Manufaktur, 28
 Geschichte, 26
 Unterschied zur großen
 Industrie, 31 f.
 Marginalanalyse; *siehe* Grenz-
 nutzentheorie
 Markenschutzrecht, 177
 Marxismus, 430 f.
 und Empiriokritizismus,
 329, 420
 historische Schranke, 236,
 267
 und Logischer Positivis-
 mus, 364, 366
 und Positivismus, 365
 Renaissance in den 1920er
 Jahren, 374
 als technische Utopie,
 192 f., 428
 Verhältnis von Theorie
 und Praxis, 343 ff.
 Wiederherstellung, 333
 Maschine
 Anthropomorphisierung,
 409 f.
 Gleichsetzung des Arbei-
 ters mit der M., 28,
 147 f.
 als Grundlage der großen
 Industrie, 30, 426 f.
 Maschinensprache, 50
 Maschinisierung
 des Arbeiters, 419, 427
 als Enteignung von Pro-
 duktionswissen, 27–33,
 197, 220 f., 242, 429 f.
 Geschichte, 23 f., 147, 305
 von Menschen, 23 f., 147,
 276
 als Verdrängung der leben-
 digen Arbeit, 195
 und Widerstand, 24
 Massachusetts Institute of Tech-
 nology (MIT), 38, 55,
 68–71, 74 f., 78 ff., 82,
 85, 91 f., 96, 98, 106,
 132–135, 138, 149 f., 243,
 273, 276, 409
 AI Laboratory, 66, 71, 74 f.,
 78–81, 84, 132–135, 138,
 149 f., 409
 Lincoln Laboratory, 82 ff.,
 92
 Research Laboratory, 86
 Massenproduktion, 230
 Materialismus, 291–294, 298,
 300–305, 307, 334 ff.

- funktionalistischer, 349 f.
- Geschichte, 340
- materialistischer Monismus, 300–305, 307
- mechanischer, 350
- Metaphysik, 338–342
- in der Naturwissenschaft, 284, 289
- materialistische Geschichtsauffassung, 334–338, 343 ff., 401, 411
- Selbstreferenzialität, 364 f., 411
- Wiederherstellung, 337
- Mathematik, 298
 - als allumfassende Sprache der Natur, 307
 - analytischer Charakter, 348–354
 - Arithmetisierung, 348, 396
 - Auflösung der Welt in M., 293 f., 348–351, 362
 - Axiomatisierung, 396 ff.
 - und Dialektik, 411–417
 - Entscheidungsproblem, 351 f., 385, 401, 422
 - Grenzen der Berechenbarkeit, 385
 - Grundlagenkrise, 399, 421
 - Infinitesimalrechnung, 397
 - als Leitwissenschaft, 290, 347–352
 - Mengenlehre, 396, 398
 - Metamathematik, 397, 399 ff., 403
 - und moderne Logik, 348–352
 - Nichtstandardanalysis, 397
 - Paradoxien, 396 f.
 - Selbstreferenzialität, 45 f., 400, 411–417
 - synthetischer Charakter, 308 f., 351–354, 363, 401, 403
 - transfinite Arithmetik, 398
 - Typentheorie d. Principia Mathematica, 397
 - Unvollständigkeit, 308 f., 351 f., 362 f., 388 f., 395–401, 403 f., 421
 - Vollständigkeit, 348
 - Widerspruchsfreiheit, 348, 398, 401, 403
 - und Zählen, 46 f.
 - Zahlentheorie, 401, 403
- mathesis universalis, 37, 307
- Maxwellscher Dämon, 320
- Mechanik, 72, 284, 286, 288, 295, 299–306, 321–324, 419 f.
 - klassische, 295 f.
 - Wandel des Gottesbildes, 312–315
- Megamaschine, 23–26, 147, 281, 426 f.
 - und Arbeitsteilung, 25 f.
 - als Archetyp der Manufaktur, 26, 147
 - und bürgerliche Gesellschaft, 189
 - als Prototyp des Militärs, 25
 - und Wissenschaft, 24 f.
 - und Wissensgesellschaft, 197
- Mehrwert, 222–225, 426 f.
- Mehrwerttheorie, 196
- Memex, 102
- Mengenlehre, 396
- Mensch
 - als emotionsbegabte Maschine, 393
 - als Maschine, 293 f., 300 ff., 347, 389, 409 f., 421
 - als Prothesengott, 368
- Menschmaschine, 1, 55, 410, 428
- Mensch – Maschine – Symbiose, 71, 76 ff., 82 f., 233, 276
- MercExchange, 208
- Meritokratie, 73
- Message Services Group (Mailingliste), 98

- Message Transmission Protocol, 95
 Metaphysik, 321–324
 Mickey Mouse Law; *siehe* Sony Bono Copyright Term Extension Act
 Microsoft, 10, 112, 126, 130 ff., 146, 150, 231 f., 437
 Altair-Basic, 124 f.
 und Linux, 437
 Micro-Soft, 124 f.
 Microsoft Windows, 146
 und Internet, 149
 Midnight Computer Wiring Society, 74 f.
 Mikrochips, 50, 118, 244
 Mikrocomputer, 118
 Mikrokern, 140
 Mach, 115, 140
 Mikroprozessor, 118
 Militär
 als Megamaschine, 25, 147
 militärisch-industrieller Komplex, 67 f., 132 f.
 MILNET, 101
 Minicomputer, 70 f.
 Minion Pro (Schrift), 517
 MINIX (Betriebssystem), 141, 143
 Minnelyrik, 155
 MITS, 122, 124 f., 127
 Monopolisierung
 Monopoltheorie, 168
 und Patente, 167 f., 177
 Monsanto, 5
 Moralphilosophie
 Hume, 300
 Locke, 298
 Mozilla, 9, 13, 210, 438
 MS-DOS, 130 ff.
 Multics, 78 f., 86, 94, 106 ff., 134, 150
 und Hackerethik, 79
 und Hackerkultur, 107
 Scheitern, 106 f.
 multinationale Konzerne, 232
 Multiusersysteme, 77–80, 106–112, 150
 Münchner Räterepublik, 355
 Mundaneum Institut (Den Haag); *siehe* Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseum (Wien)
 Musikindustrie, 230
 Musterschutzrecht, 177
 Mythos, 46, 63, 282–286, 327, 371 f., 381, 383, 431

N
 Nachdruck, 161, 163–166, 169 f., 176 f.
 und Industrialisierung, 176
 Nachdruckzeitalter, 170
 NASA, 81, 83 f., 100
 National Defense Research Committee (NDRC), 67
 National Research Council, 67
 National Science Foundation (NSF), 67, 101
 Natur
 als gesellschaftliche Kategorie, 334 f.
 als Maschine, 359–363
 Naturbegriff
 der Kritischen Theorie, 372
 bei Marx, 334–338, 343 ff., 359, 420
 des Wiener Kreises, 359
 Naturbeherrschung, 428
 durch Naturerkenntnis, 335 f.
 und Psychoanalyse, 368
 Zwang zur, 350, 369–372
 Naturdialektik
 bei Engels, 338–342
 Naturrecht, 294, 299
 Naturverfallenheit, 368
 der bürgerlichen Gesellschaft, 336
 Naturwissenschaft, 49, 278
 und Artificielle Intelligenz, 278 f.

- Ausschaltung des Subjekts, 322 ff., 376 ff.
als axiomatische Wissenschaft, 323 f.
und Buchdruck, 284
und bürgerliche Gesellschaft, 375–378
und Christentum als Korrektiv, 291
und Determinismus, 317
und Dialektik, 340–343, 364, 366, 432 f.
Entstehung, 283 f., 286–296
Experiment, 283 f., 286 f., 295, 322 ff.
Formulierung mathematischer Gesetze, 296
Funktionalitätsprinzip, 296
und Geisteswissenschaft, 379–383
und Handwerk, 286
und Herrschaft, 191, 277 f., 318, 372, 376 ff., 380–383
als historische, 329 ff.
und identitätslogisches Denken, 419–422
induktives Verfahren, 284, 289 f., 300
und industrielle Revolution, 318 ff.
als instrumentelle Vernunft, 49, 58, 271, 274 f., 277 f.
und Kapital, 219–222
und Klassengesellschaft, 277
Machtdenken der, 318
und Materialismus, 284, 289, 291–294, 304 f.
und Mathematik, 283, 288 ff.
und Mechanik, 317, 321–324, 419 f.
moderne, 317
und Mythos, 279
Naturbild, 317, 420, 432 f.
Naturgesetze, 322, 329 ff. und Quantenmechanik, 321
und Quantifizierung der Welt, 287 f.
Selbstreferenzialität, 284, 286, 302
Sensualismus, 326 ff.
und Subjektivität, 58
und Technik, 318–321
Überprüfbarkeit, 295
Umwälzung der, 321, 432 f.
als Unabgeholtenes, 278
Utilitarismus, 289, 293, 297
Wahrheitsbegriff, 283 f. und Warenabstraktion, 286
Warentausch als Ursprung der n. Begriffsformen, 277
und Weltformel, 329
Zwangscharakter, 274 f.
naturwissenschaftliche Revolution, 287–296
Naturwüchsigkeit, 334, 336
Naturzustand, 299
als Krieg jedes gegen jeden, 294 f.
NEC, 144
Neoklassik, 241, 244 f., 247–258, 267
und freie Software, 244 f., 248–257
als Gleichgewichtstheorie, 248
Marktmodelle, 248
Neoliberalismus, 66, 241, 248, 258
sozialistische Wende, 241, 247
Neolithische Dorfkultur, 25
Neopositivismus; *siehe* Positivismus
Nervensystem, 391
als Modell für den Computer, 43, 86

- NetBSD, 9, 146
- Netscape, 13
Navigator (Webbrowser),
13
- Network Control Program
(NCP), 94
- Network Measurement Center,
95
- Network Working Group
(NWG), 93–96
- Netzwerkökonomie, 263, 266
- Neukantianismus, 321–328
und Materialismus, 324
und Metaphysik, 321–324
- Neuroinformatik, 408
- neuronale Netze, 394, 405–408
Hopfield-Netze, 408
und klassische Logik, 407
Perceptrons, 408
- New Deal, 67
- Newbie, 241
- nichtformalisiertes Wissen, 58
- Niem-Baum, 5
- Nike, 3
- Nokia, 144
- Nominalismus, 297
- Non-Disclosure Agreement,
135, 230
- Noosphäre, 105
- Novell, 116, 145, 244 f.
- NSFNET, 101
- O**
- Ockhams Rasiermesser, 58,
327 f., 352, 392
- Oekonux-Projekt, 17
- öffentliche Terminals, 119
- Öffentlichkeit
Auflösung, 199 ff.
als Produkt der Buch-
produktion, 161 f.,
265
und Wissenschaft, 163
- Office of Scientific Research
and Development
(OSRD), 67
- Ökonomie
von Software, 11
- Okular (Software), 517
- One Laptop per Child (OLPC),
264
- oN-Line System (NLS), 102
- Open Access, 264
- Open Source, 13
als ideologischer Begriff,
438
- Open Source Development
Labs (OSDL), 144 f.
- Open Source Initiative (OSI),
13
- Open System Interconnection
(OSI), 99 f.
- OpenBSD, 9
- OpenOffice.org, 9, 210, 438
- Oracle, 144 f.
- OS X, 9
- P**
- Packet Communications Inc.,
95
- Packet Switching, 85 ff.
- Pädagogik
freie Software als Bildungs-
projekt, 264, 267
- Papier, 155
- Papiermaschine; *siehe* Turing-
maschine
- Papyrus, 155
- Paradoxien, 395 ff.
Barbier von Sevilla, 396
in der Grammatik, 397
Grelling und Nelsons
Paradoxon, 396 f.
Paradoxon d. Epimenides,
395 f., 401, 404
Russellsche Antinomie,
396 f.
Selbstreferenzialität, 397
- Pariser Kommune, 329
- Pariser Verbandsübereinkunft;
siehe internationale
Abkommen
- Pascaline (Rechenmaschine),
33, 166
- Patente
Antipatentbewegung, 177

- auf Gene, 4 f.
- künstliche Verknappung, 226
- auf Leben, 4 f.
- auf Software, 208–211, 243, 266
- und Wissenschaft, 209
- Patentlizenzierungsindustrie, 2
- Patentrecht, 167 f., 177, 208–211, 230
 - Entstehung, 165 f.
 - Entwicklung in Deutschland, 177
 - Freiheitsbrief, 165 f.
 - und Industrialisierung, 177
 - internationale Abkommen, 178
 - als Maßverhältnis, 168
 - und Monopole, 167 f.
 - Patentgesetzgebung, 178
 - und Privilegienwesen, 165 f., 177
 - und Wissenschaft, 205
- PC-DOS; *siehe* MS-DOS
- pdf_TE_X, 517
- PDP-1, 65, 70 f., 125
- PDP-6, 74 f.
- PDP-7, 107
- PDP-10, 135
- PDP-11, 109, 111
- Peer Production, 17
- Peer-Review, 239 ff., 276
- Pensionsfonds, 234
- People's Computer Company (PCC), 119 f.
- Perl (Programmiersprache), 9, 50
- Personal Computer, 11, 115, 141, 150 f., 243
 - Geschichte, 17
 - als Hackerprodukt, 132, 149, 433
 - und Hersteller von Mainframes/Minicomputern, 130
 - und IBM, 127, 130 ff.
 - IBM PC, 130 ff., 141
 - als konviviales Werkzeug, 118 ff., 126, 246 f., 428
 - als Massenmarkt, 130 ff., 150 f.
 - Microsoft, 130 ff.
 - offener Systemaufbau des IBM PC, 130 ff.
 - PC-Industrie, 66, 122–132, 150 f.
 - und proprietäre Software, 150 f.
 - subkulturelle Herkunft, 126
- Pharmaindustrie, 208
- Philosophie
 - und Empirismus, 333, 347
 - und Mathematik, 333
 - Rolle der Philosophie bei Engels, 340 ff.
- Phoenix Technology, 131
- Phone Phreaking, 74 f., 127
- PHP (Programmiersprache), 9
- Physik
 - aristotelische, 349
 - Kausalstruktur der modernen Physik, 349
- Physikalische Einheitssprache, 356
- Physikalismus; *siehe* Einheitswissenschaft
- PL/M (Programmiersprache), 118
- Plagiat, 155, 161
- Plan 9 from Bell Labs, 112
- politische Ökonomie, 245 ff.
 - klassische, 218
- politische Theorie
 - Physik als Vorbild, 299
- Popular Electronics, 122, 124, 126
- Portal, 259–264
- Positivismus, 19, 54 f., 329
 - Neopositivismus, 326 ff.
- Positivismusstreit, 372–378
- Postfix, 9
- Preußische Akademie der Wissenschaften, 204

- Prinzip des zureichenden
Grundes, 292
- Privilegienwesen, 164 f.
- PRNET, 98 ff.
- Processor Technology, 126 f.
und freie Software, 127
- Produktion
Auslagerung, 3
freie Software als wertfreie
P., 7, 436 f.
immaterielle; *siehe* imma-
terielle Produktion
Verwissenschaftlichung,
226–231
- Produktionskosten
von Handschriften, 155
von Papier, 155
von Papyrus, 155
von Software, 239
- Produktionsmittel
Neutralität, 220
und Warenform, 209 f.
- Produktionsprozeß
als Anwendung von
Wissenschaft, 30
- Produktionssphäre, 244 f., 247
Rebellion gegen die Zirku-
lationssphäre, 244 f.,
247
- Produktivkraftentwicklung,
208, 214 ff., 219–222,
226, 435 f.
- Profirate, 222–225, 435 f.
- Programmieren
als kreativer Akt, 52 f.
als Literalität, 52 f.
- Project MAC, 78 f., 82 ff., 86,
134
- Project Xanadu, 102
- Proletariat; *siehe* Arbeiterklasse
- proprietäre Software, 11, 241
Altair-Basic, 125
- Proprietarisierung, 3–7, 233,
235 f.
aller Lebensbereiche, 263,
267
und Kommerzialisierung,
239
von Software, 11, 112 ff., 125,
127, 135, 142
von Unix, 239
von Wissen, 230–234
- Psychoanalyse, 367–372
und Empiriekritizismus,
368
Kulturtheorie, 369 f.
- PT-DOS (Betriebssystem), 127
- Public Domain, 168 f.
- Public Domain Software, 13, 125
- Python (Programmiersprache),
9
- Q**
- Quantenphysik, 58, 317, 321, 329,
333
Kopenhagener Deutung,
58
- Quelltext, 6, 8 f., 11, 13, 50, 53,
71 f., 84, 92, 95, 102 f.,
110, 112, 114 ff., 123, 126,
128, 134 f., 137, 199, 437
- R**
- RAND, 78, 85 f., 92
- Rationalisierung
als instrumentelle
Vernunft, 189 ff., 202,
204, 213, 216
- Rationalismus, 307 f.
- Rationalität, 256 f., 266
in der bürgerlichen Gesell-
schaft, 189–193, 202,
204, 248, 266
und eindimensionales
Bewußtsein, 189 f.,
425 f.
kapitalistische, 219–222
und Naturwissenschaft,
191, 266, 271
technologisch-wissen-
schaftliche, 189–193,
202, 204, 266
- real-existierender Sozialismus
Niedergang, 242 f.

- Rechenmaschinen
 Analogrechner, 38
 und Arbeitsteilung, 37
 und Ballistik, 35
 und Banken- und
 Versicherungen, 35
 Digitalrechner, 38
 und Turingmaschinen,
 45 f.
 Geschichte, 33–47
 und Nautik, 35
 Programmierbarkeit, 34
 Red Hat (Linux-Distributor),
 145, 244 f.
 Reduktionismus, 41 ff., 52 f.,
 405–409
 Refeudalisierung, 233 f., 246 f.
 Rekursive Transitionsnetzwerke (RTN), 409
 Relativitätstheorie, 323 f., 329 f.,
 332 f.
 Religion
 als kollektive Zwangs-
 neurose, 369 f.
 Lehre von der Trinität,
 314 f.
 Utilitarismus, 313
 Wandel des Gottesbildes,
 312–315
 Renaissance, 286 f.
 Rentensozialismus, 193, 431
 Request for Comments (RFC),
 93 ff.
 Ressource Description Frame-
 work (RDF), 104
 Revidierte Berner Überein-
 kunft; *siehe* internatio-
 nale Abkommen
 Revolutionstheorie
 bei Marx, 220, 247
 Royal Society, 204, 296
 Ruby (Programmiersprache), 9
- S**
 Safari (Webbrowser), 9
 SAGE, 78, 82
 SAIL; *siehe* Stanford University
 SATNET, 98 ff.
 Scholastik, 162 f., 278, 282 f., 312,
 397, 419
 und geistiges Eigentum,
 155 f.
 Übergang zur Neuzeit,
 283 f.
 und Universitäten, 204
 Schrift
 Erfindung, 24
 und Megamaschine, 24
 SCO, 116, 437
 vs. Linux, 116, 437
 SCP-DOS, 130 f.
 Seidenmanufaktur, 305
 Selbstreferenzialität, 45 f., 390 f.,
 397, 400, 403 f., 411–
 417
 als dialektisches Denken,
 401, 411–417
 bei Marx, 338
 Selbstverwertung, 233
 Seltsame Schleifen, 413–417,
 422
 Sendmail, 9
 Sensualismus, 292, 299 f., 303,
 322–328
 Serakreis, 356
 SF-Lovers (Mailingliste), 97
 SGI, 112
 Shockley Semiconductor, 118
 Siemens, 112
 Silicon Valley, 118 f., 121
 Sitecom, 15
 Sklaven
 als Automaten, 281
 Software, 244
 Definition, 16
 als Eigentum, 70 f., 95,
 112 ff., 137
 Geschäftsmodelle, 244 f.,
 249–257
 Grenzkosten, 239, 249–257
 als Maschinenbeschrei-
 bung, 16, 23, 210 f.,
 266
 Netzwerkeffekte, 249–257
 Ökonomie, 249–257

- Produktionskosten, 239
 - Proprietarisierung, 150, 239
 - als Ware, 112 ff.
 - Softwarelizenzen, 15
 - Softwarepatente, 208–211, 243, 266, 438
 - Sol, 126 ff.
 - Solipsismus, 291, 297
 - Sonny Bono Copyright Term Extension Act, 184
 - Sozialdemokratische Arbeiterpartei (SDAP), 324
 - sozialistisches Sälär
 - in der PC-Industrie, 126
 - Soziologie
 - als angewandtes Debugging, 60 ff.
 - Space Physics Analysis Network (SPAN), 100
 - Space Travel (Computerspiel), 107
 - Spacewar (Computerspiel), 70 f.
 - Spielsucht, 272–276
 - Sprachanalyse, 347 f.
 - Sputnik-Schock, 78, 80 f.
 - Staatstheorie
 - Locke, 298
 - Stanford Research Institute (SRI), 92
 - Stanford University, 85, 92
 - Stanford AI Laboratory (SAIL), 84, 133
 - Stanford University Network (SUN); *siehe* Sun Microsystems
 - Star Trek, 124
 - Statute of Monopolies, 167
 - Stellenwertsystem
 - dezimales, 47
 - Subjekt–Objekt-Dialektik, 335 f., 338 f., 343 ff., 368, 411
 - historische Spezifizierung, 337 f., 343 ff., 366
 - Subversion (Software), 240
 - Sun Microsystems, 112, 114, 145
 - Supercomputer, 351
 - Marktanteile, 8 f.
 - Supercomputer-Krise, 101
 - Suse (Linux-Distributor), 145, 244 f.
 - Symbian, 9 f.
 - Symbolics, 133
- T**
- Tarifvereinbarungen
 - Umgehen von, 3
 - Taylorismus, 28, 242
 - Tech Model Railroad Club (TMRC), 68 f.
 - τέκνη, 33, 286
 - Technik, 33
 - und Emanzipation, 191 ff.
 - Entwicklung einer neuen T., 191
 - als feindliche Macht, 117 f.
 - und Herrschaft, 190–193
 - intermediäre, 428
 - und Naturwissenschaft, 191, 318
 - als Organerweiterung, 48, 191
 - als Privateigentum, 207
 - als τέκνη, 33
 - technische Intelligenz
 - als neue Klasse, 201 f., 204
 - technische Rationalität, 118, 213, 216
 - Technokratisierung, 59–62, 189, 198 f., 201 f., 204, 213, 216, 259–264, 359–363, 428
 - und Verlust von Demokratie, 61, 198 f., 213
 - TECO (Texteditor), 134
 - Telenet, 100
 - Telepathie, 391
 - Telnet, 94
 - tendenzieller Fall der Profitrate, 222–225, 435
 - TENEX, 96
 - termcap*, 111
 - T_EX, 84, 138

- Texas Instruments, 118
- The Art of Computer Programming (TAOCP), 84
- Theorem der komparativen Kostenvorteile, 184
- Theorie
 und Algorithmus, 53 f.
 und Modell, 53 ff., 197
- Thermodynamik, 320
 zweiter Hauptsatz, 320, 342
- Thomas Arithmometer (Rechenmaschine), 34
- Timesharingsysteme, 77–80, 106–112, 150
- Tiny Basic, 125, 127
- Titelblatt, 164
- Tobin's Q, 231 f.
- Tom Swift Terminal, 119, 126
- Tragik der Allmende, 257
 und freie Software, 257
- Transistor, 70, 118
- Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP), 99 f., 114, 143, 149
- TRIPS-Abkommen; *siehe* internationale Abkommen *troff*, 109
- Trusted Systems, 235
- Turingmaschine, 39–46, 50–53, 148, 221 f., 401 ff.
 Abstraktionsebenen, 50–53
 und Algorithmen, 45 f.
 und Artificielle Intelligenz, 43
 kapitalistische Verwertungslogik, 43
 als Papiermaschine, 39–42, 86, 148, 271, 273
 Reduktionismus, 41 ff., 86, 148 f.
 Struktur, 43 f.
 Universalität, 39–42, 44 ff., 50–53, 197, 244, 408
 prinzipielle Vergleichbarkeit, 45 f.
- Turingtest, 148, 385–394, 405
 Kritik, 392 ff., 405
 Lady Lovelaces Einwand, 390 f.
- TX-0, 70, 83
 TX-2, 83
- U**
- UCSD Pascal P-System, 131
- Uhr, 48 f.
- Unbehagen in der Kultur, 370
- UNESCO, 181
- Uniform Ressource Locator (URL), 103
- UNIVAC, 11, 38, 69
- Universal Copyright Convention; *siehe* internationale Abkommen
- Universal Document Identifier (UDI), 103
- universale Turingmaschine; *siehe* Turingmaschine
- Universalität, 39–42, 147 f., 197, 351 f., 401 ff., 408, 430
 und Computersprachen, 50
 des Kapitals, 219–222
- universelle Sprachen, 56
- Universität Chicago, 356
- Universität Utah, 80, 92
- University of California
 in Berkeley (UCB), 111, 113 f., 116
 in Los Angeles (UCLA), 85, 92, 95, 99, 356
 in Santa Barbara (UCSB), 92
- University of Florida, 408
- Unix, 99 f., 106–117, 127, 150
 AIX, 112
 von Benutzern entwickelt, 110–114
 BSD; *siehe* Berkeley Software Distribution (BSD)
 und C, 109
ed (Texteditor), 134

- als »emasculated Multics«, 108
- und Entwicklung an Universitäten, 110–117
- ex* (Texteditor), 111
- als Forschungsbetriebssystem, 110–117
- als freie Software, 110 ff.
- und Hackerkultur, 109
- HP-UX, 112
- und Internet, 114
- IRIX, 112
- Kernel, 140
- Leitsätze, 108 f., 434
- Mikrokern, 140
- Pipes, 109
- Portierbarkeit, 109
- Proprietarisierung, 11, 112 ff., 135–138, 150, 239
- Shell, 106 f., 139
 - BASH, 139
 - Bourne Shell, 139
- Sinix, 112
- Solaris, 112
- Source plus Binary Systems (Lizenz), 112, 116
- und Space Travel, 107
- Sun OS, 112, 114
- System III, 112
- System IV, 112
- System V, 112, 114
- als Textverarbeitungssystem, 109
- troff*, 109
- Tru64, 112
- Ultrix, 112
- Unics, 108
- V4, 109 ff.
- V7, 112
- VAX, 112
- Vermarktung, 116
- vi* (Texteditor), 111, 134
- als Werkzeugsammlung, 109–112, 240
- XENIX, 112
- Unix System Laboratories (USL), 116 f.
- Unschärferelation, 58, 321
- Unterhaltungsindustrie, 2
- Unvollständigkeit formaler Systeme, 58, 388 f., 395, 400 f., 403 f., 411–417, 421
- Urheber
 - Begriff, 155
- Urheberrecht, 3–7, 137, 169–180, 208 f.
 - Abschaffung, 3
 - Anreizsystem, 168 f.
 - Copyright; *siehe* Copyright
 - Entstehung, 163–166, 169–176
 - Entwicklung in Deutschland, 169–177
 - Entwicklung in Frankreich, 176
 - Entwicklung in Preußen, 176
 - und Europäische Union, 181
 - Gemeinnutz, 165, 179 f.
 - internationale Abkommen, 176, 178, 180–188
 - als Investitionsschutz, 184–188
 - als Maßverhältnis, 165, 168 f., 176, 179 f., 184–188, 265
 - als Menschenrecht, 179
 - als Monopolrecht, 180, 185–188
 - als moralisches Persönlichkeitsrecht, 165, 168 f., 173 f., 178 f., 181, 183–188, 265
 - als Naturrecht, 170, 176, 178
 - Privilegienwesen, 164 f.
 - Rechte des Verlegers, 173 f.
 - und Romantik, 178
 - Schöpfungshöhe, 178
 - Schutzfrist, 176, 181

- Schutzhöhe, 168
als Schutzrecht der
Autoren, 3, 170, 173 f.
Software, 209 ff., 266
Übertragbarkeit, 168, 178 f.
Urheberschutzgesetz-
gebung, 177 f.
als ursprüngliche Akkumu-
lation, 184–188
als Verlageigentum, 169 f.
Verschiebung des Maßver-
hältnisses, 184–188
und Wirtschafts-
liberalismus, 184–188
und Wissenschaftsideal,
178
ursprüngliche Akkumulation,
5 ff., 171, 216 ff., 436 f.
Andauern, 5 ff., 239
als Scheidung der Pro-
duzenten von den
Produktionsmitteln,
216 f.
Usenet, 135 ff., 141, 241
Utilitarismus, 289, 293, 297,
300, 313
- V**
Verein Ernst Mach, 346, 352,
358
Vereinigung sozialistischer
Hochschullehrer, 357
Versionskontrollsysteme, 240
Verwertungsindustrie, 235 f.
vi (Texteditor), 111, 134
Vietnamkrieg, 49
virtuelle Maschinen, 50
VMS (Betriebssystem), 135
von-Neumann-Architektur, 38,
43, 407
- W**
War Industrial Board, 67
Warenform, 233, 257, 438
als Bedingung gesellschaft-
lichen Austauschs,
174
Fetischismus, 201
und immaterielle Güter,
226–231
und Technik, 209 f.
und Wissenschaft, 209 f.
Web of Trust, 105
Webserver
Marktanteile, 9
Webstuhl, 305
Welle-Teilchen-Dualismus, 317
Weltformel
als wissenschaftliches Ideal,
305
Welthandelsorganisation
(WTO), 182
Weltwirtschaftskrise, 67
Werkzeuge
als autonome Maschinen,
48 f.
konviviale, 89, 118 ff., 126,
246, 426 f.
als Prothesen, 48
Werkzeugmaschinen, 29, 426 f.
Wert
als gesellschaftliches
Naturgesetz, 336
Mißverhältnis zwischen
Markt- und Buchwert,
231 f.
Wertform, 17, 228, 244
Krise der, 245 f., 435 f.
und Software, 257
Werttheorie, 435 f.
bürgerliche, 248
Whole Earth Catalog, 119
Widerspiegelungstheorie, 301,
345
Wiener Fabier-Gesellschaft, 329
Wiener Kreis, 324, 332 f., 346–
363, 400, 417, 421
und Arbeiterbewegung,
356 ff.
Emigration, 352, 357 f.
und Frankfurter Schule,
357 f., 372–378
linker Flügel, 352–363
und Marxismus, 356
und Sozialismus, 355, 357

- und Willensfreiheit, 347
- Wissenschaftslogik, 356
- Wiener Methode der
 - Bildstatistik, 355
- Willensfreiheit, 347, 363, 421 f.
 - und formale Systeme, 392 f.
 - Negation, 303 ff.
- Windows Phone (Betriebssystem), 10
- WIPO, 181 ff.
- WIPO Copyright Treaty; *siehe* internationale Abkommen
- WIPO Performances and Phonograms Treaty; *siehe* internationale Abkommen
- Wissen
 - als erste Produktivkraft, 266, 429 f.
 - nichtformalisiertes W., 58
 - Ubiquität, 163, 189, 228–231, 239, 265
- Wissenschaft, 204–207, 431 ff.
 - Akademien, 204
 - und Allmende, 162 f.
 - und Arbeitsteilung, 328
 - Autonomie, 67, 204, 207
 - und Druckerpresse, 162 f.
 - als Einheitswissenschaft, 327 f.
 - als erste Produktivkraft, 221 f., 244
 - als Externalität, 226, 228 f., 244
 - Falsifikationismus, 352 ff.
 - als formales System, 350
 - und Gemeineigentum, 205–210, 244 f., 247, 266
 - historischer Charakter, 363
 - und Kapital, 207 f., 226–231, 431
 - als kollektiver Prozeß, 162 f., 209
 - und Megamaschine, 24 f.
 - und militärisch-industrieller Komplex, 67 f., 81 f., 91
 - als Mythos, 327 f.
 - neuzeitliche, 162 f.
 - als offener Forschungsprozeß, 419
 - als Praxis, 327 f.
 - Prinzip der logischen Toleranz, 352 ff.
 - Prinzip der ontologischen Sparsamkeit, 58, 352, 392
 - und Produktivkraftentwicklung, 226
 - als Subjekt einer materialistischen Dialektik, 366, 431 ff.
 - und Technik, 205, 207, 209 f., 266
 - und technische Rationalität, 204, 431
 - Transformation zur Big Science, 67 f.
 - als Unabgeholtenes, 204, 207 f., 278, 431 ff.
 - und Urheberrecht, 178
 - wissenschaftliche Gemeinschaft, 204, 239 ff., 328
 - wissenschaftliche Produktion, 201 f., 204, 431
 - und Leiharbeiter, 230
- wissenschaftliche Betriebsführung, 28, 147, 242, 359
- Wissenschaftliche Weltanschauung; *siehe* Logischer Positivismus
- Wissenschaftsethos, 204–207, 209
- Kommunismus, 142, 204–207, 209, 226–230, 266, 433
- organisierter Skeptizismus, 204 f.
- Uneigennützigkeit, 204 f.
- Universalismus, 204 f.

- Wissenschaftslogik, 356, 362 f.
Wissenschaftstheorie
 Enzyklopädismus, 353 f.
Wissensgesellschaft, 195–202,
 204, 207–211, 236,
 242 f., 266, 429 f.
 und Demokratie, 235 f.
 und freie Software, 199
 Klassenkampf in der W.,
 236, 429 f.
 und Kritische Theorie, 19
Wissenskapitalismus, 244 f.,
 247
 Aufhebung, 243
 als Krise der kapitalisti-
 schen Gesellschaft,
 245 f.
 Widerstand, 7, 243, 246 f.
Wissenskommunismus; *siehe*
 Wissenschaftsethos
 und freie Software, 142,
 243
World Trade Organization
 (WTO), 3
World Wide Web, 102–105
 und artifizielle Intelligenz,
 104 f.
 und freie Software, 102 f.
 als globales Gehirn, 105
 und Hacker, 103
 semantisches Web, 104 f.
 als universeller Kommuni-
 kationsraum, 104 f.
 Web of Trust, 105
World Wide Web Consortium
 (W3C), 103
WorldWideWeb (Programm),
 104
- X**
X Window System, 138, 143
- Z**
Z₃, 38
Zeit als irreversibler Prozeß,
 318–321
Zeitkern der Wahrheit, 364, 435
Zensur, 167 f.
 und Impressum, 167
zentrale Recheneinheit, 50
Zirkulationssphäre, 244 f., 247
Zollverein, 177
Z-Shell (*zsh*), 517
Zugang, 259–264, 267
Zwei Kulturen, 379–383
Zweite Internationale, 333
Zweiter Weltkrieg, 67 f.

KOLOPHON

Diese Arbeit wurde mit $\LaTeX 2_{\epsilon}$ aus Robert Slimbachs *Minion Pro* gesetzt. Als Festbreitenschrift wurde die *LuxiMono* von Kris Holmes und Charles Bigelow verwendet. Den Mathematiksatz der *Minion Pro* ergänzt Hermann Zapfs *Euler*.

Die bibliographischen Angaben wurden erstellt unter Zuhilfenahme von Philipp Lehmanns *biblatex*, die Grafiken mit Till Tantau's *TikZ ist kein Zeichenprogramm*. Der typografische Stil folgt weitgehend den Richtlinien von Robert Bringhursts *The Elements of Typographic Style*. Diese wurden für $\LaTeX 2_{\epsilon}$ umgesetzt von André Miede im *classicthesis*-Stil.

Die Arbeit wurde ausschließlich unter Benutzung freier Software erstellt. Als Betriebssystem diente Debian GNU/Linux, als Fenstermanager dwm, als Editor GNU Emacs mit Auc \TeX , als Versionsverwaltung git, als PDF-Betrachter Okular, als Webbrowser Chromium, als Mail-/Newsreader Gnus, als Shell die Z-Shell. Die Verwendung von pdf \TeX ermöglichte optischen Randausgleich und Schriftstärkenveränderung.