

Vulnerabilität und Wachstum

**Von der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
zur Erlangung des akademischen Grades**

**Doktorin der Wirtschaftswissenschaften
-Doctor rerum politicarum-**

**genehmigte Dissertation
von**

**Dipl.-Ök. Sandra Dosdal
geboren am 15.11.1968 in Hannover**

2015

Erstgutachter: Prof. Dr. Hans-Jörg von Mettenheim

Zweitgutachter: Prof. Dr. Hermann Waibel

Tag der Disputation: 22. Januar 2015

Danksagung

Ich möchte insbesondere Herrn Prof. Dr. von Mettenheim danken für seine Unterstützung, seine konstruktive Kritik und sein großes Interesse an Wissenschaft und Forschung, sowie den anderen Mitgliedern der Prüfungskommission, Herrn Prof. Dr. Waibel, Frau Prof. Dr. Grote, und Herrn Dr. Dietrich für ihre Unterstützung, Hilfsbereitschaft und das Diskutieren und Kommentieren der Dissertation.

Mein besonderer Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. Dr. Haslinger, der mir durch seine Ratschläge, Empfehlungen und wissenschaftlichen Schwerpunkte den Weg gewiesen hat.

Zudem möchte ich Frau Kohler danken, die stets in jeder Situation einen guten Rat für mich hatte, und immer eine Stütze und Anlaufstation in der Leibniz Universität Hannover für mich war.

Vielen Dank!

Vulnerabilität und Wachstum

Abstract

Die Analyse von Vulnerabilität und Wachstum zeigt, dass Vulnerabilität auch aus makroökonomischer Sicht betrachtet werden kann, und dass mikroökonomische und makroökonomische Betrachtungen in diesem Zusammenhang miteinander verbunden werden können. Diese Dissertation befasst sich mit der Frage, wie Vulnerabilität reduziert und ökonomisches Wachstum erhöht werden kann. Vulnerable Ökonomien können aus ihrer Schwäche „Vulnerabilität“ Nutzen ziehen, wobei sie am Ende im Wachstumsprozess aufholen und die Schwelle überwinden können, von einem Gleichgewicht mit geringem Wachstum und hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht mit erhöhtem Wachstum und geringer Vulnerabilität. Diese Ökonomien sind „vulnerable to growth“. Vulnerabilität birgt Chancen und Risiken zugleich für die vulnerablen Ökonomien, sodass Wachstumssteigerungen ermöglicht oder verhindert werden können. Einige vulnerable Ökonomien können im Wachstumsprozess gewinnen und aufholen, da sie aus ihrer Schwäche „Vulnerabilität“ Nutzen ziehen können.

Die Arbeit umfasst vier Artikel, die Mikro-Makro-Theorien vorstellen, da sie Vulnerabilität mit ökonomischem Wachstum verbinden. Das erste Modell beschäftigt sich mit Vulnerabilität und Komplementaritäten, makroökonomischen Komplementaritäten und strategischen Komplementaritäten. Der Beitrag des Modells liegt in der Kombination bzw. Interaktion dieser beiden Komplementaritäten. Eine Vulnerabilitätsreduktion im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität integriert im Exponenten des Ausbildungsproduktivitätsparameters und im Exponenten des Parameters für den Umfang der Innovationen, wirkt auf Humankapital und R&D, wodurch beide steigen, und über die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und R&D steigen diese wiederum wechselseitig. Wodurch das Wachstum der Ökonomie steigt. Makroökonomische und strategische Komplementaritäten führen zu einer Verselbstständigung der Kräfte, die eine Bewegung vom Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität generieren. Da in einem Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität, aufgrund fehlender Forschung, keine strategische Komplementarität wirken kann, muss die makroökonomische Komplementarität den Startimpuls geben, sodass die vulnerable Ökonomie die Schwelle überwinden kann vom Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität, in dem nur Humankapitalinvestitionen stattfinden, zu einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität. Es finden dann auch wieder R&D-Investitionen statt, sodass die strategische Komplementarität wirken kann. Die makroökonomische Komplementarität hat die strategische Komplementarität aktiviert. Die Ökonomie befindet sich nach der Schwellenüberwindung auf einem höheren Gleichgewichtswachstumspfad, entlang dem sich die Ökonomie bei geringerer Vulnerabilität und erhöhtem ökonomischem Wachstum bewegt. Aggregierte Maßgrößen sind entscheidend für die Schwellenüberwindung, aufgrund der Nichtteilbarkeit von Humankapital.

Der zweite Artikel diskutiert, wie Vulnerabilität und Sunspots einander beeinflussen. Die Individuen in der vulnerablen Ökonomie halten Sunspots für reale, exogene Schocks und verändern ihr Verhalten dementsprechend. Sie diversifizieren nicht mehr, reduzieren ihr Anbaugesamt und ändern ihre Anbauprodukte. Es geht ihnen noch schlechter als vor der Beobachtung des Sunspots. Vulnerabilität steigt und ökonomisches Wachstum sinkt. Aus der Kritik an der Sunspot-Theorie heraus, soll eine „reale“ Sonnenflecken-Theorie entwickelt werden, welche Löhne, Preise und Beschäftigung miteinbezieht. Elastizitäten sollen eine größere Transparenz schaffen, um den vulnerablen Individuen eine Betrachtung gemäß „perfekter Voraussicht“ zu ermöglichen. Betrachtet man die Beziehung zwischen Vulnerabilität und Sunspots aus globaler Sicht, zeigt sich, dass sogar „Cross-Country“-Vulnerabilitätskrisen existieren können, aufgrund der Transmission von Vulnerabilität durch Sozialisation, wenn Sunspot-Spillover vorherrschen.

Der dritte Artikel, welcher sich mit Vulnerabilität, Zerstörung und dem Konzept der dauerhaften Erntemenge beschäftigt, zeigt, welche Bedeutung natürliche, regenerierbare Ressourcen und Nachhaltigkeit für Vulnerabilität haben und umgekehrt. Schon in den 1970er Jahren gab es Diskussionen zur Begrenztheit von Ressourcen und zu den Grenzen des Wachstums. Einige Ökonomen sind der Ansicht, dass mehr natürliche Ressourcen pro Kopf in einem Land ein Kennzeichen für Reichtum seien. Es gibt jedoch auch gegensätzliche Meinungen, ob Wachstum durch natürliche Ressourcen gesteigert werden kann. Vulnerabilität und das Konzept der dauerhaften Erntemenge können, aufgrund der ökologischen Instabilität in einen Zusammenhang gebracht werden. Das bioökonomische Gleichgewicht wird durch Zerstörung gestört und kann durch Vulnerabilität „geheilt“ werden. Aufgrund der bei Vulnerabilität vorherrschenden Unsicherheit, ist die Gegenwartspräferenz der vulnerablen Individuen wegen des Risikos weniger stark ausgeprägt, wodurch wieder in der Nähe des „Maximum Sustainable Yield“ geerntet wird. Das Konzept der Nachhaltigkeit ist erfüllt. Vulnerabilität und Nachhaltigkeit beeinflussen sich wechselseitig, strategische Komplementaritäten werden identifiziert. Ein vulnerables Land mit Reichtum an natürlichen, regenerierbaren Ressourcen kann schneller wachsen. Vulnerabilität sinkt und ökonomisches Wachstum steigt. Die vulnerable Ökonomie zieht Nutzen aus ihrer Schwäche „Vulnerabilität“.

Der vierte Artikel behandelt die Beziehung Vulnerabilität und Gerechtigkeit, und zeigt, dass Vulnerabilität reduziert werden kann, wenn Gerechtigkeit in der vulnerablen Ökonomie zunimmt. Zudem steigen über ein zunehmendes Gerechtigkeitsverhalten der Individuen das Zusammengehörigkeitsgefühl und der Zusammenhalt in der vulnerablen Ökonomie. Folge ist eine stärkere Kooperation der vulnerablen Individuen, wodurch wiederum Vulnerabilität sinkt und ökonomisches Wachstum steigt. Gerechtigkeit, Kooperation und Konkurrenz ergänzen einander, und ermöglichen der vulnerablen Ökonomie, Nutzen aus ihrer Vulnerabilität zu ziehen. Gerechtigkeit wird durch strategische Komplementarität modelliert, und es existieren multiple Gleichgewichte, ein Fairness-Gleichgewicht und ein Nicht-Fairness-Gleichgewicht. Bei Vulnerabilität ergibt sich letztlich das sozial optimale Fairness-

Gleichgewicht, in dem alle gerecht spielen, das Gerechtigkeitsbewusstsein ist gestiegen. Bei Vulnerabilität herrscht, aufgrund horizontaler Sozialisation, eine Transmission von Gerechtigkeit, wodurch Vulnerabilität sinkt und ökonomisches Wachstum steigt. Gerechtere vulnerable Gesellschaften holen schneller auf im Wachstumsprozess und sind erfolgreicher. Sie ziehen Nutzen aus ihrer Schwäche „Vulnerabilität“.

Die vier Mikro-Makro-Modelle bezüglich Vulnerabilität und Wachstum liefern wachstumstheoretische Aussagen, die auch empirische evident sind. Es ist die Absurdität der Gegensätzlichkeit von Vulnerabilität und Wachstum, die der Betrachtung eine Besonderheit verleiht. Die Verbindung von Vulnerabilität und Wachstum stellt eine Herausforderung dar, zukünftigen Generationen Wissen bezüglich Vulnerabilität zu überliefern, sodass sie Chancen erhöhen und Risiken mindern können, um Wohlstand, Reichtum, Nachhaltigkeit, Gesundheit und Gerechtigkeit zu gewährleisten.

Schlagwörter: Vulnerabilität, Komplementaritäten, Wachstum

Vulnerability and Growth

Abstract

The analyses of vulnerability and growth shows, that vulnerability could also be seen from a macroeconomic view, and that microeconomic and macroeconomic views could be related in this context. This dissertation deals with the question, how vulnerability could be reduced and economic growth could be increased. Vulnerable economies could benefit from their resilience “vulnerability”, they grow faster as assumed and break through the threshold, in order to move from an equilibrium at low growth and high vulnerability to an equilibrium at high growth and low vulnerability. These economies are “vulnerable to growth”. Vulnerability includes chances and risks, so that growth could take place or not. It is possible, that some vulnerable economies gain in the process of growth, because they benefit from their vulnerability.

This study contains four articles, which show micro-macro-theories, as they combine vulnerability with economic growth. The first model deals with vulnerability and complementarities, macroeconomic complementarities and strategic complementarities. The contribution of this model is the combination of strategic and macroeconomic complementarities. A reduction of vulnerability in the sense of a macroeconomic complementarity, integrated in the exponent of the parameter of education productivity and in the exponent of the parameter of the size of innovations, has an effect on human capital and on R&D. R&D and human capital increase, and because of the strategic complementarities between investments in human capital and investments in R&D, human capital and R&D increase furthermore. Thereupon, economic growth also increases, as human capital and R&D are engines of growth. Macroeconomic complementarities and strategic complementarities lead to an enforcement of the effects, which generate a movement from the equilibrium at high vulnerability and low growth to the equilibrium at low vulnerability and high growth. Because in an equilibrium at high vulnerability, without R&D, no strategic complementarities are possible, the macroeconomic complementarities have to give the impulse to the growth process, so that the high vulnerable economy could break through the threshold from the equilibrium at high vulnerability, where only investments in human capital takes place, to the equilibrium at low vulnerability. Then, there are also investments in R&D, so that strategic complementarities are identified. The macroeconomic complementarity has activated the strategic complementarity. Now, after the threshold is break through, the economy is on a higher equilibrium growth path, at which the economy moves with lower vulnerability and higher growth. Aggregate measures are responsible for the breakthrough of the threshold, because of the indivisibility of human capital.

The second article discusses how vulnerability and sunspots influence each other. The individuals in the vulnerable economy think that sunspots are real, exogenous shocks. That is why they change their behavior. They don't diversify, they reduce their area of plantation and change their products they plant. They were in a worthier

case as before the sunspot. Vulnerability increases and economic growth decreases. From the criticism of the sunspot theory, a “real” sunspot theory should be developed, where wages, prices and employment are included. The role of the elasticity should help to make decisions as in the situation under perfect foresight, in order to identify sunspots. The relationship between vulnerability and sunspots from a global point of view shows, that also cross-country vulnerability crises can be identified, because of the transmission of vulnerability through socialization, if sunspot spillovers exist.

The third article is about vulnerability, destruction and the concept of durable crop. It shows which importance natural renewable resources and sustainability have for vulnerability and vice versa. Already in the 1970s, there was a discussion about exploitation of resources and the limits of growth. Some economists may argue that natural resources per head in an economy are a signal for richness. But others don't believe it, that growth could be increased by natural resources. Vulnerability and the concept of durable crop are related because of their ecological instability. The bioeconomic equilibrium is destroyed and can be restored by vulnerability. Because of the existing uncertainty and the risks in the situation of vulnerability, the present consumer preference is lower as in the case of certainty. That is why the individuals crop near the maximum sustainable yield. Sustainability exists. Vulnerability and sustainability interact, strategic complementarities are identified. A vulnerable economy with richness of natural renewable resources could grow faster. Vulnerability decreases and economic growth increases. The vulnerable economy benefits from their vulnerability.

The fourth article deals with the relation between vulnerability and fairness. It shows that vulnerability can be reduced, if fairness increases in the vulnerable economy. Furthermore, because of the increasing fairness, the lasting impression of being a community and the understanding, that all individuals help each other, increase. The individuals are kept together and are united with each other in the way of fairness. That is why the cooperation between the vulnerable individuals increases and that is why vulnerability decreases and economic growth increases. Fairness, cooperation and competition complete each other and help the vulnerable economy to benefit from vulnerability. Fairness is modeled by strategic complementarities and there exist multiple equilibria, fairness-equilibrium and non-fairness-equilibrium. In the situation of vulnerability, the social optimal fairness-equilibrium is the solution, where all individuals play fair. The consciousness of fairness was increased. In the situation of vulnerability, there exists transmission of fairness because of horizontal socialization. That is why vulnerability decreases and economic growth increases. Fair vulnerable economies grow faster and are more successfully. They benefit from their vulnerability.

The four micro-macro-models of vulnerability and growth include subjects of growth theory, which are also empirically evident.

The combination of vulnerability and growth seems to be absurd and revolutionary at first sight, but the relation offers interesting results, the relation between vulnerability and growth represents a challenge.

It could help the future generations getting knowledge about vulnerability to maximize chances and minimize risks, in order to realize welfare, richness, sustainability healthiness and fairness.

Keywords: vulnerability, complementarities, growth

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Gesamteinleitung	1
2. Vulnerabilität und Komplementaritäten	13
2.1 Einleitung	13
2.2 Modell	24
2.2.1 Präferenzen	25
2.2.2 Humankapital	27
2.2.3 Produktion	29
2.2.4 Forschung	29
2.2.5 Lohnbestimmung	31
2.3 Gleichgewicht	34
2.4 Rationales Erwartungsgleichgewicht	45
2.4.1 Theoretischer Hintergrund zur strategischen Komplementarität: Nash-Gleichgewicht	45
2.4.2 Rationale Erwartungsgleichgewichte im Modell mit Vulnerabilität und Komplementaritäten	46
2.5 Steady State-Wachstum bei Vulnerabilitätsreduktion	53
2.6 „Big Push“-Schwellenüberwindung	63
2.6.1 Schwellenwertermittlung	63

2.6.2 Theoretischer Hintergrund zu Schwellenexternalitäten in der Literatur	66
2.6.3 Makroökonomische Komplementaritäten und Nichtteilbarkeiten in der Humankapitalinvestition	72
2.6.4 Einflussfaktoren der Schwellenüberwindung im Modell mit Vulnerabilität und Komplementaritäten	76
2.7 Politikmaßnahmen	80
2.7.1 Allgemeines zu Politikmaßnahmen	80
2.7.2 Politikmaßnahmen im Bereich Humankapital zur Vulnerabilitäts- reduktion	81
2.7.3 Empirie zu Politikmaßnahmen im Bereich Humankapital	82
2.7.4 Politikmaßnahmen im Bereich R&D zur Vulnerabilitätsreduktion	83
2.7.5 Empirie zu Politikmaßnahmen im Bereich Humankapital und R&D	85
2.8 Schlussbemerkungen	87
2.9 Ausblick: Vulnerabilität als Frühwarnsystem?	93
2.10 Kritische Würdigung	95

3. Vulnerabilität und Sunspots, sowie die „reale“ Sonnenflecken-	
 theorie und Sunspot-Spillover	98
3.1 Einleitung	98
3.2 Modell	110
3.3 Die „reale“ Sonnenfleckentheorie	119
3.4 Transmission von Vulnerabilität durch Sunspot-Spillover und strategische Komplementarität, sowie durch Sozialisation in Verbindung mit Sunspots	129
3.5 Politikmaßnahmen	140
3.6 Schlussfolgerungen	141
3.7 Kritische Würdigung	143
4. Vulnerabilität, Zerstörung und das Konzept der dauerhaften	
 Erntemenge	145
4.1 Einleitung	145
4.2 Modell	152

IV

4.3 Gleichgewicht	156
4.3.1 Biologisches und ökonomisches Gleichgewicht	156
4.3.2 Bioökonomisches Gleichgewicht	160
4.4 Langfristiges Gleichgewicht	166
4.5 Kritik am MSY-Konzept und Ausblick: Das BOSY-Konzept (BOSY= Bioeconomic Optimum Sustainable Yield), bzw. Semi-OSY	171
4.6 Beziehung zwischen Vulnerabilität, Schattenpreis und Zerstörung	174
4.7 Politikmaßnahmen	178
4.8 Schlussbemerkungen	180
4.9 Kritische Würdigung	183
5. Vulnerabilität und Gerechtigkeit	185
5.1 Einleitung	185
5.2 Definition von Gerechtigkeit	192
5.3 Modellierung von Gerechtigkeit	193
5.4 Vulnerabilität und Gerechtigkeit: eine spieltheoretische Betrachtung	195

5.5 Modell Vulnerabilität und Gerechtigkeit	207
5.5.1 Vulnerabilität, Gerechtigkeitsfunktionen und Fairness- Gleichgewichte	207
5.5.2 Vulnerabilität, Gerechtigkeit und Kooperation	215
5.6 Politikmaßnahmen	226
5.7 Schlussbemerkung	227
5.8 Kritische Würdigung	229
6. Gesamtkritische Würdigung	231
7. Fazit: Ausblick	242
Literaturverzeichnis	248

„Vulnerability measures the resilience against a shock – the likelihood that (...) a shock will result in a decline in well-being. (...)”

Quelle: World Bank (2000), und
Klasen und Waibel (2013), S. 17.

„This paper emphasises macroeconomic complementarities so that the optimal choice of an individual increases with some measure of the aggregate state of the economy rather than the actions of any single agent. From the perspective of individual choice, there is a “macroeconomic foundation of microeconomics” at work. (...)”

Quelle: Cooper und Haltiwanger (1993), S. 1.

VII

„An alternative approach advanced by Weil (1989) uses “sunspots” to select an equilibrium outcome. Here the economy would fluctuate across equilibria depending upon the outcome of some commonly observed variable that is a source of extrinsic uncertainty. This is a way, following Azariadis (1981), to model the notion that beliefs themselves can influence aggregate activity in a self-fulfilling way. (...)”

Quelle: Cooper und Haltiwanger (1993), S. 31.

„Pessimism about future resources peaked in the 1970s during what was, not coincidentally, a period of rising resource prices. One expression of this pessimism was an exhaustive study called “The Limits of Growth”. (...)”

Quelle: Weil (2013), S. 494 und
Meadows et al. (1972).

VIII

„Der Leitgedanke ist vielmehr, dass sich die ursprüngliche Übereinkunft auf die Gerechtigkeitsgrundsätze für die gesellschaftliche Grundstruktur bezieht. Es sind diejenigen Grundsätze, die freie und vernünftige Menschen in ihrem eigenen Interesse in einer anfänglichen Situation der Gleichheit zur Bestimmung der Grundverhältnisse ihrer Verbindung annehmen würden. (...)“

Quelle: Rawls (1979), S. 28.

„Moralische Regeln mögen vernünftig (und daher gültig) sein. Ihre reale Befolgung oder reale Akzeptanz ist damit nicht gesichert. Die Moral hat keine reale Macht zu ihrer Durchsetzung, es sei denn, die Menschen machen sie sich zu eigen. (...)“

Quelle: Haslinger, F. (1997 a), S. 51.

VIV

„Investment in human capital and R&D are strategic complements, and in the presence of indivisible R&D projects, multiple equilibria arise for intermediate parameter values. (...) The two equilibria are interpreted as the “high-skills” and “low-skills” equilibria. (...)”

Quelle: Redding (1996), S. 468 f..

Stephen Redding

Oxford University

“Einige Dinge profitieren von Erschütterungen; wenn sie instabilen, vom Zufall geprägten, ungeordneten Bedingungen ausgesetzt sind, wachsen und gedeihen sie; sie lieben das Abenteuer, das Risiko und die Ungewissheit. Doch obwohl dieses Phänomen omnipräsent ist, gibt es kein Wort für das genaue Gegenteil von „fragil“. Nennen wir es „antifragil“. (...) Antifragilität ist mehr als Resilienz oder Robustheit. Das Resiliente, das Widerstandsfähige widersteht Schocks und bleibt sich gleich; das Antifragile wird besser. Dieses Prinzip steckt hinter allem, was sich im Laufe der Zeit verändert hat: Evolution, Kultur, Ideen, (...), technischen Innovationen, kulturellem und wirtschaftlichem Erfolg, (...), und nicht zuletzt hinter dem Fortbestand unserer Spezies auf diesem Planeten. (...)“

Quelle: Taleb (2013), S. 21 f..

1. Gesamteinleitung

Seit vielen Jahrzehnten versuchen Ökonomen, den Ländern zu helfen, die von Vulnerabilität betroffen sind. Um Hilfskonzepte auszuarbeiten, muss man das Wesen und die Wirkungsweise von Vulnerabilität verstehen. Die vier Modelle in dieser Arbeit sollen dazu beitragen. Es handelt sich dabei um vier verschiedene Bereiche, die mikro- und makroökonomische Betrachtungsweisen miteinander verbinden: den Bereich Humankapital und Forschung in Verbindung mit Komplementaritäten, den Bereich der „Behavioral Economics“, den Bereich Umwelt und Nachhaltigkeit, sowie Gerechtigkeit. Alle vier Bereiche werden in ihren Bezügen zu Wachstum dargestellt, bzw. aus wachstumstheoretischer Sicht betrachtet. Damit wird eine Verbindung von Vulnerabilität zu Wachstum gezogen, womit mehrere Wege aufgezeigt werden, um Vulnerabilität zu bekämpfen. Vulnerable Länder können aus der Schwäche „Vulnerabilität“ Nutzen ziehen und letzten Endes gewinnen, ja sogar besser werden, wenn sie im Wachstumsprozess aufholen. Deshalb kann man Länder, die von Vulnerabilität betroffen sind, und daraus Nutzen ziehen, am Ende im Wachstumsprozess aufholen und besser werden, nach Taleb (2013) als „antifragile“ Systeme bezeichnen.

Vulnerabilität hat viele verschiedene Definitionen, je nachdem, in welchem Bereich Vulnerabilität betrachtet wird, bzw. je nachdem, wozu Vulnerabilität in Beziehung gesetzt wird. Aber grundlegend für alle Definitionen, ist die Tatsache, dass es Individuen in ihrem Wohlbefinden und in ihrer ökonomischen Situation schlechter geht, wenn sie sich ständig der

Wahrscheinlichkeit gegenübersehen, dass ein exogener, kovariater Schock die Ökonomie treffen kann.¹

Betrachtet man die Wachstumsentwicklung in den Entwicklungsländern in den letzten Jahren, zeigt sich folgende Tendenz. In den letzten 10 Jahren konnten positive Zeichen von Fortschritt in den Entwicklungsländern verzeichnet werden. Die durchschnittlichen Einkommensraten waren ziemlich hoch, bei gleichzeitiger Senkung der Einkommensarmut (Chen und Ravallion (2010), sowie Klasen und Waibel (2013)).

Während viel von dem Erfolg, vor allem den hohen Wachstumsraten in einigen asiatischen Ländern, wie China, Indien, Indonesien und Vietnam, zuzuschreiben ist, haben fast alle Entwicklungsländer höhere Pro-Kopf-Wachstumsraten zu verzeichnen, sogar in Sub-Sahara Afrika (Bourguignon et al. (2008), sowie Klasen und Waibel (2013)).

Da in dieser Arbeit die Wachstumsseite von Vulnerabilität betrachtet wird, und die vulnerablen Ökonomien eher „vulnerable to growth“ als „vulnerable to poverty“ sind,² wird das „East Asian Miracle“ genauer betrachtet, welches seit 1965 spektakuläre ökonomische Wachstumsraten in Ostasien verzeichnete. Über einen Zeitraum von 1965-1990 wuchs die Region schneller als andere. Das meiste Wachstum identifizierte man in den folgenden acht Ökonomien, Japan, Hongkong, Korea, Taiwan und Singapur im Osten, sowie in drei südostasiatische Ländern, Indonesien, Thailand und Malaysia. Ökonomen haben versucht, die Quellen dieses Wachstums zu ergründen, welche Kapitalakkumulation, physisches Kapital und Humankapital, sowie

¹ Es werden hier exogene kovariante Schocks, anstelle idiosynkratischer Schocks, betrachtet, da die makroökonomische Betrachtung, b.z.w. die wachstumstheoretische Betrachtung in der Modellanalyse im Mittelpunkt steht.

² Die Bezeichnung „vulnerable to poverty“ wurde von Haughton und Khandker (2009) entwickelt. In Anlehnung daran, wird hier, bezogen auf das Thema Vulnerabilität und Wachstum, das Konzept „vulnerable to growth“ verwendet.

technischen Fortschritt umfassen. Die Gruppe der acht Ökonomien hat große Fortschritte gemacht in der Akkumulation von Humankapital und physischem Kapital. Die Ersparnis war in diesen Ländern (ausgenommen Japan) nicht niedriger als in Lateinamerika 1965. Die Investitionen waren ebenfalls sehr hoch, speziell private Investitionen. Diese Länder sind Nettoexporteure von Kapital, im Gegensatz zu den meisten anderen Entwicklungsländern. Die Humankapitalniveaus waren, relativ zum Niveau des Pro-Kopf-Einkommens, sehr hoch. Seit 1965 verbesserte sich die Schulbildung in Hongkong, Korea, Singapur und Indonesien (World Bank (1993)).

Ziel der Dissertation ist es, zu ermitteln, ob Vulnerabilität mit steigendem Wachstum reduziert werden kann. Im ersten Modell, Vulnerabilität und Komplementaritäten, geht es darum, dass eine Ökonomie von einem Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität, welches gekennzeichnet ist mit einem geringen Ausbildungs- und Qualitätsniveau, die Schwelle überwindet, und zu einem Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität, welches gekennzeichnet ist mit einem hohen Ausbildungs- und Qualitätsniveau, mithilfe von Komplementaritäten, strategischer und makroökonomischer Komplementarität, wandert. Das Modell zeigt, welche Kräfte diese Bewegung generieren. Es wird eine Verbindung hergestellt zwischen Vulnerabilität, Vulnerabilitätsreduktion und den beiden Wachstumsmotoren Humankapital und Forschung. Die Ökonomie sieht sich der Wahrscheinlichkeit eines exogenen kovariaten Schocks ausgesetzt. Es geht darum, Vulnerabilität zu reduzieren, um Wachstum zu erhöhen, und die Ökonomie zu stärken gegenüber der Wahrscheinlichkeit exogener kovariater Schocks. Eine Vulnerabilitätsreduktion im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität wirkt auf Humankapital und R&D, beide steigen und über die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und R&D, steigen beide

wechselseitig weiter, wodurch das Wachstum der Ökonomie sich erhöht. Steigt das Wachstum, stärkt das die Ökonomie gegenüber der Wahrscheinlichkeit des Auftretens exogener kovariater Schocks, wodurch wiederum Vulnerabilität in den Erwartungen der Individuen gesenkt werden kann. Der Prozess verselbstständigt sich über die strategische Komplementarität, aber auch über die makroökonomische Komplementarität, da der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion im Exponenten vom Ausbildungsproduktivitätsparameter und vom Parameter für den Umfang der Innovationen integriert ist, was eine Verselbstständigung des Wachstumseffektes beinhaltet. Die Parameter der Ausbildungsproduktivität und des Umfangs der Innovationen sind als Formvariablen variabel gesetzt und können so die makroökonomische Komplementarität über den Exponenten transportieren. Die makroökonomische Komplementarität steht bei der Analyse im Mittelpunkt, da mit ihr die Bedeutung aggregierter Maßgrößen im Wachstumsprozess verdeutlicht werden soll. Im Rahmen der strategischen Komplementarität wird argumentiert, dass R&D-Investitionsentscheidungen der Firmen eng verbunden sind mit Investitionsentscheidungen der Arbeiter in Humankapital. Die beiden Investitionsformen zeigen pekuniäre Externalitäten und sind strategische Komplemente. Die Modellökonomie, welche zum Teil über ländliche Entwicklungsgebiete, sowie ländliche und städtische Firmenregionen, kleine Farmbetriebe und Betriebe mit Nicht-Farmaktivitäten verfügt, ist in der Lage, Forschung zu betreiben und anzuwenden, und die Individuen im Bildungssektor auszubilden. Es handelt sich dabei jedoch, nicht um konventionelle R&D, sondern es findet ein Erfindungsprozess statt, der sich mit der Verbesserung von Bewässerungsmöglichkeiten und Düngemitteln beschäftigt und diese erforscht, es handelt sich um sogenannte

landwirtschaftliche R&D. Die Ökonomie ist eher „vulnerable to growth“ als „vulnerable to poverty“.

Im zweiten Modell, Vulnerabilität und Sunspots, geht es darum, welche Rolle Sunspots im Rahmen von Vulnerabilität spielen können.³ Es handelt sich bei der Sunspot-Theorie um eine Verbindung von Wachstums- und Konjunkturtheorie. Mithilfe von Sunspots lässt sich das Zustandekommen von Konjunkturschwankungen erklären. Im Modell Vulnerabilität und Sunspots verbinden die Individuen Sunspots, beliebige stochastische Phänomene, die keine ökonomische Bedeutung haben, mit echten real wirksamen Schocks. Sie halten Sunspots für echte Schocks und verhalten sich danach. Die Individuen ordnen subjektiven Wahrscheinlichkeiten schlechte Naturereignisse zu. Sunspots führen demnach zu einem Update der subjektiven Wahrscheinlichkeiten, wie in der Bayesianischen Statistik. Die Individuen ändern ihre Wirtschaftspläne und investieren nicht mehr, aufgrund ihrer erhöhten subjektiven Wahrscheinlichkeit, dass ein Schock auftritt. Folge ist, dass ex post reale Auswirkungen auftreten, die die Individuen als reales Ergebnis der Sunspots auslegen. Der reale Schock tritt jedoch nicht ein. Sie haben aber bereits ihre Wirtschaftspläne geändert. Durch das Beobachten

³ Man identifizierte in den letzten Jahren ein hohes Niveau an Volatilität, welches man gleichzeitig zur Verbesserung der Einkommenssituation in den Entwicklungsländern feststellte, erstens hervorgerufen durch schnell steigende und hoch volatile Produktpreise für Nahrungsmittel, Öl und Mineralien. Obwohl einige der Entwicklungsländer von diesen hohen Preisen profitiert haben, ging es anderen dadurch noch schlechter, da sie Nettokäufer von Nahrung waren und auch unter den steigenden Energiepreisen gelitten haben. Preise für Nahrungsmittel und Energie stiegen dramatisch von 2007-2008. Zweitens hervorgerufen durch die hohe Volatilität des globalen Outputwachstums mit Folgen für die Entwicklungsländer. Hervorzuheben ist dabei der schnelle Fall des Outputwachstums 2009, als Resultat der globalen Finanzkrise. Die vorherrschende Unsicherheit der globalen Finanzmärkte, verursacht durch hohe Schuldenstände von Europa und den USA, bedeutet für die Entwicklungsländer stets ein Risiko eines erneuten globalen wirtschaftlichen Niedergangs. Die dritte Ursache ist die steigende Gefahr globaler nicht-ökonomischer Schocks, die die Entwicklungsländer treffen können, wie Schocks aufgrund von Klimawandel und globale Gesundheitsrisiken. Bei diesen Quellen von Vulnerabilität handelt es sich um makroökonomische Betrachtungen. Zu den anderen Risiken zählen demographische Schocks, wie Krankheit und Tod eines HH-Mitglieds, ökonomische Schocks, wie Arbeitslosigkeit und adverse Preis- und Outputentwicklungen, einige davon sind mit Flut, Dürre, Pest oder Naturkatastrophen verbunden. Siehe Klasen und Waibel (2013), S. 1 ff..

eines Sunspots geht es den Individuen, aufgrund mangelnder Investitionen, noch schlechter, als bei bisher existierender Vulnerabilität. Daraus ergeben sich bestimmte Verhaltensänderungen der Individuen, wie Diversifizierung, Substitution kommerzieller Anbauprodukt durch Subsistenzprodukte, Reduzierung des Anbaubereiches, fehlende Investitionen in teure Inputs, wie Düngemittel.

Die Sunspot-Theorie hat sich im Laufe der Jahre verschiedenen Themen gewidmet. Modelle rationaler Erwartungen mit Zufallspreisen und extrinsischer Unsicherheit, welche auf Nicht-Fundamentaldaten beruht, haben die Preisbestimmung anhand von extrinsischen Faktoren bestimmt. Im Mittelpunkt dabei steht die Theorie sich selbst erfüllender Prophezeiungen. Mit der Berücksichtigung extrinsischer Faktoren werden auch psychologische Faktoren, wie Angst, negative Gedanken, Bewusstsein und Unterbewusstsein, Bayesianische Lerntheorien oder „Animal Spirits“, nach Weil (1989) definiert als Optimismus und Pessimismus von Konsumenten, berücksichtigt. Die Preiszufälligkeit kann selbst erfüllend sein, wenn alle diesbezüglich dieselben Preiserwartungen haben, und asymptotisch, wenn viele Beobachtungen zusammentreffen, dann handelt es sich um ein Sunspot-Gleichgewicht. Damit ist das Phänomen der Sunspots in die Ökonomie aufgenommen. Seinen Ursprung haben Sunspots in der Sonnenfleckentheorie. St. Jevons erklärte 1875 echte Sonnenflecken als Schwankungen der Agrarproduktion, die zu gesamtwirtschaftlichen Konjunkturzyklen führten. Durch Schwankungen in der Sonnenaktivität und ihre Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion wurden Konjunkturschwankungen erklärt. Verma (2013) schreibt über die Bedeutung von Sunspots in der Astrophysik, wobei die sich stets ändernde

Sonne, eine Herausforderung für die Menschheit darstellt, mit direkten Folgen für alle bezogen auf das Klima und die Wetterveränderungen.⁴

Aus der Kritik an der Sunspot-Theorie heraus, dass sie Individuen in ihren Entscheidungen fehlerhaft, soll versucht werden, eine reale Sunspot-Theorie zu entwickeln, die die Vorzüge der realen Konjunkturtheorie („Real Business Cycle Theory“) in die Sunspot-Theorie integriert, um den Individuen eine „perfekte“ Voraussicht bei ihren Entscheidungen zu schaffen, die es ihnen ermöglicht, Sunspots als solche zu identifizieren, und von realen Schocks abzugrenzen. Es werden dafür Löhne, Beschäftigung und Preise in die Sunspot-Theorie einbezogen. Über die hinreichende Bedingung für die Existenz eines Sunspot-Gleichgewichtes bei Azariadis und Guesnerie (1986) kann festgestellt werden, dass Elastizitäten, wie die Lohnelastizität des Sparens, die direkte Preiselastizität der Nachfrage, sowie die Einkommenselastizität der Nachfrage, eine Rolle spielen und helfen, Investitions-, Spar- und Konsumentscheidungen transparenter zu machen, als bestünde „perfekte“ Voraussicht, obwohl man sich in einem Gleichgewicht mit rationalen Erwartungen unter Stochastik befindet.

Im dritten Abschnitt der Sunspot-Theorie geht es um die Erklärung von „Cross-Country“-Vulnerabilitätskrisen und deren Transmission durch Sozialisation mithilfe von überschwappenden Sunspots, Sunspot-Spillover. Sunspot-Spillover sind Sunspots, die länderübergreifend wirken, wie eine Ansteckung („Contagion“), und Länder noch mehr vulnerabel machen können. Fratzscher hat solch eine „Contagion“ in Bezug auf Währungskrisen

⁴ Sonnenflecken sind dunkle Flecken auf der Sonnenoberfläche, mit einem dunklen Kern und weniger dunkler Region drumherum, den aktiven Regionen mit einem Magnetfeld. Magnetische Flüsse erscheinen als aktive Regionen. Einige Sunspots können nur kurze Zeit andauern, andere mehrere Monate. Seit der Entdeckung von Galileo Galilei sind Sunspots ein wichtiger Aspekt der Wissenschaft, nicht nur der Astrophysik. Siehe Verma (2013), S. 4 und S. 7. Diese Eigenschaften von Sunspots können Rückschlüsse auf das Sunspot-Phänomen in der Ökonomie geben und helfen, Sunspots besser zu verstehen.

festgestellt, wobei Währungskrisen über die Länder transferiert werden können, d.h. ansteckend sind. Analog dazu soll untersucht werden, ob Vulnerabilitätskrisen, aufgrund von Sunspots, die länderübergreifend wahrgenommen werden, auf andere Länder überschwappen können. Es zeigt sich, dass Transmission von Vulnerabilität durch Sozialisation existiert, da Sozialisation durch strategische Komplementarität modelliert wird, und strategische Komplementarität führt zu multiplen Gleichgewichten, welche Sunspots, d.h. indeterminierte Gleichgewichte in der Umgebung determinierter Gleichgewichte möglich machen. Aufgrund der sich selbst erfüllenden Erwartungen bei Sunspots wird Vulnerabilität unter den Individuen verbreitet, d.h. Vulnerabilität ist ansteckend, „contagious“. Die Kombination von Sozialisation durch strategische Komplementarität, die zu multiplen Gleichgewichten führt, und Sunspots dadurch ermöglicht, führt über sich selbst erfüllende Prophezeiungen zur Transmission von Vulnerabilität. Somit existiert eine vertikale Transmissionskette durch Sozialisation, strategische Komplementarität, multiple Gleichgewichte und Sunspots, sowie eine horizontale Transmissionskette durch die Existenz von Sunspots und sich selbst erfüllende Prophezeiungen.

Im dritten Modell, Vulnerabilität, Zerstörung und das Konzept der dauerhaften Erntemenge, wird die Frage behandelt, welche Bedeutung natürliche regenerierbare Ressourcen und Nachhaltigkeit für Vulnerabilität haben und umgekehrt. Einige Ökonomen sind der Ansicht, dass mehr natürliche Ressourcen pro Kopf, regenerierbare und nicht regenerierbare Ressourcen, in einem Land, ein Kennzeichen für Reichtum seien. Es gibt jedoch auch gegensätzliche Meinungen, ob Wachstum durch natürliche Ressourcen gesteigert werden kann oder nicht. Südamerika wäre ein Beispiel für einen Kontinent, der reiche Bodenschätze und regenerierbare Ressourcen hat, aber

aufgrund von Zerstörung, vor allem durch Naturkatastrophen, wie Erdbeben, von Vulnerabilität betroffen ist. Betrachtet man den Zustand, dass eine natürliche, regenerierbare Ressource zerstört wird, durch Übernutzung, durch Naturkatastrophen, Umweltverschmutzung oder Klimawandel, hat das zur Folge, dass der Schattenpreis der Ressource steigt, aufgrund der Knappheit. Die Ökonomie ist mehr vulnerabel gegenüber exogenen kovariaten Schocks, es geht den Individuen schlechter, aufgrund des Zerstörungsprozesses. Die Vulnerabilität ist gestiegen. Zerstörung durch Übernutzung, Naturkatastrophen, Umweltverschmutzung und Klimawandel beeinflussen Vulnerabilität negativ. Die Frage nach der Nachhaltigkeit der Ressourcennutzung stellt sich in diesem Zusammenhang.⁵ Betrachtet man ein bioökonomisches Gleichgewicht, so zeigt sich, dass Zerstörung, integriert in Form eines Zerstörungsparameters in der erweiterten Regenerationsfunktion, dazu führt, dass das bioökonomische Gleichgewicht gestört ist. Der Grenznutzen sinkt, die Grenzkosten steigen, und die Nettodiskontierungsrate steigt mit steigendem Zerstörungsparameter. Vulnerabilität erhöht sich, die Ökonomie ist anfälliger gegenüber exogenen kovariaten Schocks. Vulnerabilität und das Konzept der dauerhaften Erntemenge können in einen Zusammenhang gebracht werden, da sie beide ökologische Instabilität beinhalten. Mit dem Konzept der dauerhaften Erntemenge wäre auch das Konzept der Nachhaltigkeit berücksichtigt. Bezieht man mit ein, dass Individuen bei Vulnerabilität, aufgrund des Risikos, eine geringere Gegenwartspräferenz und eine höhere Zukunftspräferenz haben, da sie für die Zukunft vorsorgen wollen, wird ein Erntebestand verwirklicht, der in der Nähe, oberhalb des MSY („Maximum Sustainable Yield“) liegt, d.h. Nachhaltigkeit wird berücksichtigt. Vulnerabilität heilt, aufgrund der geringer

⁵ Siehe Haslinger (1997 c), S. 3 ff..

ausgeprägten Gegenwartspräferenz der Individuen, das bioökonomische Gleichgewicht.

Im Modell, Vulnerabilität und Gerechtigkeit, geht es darum, ob Ökonomien, in denen Vulnerabilität vorherrscht, und die noch nicht so hoch entwickelt sind, aufgrund eines höheren Gerechtigkeitsbewusstseins unter den Individuen, also höherer sozialer Fähigkeit, schneller aufholen im Wachstumsprozess. Abramowitz (1986) hat aufgezeigt, dass soziale und kulturelle Qualitäten Länder befähigen können, Vorteile aus der Interaktion mit anderen Ländern zu ziehen, durch Handel, Kapitalströme u. technologischen Transfer. Der Aufholprozess findet eher statt in Ökonomien mit höherer sozialer Fähigkeit. Beispiel hierfür wäre Japan und das schnelle Wachstum im 19. und 20. Jahrhundert, was auf ein hohes Maß an soziale Fähigkeit in Japan zu dieser Zeit zurückzuführen ist. Gerechtigkeit ist ein Unterkriterium von sozialer Fähigkeit, dem sozialen Bewusstsein und sozialer Werte. Daher ist es interessant Vulnerabilität und Gerechtigkeit in ein Modell zu integrieren und zu prüfen, ob bei steigender Gerechtigkeit in einer Ökonomie, das Wachstum dieser Ökonomie steigt, und wie Vulnerabilität sich dabei verhält. Über eine Definition von Gerechtigkeit nach Rawls,⁶ und eine Modellierung von Gerechtigkeit über die soziale Interaktion, die strategische Komplementarität, wird Gerechtigkeit spieltheoretisch betrachtet. Es ergibt sich, dass bei Vulnerabilität zwei Nash-Gleichgewichte existieren, ein Fairness-Gleichgewicht und ein Nicht-Fairness-Gleichgewicht. Bei Vulnerabilität wird jedoch das Fairness-Gleichgewicht verwirklicht, welches sozial optimal ist. Es gibt keinen Anreiz für die Individuen, von diesem Gleichgewicht abzuweichen, um das Gleichgewicht bei Eigeninteresse, selbstsüchtigen Interessen zu wählen. Gerechtigkeitsprämien für gerechtes Verhalten können eine

⁶ Siehe Haslinger (1997 a, 1997 b). Die Analyse von Moral und Ökonomie zählte zu seinen Schwerpunkten.

Möglichkeit sein, um die Auszahlungen für gerechtes Spielen zu erhöhen, und Gerechtigkeit für die Individuen noch interessanter zu machen. In einem Fairness-Gleichgewicht ist jeder der Spieler bereit, sich für den anderen zu opfern. Um Gerechtigkeit in ein ökonomisches Modell zu integrieren, werden Gerechtigkeitsfunktionen aufgestellt, die Vulnerabilität und strategische Komplementarität für die soziale Interaktion enthalten. Sie zeigen, wie gerecht sich Individuen bei Vulnerabilität verhalten. Bei existierender Vulnerabilität steigt Gerechtigkeit, aufgrund des Risikos, da der Zusammenhalt unter den Individuen bei Vulnerabilität stärker ist. Die Individuen vertrauen einander mehr und sind gerechter zueinander. Gerechtigkeit steigt. Der Anteil gerechter Spieler im Gleichgewicht steigt. Bezieht man den Aspekt der Kooperation mit ein, steigt Kooperation bei Vulnerabilität ebenfalls, aufgrund des Risikos und des stärkeren Zusammenhalts bei Vulnerabilität. Je mehr Spieler gerecht spielen, desto größer ist die Kooperation, da ein Individuum eher gerecht spielt, wenn die Individuen in seiner Umgebung sich gerecht verhalten, wodurch die strategische Komplementarität zum Ausdruck kommt, d.h. wenn $n-1$ Individuen gerecht spielen, tut es auch das n -te Individuum. Zudem schätzen gerechte Individuen die Kooperation mehr als ungerechte Individuen. Über zunehmende Gerechtigkeit und zunehmende Kooperation sinkt Vulnerabilität und Wachstum steigt, die Ökonomie ist gestärkt und weniger vulnerabel gegenüber einem exogenen kovariaten Schock. Gerechtere Gesellschaften können schneller aufholen im Wachstumsprozess. Horizontale Sozialisation kann die Verbreitung von Gerechtigkeitsbewusstsein unterstützen.⁷ Je mehr Individuen sich in der Umgebung gerecht verhalten, desto eher verhält man sich auch gerecht, worin sich wieder die strategische Komplementarität zeigt. Externe Unterstützung, sei sie lokal oder institutionell, kann Sozialisation von Gerechtigkeit fördern. Bei Vulnerabilität sind beide

⁷ Tabellini (2008) hat die vertikale Sozialisation guter Werte untersucht.

Ebenen der Unterstützung, lokale und institutionelle Unterstützung, wirksam. Auf beiden Ebenen steigt Gerechtigkeit durch Sozialisation, wodurch zusätzlich der kulturellen Transmission bei Bisin und Verdier (2001) Rechnung getragen wird. Bei Vulnerabilität existiert, aufgrund horizontaler Sozialisation von Gerechtigkeit, Transmission sozialer Werte, bzw. Transmission von Gerechtigkeit, wodurch Vulnerabilität sinkt und Wachstum steigt. Bei Vulnerabilität kann aus einer Schwäche Nutzen gezogen werden, bei Vulnerabilität führt zunehmende Gerechtigkeit über zunehmende Kooperation zu sinkender Vulnerabilität und steigendem Wachstum.

Allen vier Modellen gemeinsam ist, dass man durch Vulnerabilitätsreduktion, Wachstum erhöhen kann. Makroökonomische und strategische Komplementaritäten spielen eine Rolle, sowie der Bereich der „Behavioral Economics“ als psychologische Komponente bei Verhalten unter Unsicherheit und Risiko, sowie bei rationalen Erwartungen. Komplementaritäten, die Identifikation von Sunspots, Vulnerabilität und Nachhaltigkeit als Heilmittel von Zerstörung im bioökonomischen Gleichgewicht und Gerechtigkeit als soziale Fähigkeit, sind Möglichkeiten, dass eine Ökonomie, die von Vulnerabilität betroffen ist, Nutzen ziehen kann aus der Schwäche Vulnerabilität, am Ende gewinnt und besser wird und im Wachstumsprozess aufholen kann.

2. Vulnerabilität und Komplementaritäten

2.1 Einleitung

Seit langem versuchen Ökonomen den Menschen in Ländern mit Vulnerabilität zu helfen. Sie sind betroffen von idiosynkratischen und kovariaten Schocks, welche zu einem substanziellen Verlust von Einkommen, Konsum und Wohlfahrt führen können. Die Individuen sehen sich ständig dem Risiko ausgesetzt. Deshalb ist es wichtig, Vulnerabilität zu reduzieren, um den Menschen in Ländern mit Vulnerabilität zu helfen.

Dieses Modell soll eine Verbindung zwischen Vulnerabilität, Vulnerabilitätsreduktion, sowie R&D und Humankapital, in ihrer Funktion als Wachstumsmotoren aufzeigen, dargestellt in einer Modellökonomie, die sich einem möglichen exogenen kovariaten Schock⁸ gegenüberstellt, der weite Gebiete der Landwirtschaft und Produktionsstätten betrifft, d.h. einen größeren Teil der Dörfer oder Distrikte beeinflusst. Deshalb sind nicht nur Bauern, sondern auch Unternehmer betroffen. Die Analyse integriert mikroökonomische und makroökonomische Betrachtungsweisen, und verbindet beide in ihrem Lösungsverlauf.

Es geht darum, Vulnerabilität zu reduzieren, um Wachstum zu erhöhen und die Ökonomie dadurch zu stärken gegenüber der Wahrscheinlichkeit exogener kovariater Schocks. Eine Vulnerabilitätsreduktion, im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität, wirkt auf Humankapital und R&D, beide steigen und über die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und R&D, steigen diese wechselseitig, und damit steigt das Wachstum der Ökonomie, da Humankapital und R&D als Wachstumsmotoren

⁸ Kovariate Schocks haben meist auch idiosynkratischen Charakter, d.h. den einzelnen Haushalt beeinflussend. Kovariate Schocks beinhalten klimatische Schocks, wie Naturkatastrophen, und ökonomische Schocks.

gelten. Steigt das Wachstum, so stärkt das die Ökonomie gegenüber der Wahrscheinlichkeit des Auftretens exogener kovariater Schocks, wodurch wiederum die Vulnerabilität in den Erwartungen der Individuen gesenkt werden kann. Der Prozess verselbstständigt sich über die strategische Komplementarität und außerdem über die makroökonomische Komplementarität, denn der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion, im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität, befindet sich im Exponenten, was eine Verselbstständigung des Wachstumseffektes beinhaltet. In Anlehnung an Redding (1996), wo strategische Komplementaritäten zu mehr Wachstum führen, soll untersucht werden, ob dieses auch für ein Modell mit Vulnerabilität gilt, und welche Rolle makroökonomische Komplementaritäten dabei spielen. Die Modellökonomie, die sich nach dem Eintritt des exogenen kovariaten Schocks in einem Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität, d.h. auf einem niedrigen Ausbildungs- und Qualitätsniveau, befindet, soll die Schwelle überwinden, und zu einem Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität, also hohem Ausbildungs- und Qualitätsniveau, tendieren.⁹ Das Modell zeigt, welche Kräfte eine Bewegung vom Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität generieren.

Es handelt sich um ein Zwei-Perioden-Modell. Es besteht Unsicherheit bezüglich der zukünftigen Kapitaleinkommen und Unsicherheit bezüglich der zukünftigen Arbeitseinkommen, inklusive Unsicherheit bezüglich Humankapitalakkumulation und R&D-Investition. Der Schock wirkt auf die Kapitaleinkommen der zweiten Periode, auf die Humankapitalakkumulation

⁹ In Anlehnung an Finegold und Soskices (1988), die ein „Low Skills“-Gleichgewicht definiert haben, mit den Kennzeichen Ausbildungsniveau und Qualitätsniveau. Das Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität mit fehlender Forschung und reduzierter Humankapitalakkumulationsrate wird identifiziert mit Finegold und Soskices „Low Skills“-Gleichgewicht. Die beiden Gleichgewichte mit hoher und geringer Vulnerabilität werden im weiteren Verlauf der Arbeit über die Kennzeichen Ausbildungs- und Qualitätsniveau definiert.

der Haushalte und auf die R&D-Investitionen. Der Ertrag aus Boden, Ernte und Vieh ist unsicher.

Haushalte und Unternehmen sind vulnerable gegenüber Schocks, aufgrund des begrenzten Zugangs zu Kapitalmärkten und fehlenden Sicherheiten, sowie keiner oder begrenzter Versicherungsmöglichkeit, wegen Kovarianz der Schocks, und aufgrund fehlender Sparmöglichkeit. In der Situation, dass der Schock eintritt, würden die Haushalte nicht mehr oder weniger in Humankapital investieren. Die Haushalte sind jedoch, in der Lage, über eine staatliche Ausbildungsfinanzierung, ihre Humankapitalakkumulation zu erhöhen, wodurch sie sich gegen Vulnerabilität schützen können. Der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion σ wird im Exponenten des Ausbildungsproduktivitätsparameters γ , hier eine Formvariable, die in diesem Fall variabel ist, eingebaut, da es sich um eine Förderung des Humankapitals handelt. Dadurch kommt es zu steigendem Humankapital, und damit, über die strategische Komplementarität, zu steigenden Skalenerträgen, und das führt zu steigendem Wachstum.

Die Unternehmen sind ebenso in der Lage, sich gegenüber der Unsicherheit zu schützen, indem sie Forschungskredite aus dem Programm der Mikrofinanzierung übernehmen und so Vulnerabilität reduzieren. Der Zugang zu Krediten bewirkt, dass sie weniger risikoavers sind, die Risiken können über die Zeit verteilt werden, und riskantere, aber auch produktivere Entscheidungen wie Düngemiteleinsetz, Selbstständigkeit sind möglich, und er bewirkt, dass sie in Zukunft reicher sind,¹⁰ und somit mehr Geld für R&D-Investitionen zur Verfügung haben. Durch den Forschungskredit ist es möglich, R&D-Investitionen zu erhöhen, und eine Technologie zu verbessern, von A zu λA , mit Wahrscheinlichkeit μ , indem mehr Innovationen

¹⁰ Siehe auch Eswaran und Kotwal (1990).

hervorgebracht werden. Der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion σ wird bei den Unternehmen aufgrund der Kreditform eines Forschungskredites im Exponenten von λ , dem Umfang der Innovationen, der hier als Formvariable variabel ist, eingebaut. Die Unternehmen befinden sich in der Situation, dass der kovariate Schock, also das schlechte Ereignis mit positiver Wahrscheinlichkeit, eingetreten ist. Vulnerabilitätsreduktion ist der Mechanismus, der die Konsequenzen abmildert, wenn das schlechte Ereignis eintritt.

Der Schock ist normalverteilt, seine Ausprägung beinhaltet zwei Zustände, ein gutes und ein schlechtes Ereignis. Das schlechte Ereignis tritt mit positiver Wahrscheinlichkeit ein. Es handelt sich um einen klimatischen Schock, eine Naturkatastrophe, je nach Region handelt es sich um eine Flutkatastrophe oder eine Dürre oder ein Erdbeben. Im Zustand des guten Ereignisses würden die Unternehmer wie bisher produzieren, bei Eintritt des schlechten Ereignisses, der großflächigen Überschwemmung, der Dürre oder des Erdbebens, produzieren sie weniger oder gar nicht mehr, da weite Teile der Landwirtschaft und weite Regionen mit Betrieben bezüglich Nichtfarmaktivitäten zerstört worden sind oder brachliegen.

Es gilt, erstens, eine Lösung vor dem Hintergrund der Möglichkeit des schlechten Ereignisses zu entwerfen. Zweitens, einen Mechanismus darzustellen, der Möglichkeiten anbietet, Vulnerabilität zu reduzieren, d.h. staatliche Ausbildungsförderung oder Kreditaufnahme im Bereich Forschung. Und, drittens, die Auswirkungen auf das Gleichgewicht darzustellen.

Diese Ökonomie, welche zum Teil über ländliche Entwicklungsgebiete, sowie ländliche und städtische Firmenregionen, kleine Farmbetriebe der weiterverarbeitenden Industrie und über Betriebe mit Nichtfarmaktivitäten

verfügt, befindet sich in der Lage, Forschung zu betreiben und anzuwenden, und die Individuen im Bildungssektor auszubilden. Es handelt sich dabei nicht um R&D im konventionellen Sinne. Sondern, es findet ein Erfindungsprozess statt, der sich mit der Verbesserung von Bewässerungsmöglichkeiten und Düngemitteln beschäftigt und diese erforscht, also sogenannte landwirtschaftliche R&D.

In ländlichen Entwicklungsgebieten gibt es Einkommen aus Landwirtschaft, Getreide und Viehzucht, sowie Einkommen aus natürlichen Ressourcen, wie Fischfang, Jagd und Sammeln. Zudem gibt es in ländlichen und städtischen Firmenregionen Einkommen aus nicht-landwirtschaftlicher Beschäftigung und Einkommen aus kleinen Firmen, solche wie Hüttenindustrien und Transportunternehmen. Die Ökonomie ist „vulnerable to growth“, eher als „vulnerable to poverty“¹¹.

Es geht darum, zu zeigen, wie diese Ökonomie in der Lage ist, angesichts der Erwartungen bezüglich eines kovariaten Schocks, den Verfall des Wohlbefindens zu bewältigen. Dies könnte einerseits mit Hilfe eines Hilfspaketes, bestehend aus Ausbildungs- und Forschungssubventionen und Food Services, bewältigt werden, und andererseits mit Hilfe strategischer Komplementaritäten.

Es wird argumentiert, dass Investitionen der Firmen in R&D eng verbunden sind mit Entscheidungen der Arbeiter für Ausbildung, und dieses wiederum eng verbunden ist mit der Vulnerabilität dieser Individuen, bzw. der Ökonomie. Die beiden Investitionsformen, Investitionen in R&D und Investitionen in Ausbildung, zeigen pekuniäre Externalitäten und sind strategische

¹¹ Die Formulierung „vulnerable to poverty“ wurde von Houghton und Khandker (2009), S. 231 ff., verwendet. In Anlehnung daran, ist die Formulierung „vulnerable to growth“, passend zum Modellthema, gewählt worden.

Komplemente.¹² Genauso können auch strategische Komplementaritäten zwischen Humankapital und Vulnerabilitätsreduktion aufgezeigt werden, und es können strategische Komplementaritäten zwischen nicht konventioneller R&D und Vulnerabilitätsreduktion identifiziert werden.

Die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Universität Paderborn hat in ihrem Jahresbericht 2010/11 das globale Wachstum unter dem Aspekt von R&D-Teams und Humankapital, als Erfolgsfaktor, und deren Verbindung zur Vulnerabilität in Shenzhen erforscht.¹³ Diehl und Schweickert (1997) haben Daten zur ökonomischen Wachstumslage Chinas untersucht, in denen es um China an der Schwelle zu einer Marktwirtschaft ging. Azariadis und Drazen (1990) haben den theoretischen Hintergrund zu dieser Schwellendiskussion geliefert. Auch in Sub-Sahara Afrika wurden Humankapital und R&D in Verbindung mit Vulnerabilität gebracht, speziell wie Organisationsökologie und hohes Wachstum einhergehen. Dies untersuchte ein Forschungsprojekt der Agrarökonomie, der Humboldt Universität Berlin mit den Inhalten: Sub-Sahara Afrika, Tansania, Kleinbauern, Adaption, Klimawandel, Vulnerabilität und Risiko, in Verbindung mit der Steigerung des Wachstums. Zur Förderung von Wachstums-, Entwicklungs- und Umweltzielen ist es wichtig, zu verstehen, wie man Vulnerabilität je nach Region, sowie infrastrukturellen und landwirtschaftlichen Bedürfnissen, bewältigen kann, durch Investitionen in landwirtschaftliche R&D, eingeschlossen die Humankapitalentwicklung. Humankapital wird von außen rekrutiert und innerhalb der Unternehmen ausgebildet. Die Unternehmen werden zur Implementierung wachstums- und innovationsfördernder Maßnahmen angehalten, um Vulnerabilität zu bewältigen. Wichtig sind nicht-landwirtschaftliche Aktivitäten, sogenannte „Non-Farm“-Aktivitäten, für das Wachstum der Ökonomie. Dort wird investiert,

¹² Siehe Redding (1996).

¹³ Siehe Gravemeyer, Stefan (2011).

und das Wachstum gesteigert. Städte und Regionen, wo Firmen ansässig sind, stellen eine wichtige Quelle für Wachstum und Beschäftigung dar. Es geht um die Entwicklung der Humanressourcen, Nachhaltigkeit, Vulnerabilität und den Zugang zu Diensten, wie Kredit und Versicherung. Dies zeigt der Index der Humankapitalintensität. Die Regionen, welche am meisten vulnerable sind, verfügen auch über das wenigste Humankapital. Das Forschungsprojekt „Vitalis-Vulnerabilität im Kontext“ hat u.a. Migration und R&D-Spillovers untersucht, sowie Personen mit einem hohen Humankapitalniveau identifiziert und definiert, und das rapide Wachstum in den 1970er und 1989er Jahren in Taipeh damit erklärt, in einer Region, in der Vulnerabilität vorherrschte. In den letzten zehn Jahren konnte man in den Entwicklungsländern einen positiven Wachstumsverlauf feststellen. Die durchschnittlichen Einkommenswachstumsraten waren ziemlich hoch, sogar substanziell höher als in Industrieländern, und die absolute Einkommensarmut ist substanziell gesunken.¹⁴ Während viel von dem Erfolg verbunden ist mit speziell hohen Wachstumsraten in einigen asiatischen Ökonomien, wie China, Indien, Indonesien und Vietnam, sind in der Mehrheit der Länder aller Regionen die substanziellen Pro-Kopf-Wachstumsraten mit Vulnerabilitätsreduktion verbunden. Sogar in Sub-Sahara-Afrika ist das Wachstum höher gewesen als in reichen Ländern, und die Vulnerabilität ist gesunken, wenn auch nur langsam und von einem hohen Niveau.¹⁵ Aufgrund der zahlreichen empirischen Belege soll in diesem Modell die Verbindung von Vulnerabilität, strategischer Komplementarität zwischen Humankapital und R&D, sowie Wachstum aufgezeigt werden.

Strategische Komplementarität bedeutet nach Cooper und Haltiwanger (1993), dass die optimale Handlung eines Individuums eine ansteigende

¹⁴ Siehe auch Chen und Ravallion (2010) und Klasen und Waibel (2013).

¹⁵ Siehe auch Bourguignon et al. (2008) und Klasen und Waibel (2013).

Funktion der Handlungen der anderen sei.¹⁶ Cooper und Haltiwanger (1993) legen den Schwerpunkt auf makroökonomische Komplementaritäten, so dass die optimale Wahl eines Individuums eher ansteigt, wenn einige Maßgrößen des aggregierten Zustandes der Ökonomie ansteigen, als wenn Aktionen eines einzigen Individuums steigen. Komplementarität bedeutet nach Cooper und Haltiwanger (1993), wenn (n-1) Individuen mehr arbeiten, tut es auch das n-te Individuum. Wie sieht dieser „Social Multiplier“ aus? Ein Individuum gibt das Wissen diesbezüglich weiter und trägt dadurch zu dessen Verbreitung bei. Diese Interaktion kann aggregierte Phänomene generieren, wie die Existenz multipler Gleichgewichte, und kann das Auftreten exogener Schocks in Stärke und Häufigkeit beeinflussen. Situationen, in denen Ökonomien gefangen sind in einem ineffizienten Gleichgewicht, können erklärt werden durch multiple Gleichgewichte, welche bei strategischen Komplementaritäten auftreten können, und begleitet werden von der Existenz positiver Spillover.¹⁷ Dieses ist ein Gleichgewicht mit niedrigem Ausbildungs- und Qualitätsniveau.¹⁸ Cooper und Haltiwanger (1993) stellen Modelle mit statischen Komplementaritäten vor, wie bei Cooper und John (1988), die strategische Komplementarität betonen und Modelle mit dynamischen Komplementaritäten, welches sie im Rahmen von Produktionsexternalitäten analysieren, wobei eine dynamische Komplementarität als Parameter im Exponenten des Outputs einer Produktionsfunktion auftaucht.¹⁹ In der bisherigen Literatur wurde die Evidenz von Komplementaritäten in Produktionsexternalitätenmodellen²⁰, in Such- und „Matching“-Modellen²¹,

¹⁶ Siehe Cooper und Haltiwanger (1993), S.1, sowie Cooper und John (1988) bezüglich strategischer Komplementarität in makroökonomischen Modellen.

¹⁷ Siehe Cooper und Haltiwanger (1993), S. 1 ff..

¹⁸ Siehe Redding (1996).

¹⁹ Siehe Cooper und Haltiwanger (1993), S. 4 ff..

²⁰ Es existieren zahlreiche Beiträge zu Komplementaritäten, wie Bryant (1983), Weil (1989), Durlauf (1991), die Komplementaritäten in Form einer Externalität in den Produktionsprozess integriert

sowie in Multi-Sektor-Modellen mit unvollständiger Konkurrenz²² aufgezeigt. Cooper und Haltiwanger (1993) haben die Implikationen dieser Modelle miteinander verbunden. Ihre Betonung liegt dabei auf der Rolle von Komplementaritäten in aggregierten Schwankungen mit hohen Frequenzen. Komplementaritäten können nach Cooper und Haltiwanger (1993) für geringe Unterschiede in Wachstumsraten der Länder verantwortlich sein, was die Wachstumsleistung von Komplementaritäten unterstreicht. Cooper und John (1988) haben strategische Komplementaritäten in statische Interaktionen in makroökonomischen Modellen untersucht. Spieltheoretische Betrachtungen dazu lieferten Vives (1990), sowie Milgrom und Roberts (1990). Desweiteren hatte Redding (1996) in einem dynamischen Modell endogenen Wachstums, bei der Diskussion strategischer Komplementaritäten, den Schwerpunkt auf die Wachstumsleistung der Akkumulation von „Skills“ gelegt hat.²³ Es wurde empirische Evidenz nachgewiesen, dass nicht nur jeweils R&D und Humankapital Wachstum erklären können, sondern, dass die Anreize in beides zu investieren, voneinander abhängig sind. Weiterführend beschäftigte sich eine Vielzahl von Beiträgen mit dynamischen Implikationen von Komplementaritäten, wie Cooper und Haltiwanger (1993), die Theorie und empirische Evidenz von makroökonomischen Komplementaritäten aufgezeigt haben, sowie Cooper und John (1993). Cooper und Haltiwanger (1993), haben, basierend auf Bryant (1983), eine dynamische Komplementarität in Form einer Externalität in den Produktionsprozess integriert, sodass Steigerungen im Niveau von Aktivitäten aller anderen Individuen, die Produktivität eines repräsentativen Individuums erhöhen. Sie legen den

haben, derart dass, wenn $n-1$ Individuen das Niveau ihrer Aktivitäten erhöhen, tut es auch das n -te Individuum und erhöht die Produktivität.

²¹ Siehe auch Diamond (1982), Howitt (1985), sowie Howitt und McAfee (1988).

²² Siehe dazu Hart (1982), Weitzman (1982), Heller (1986), sowie Kiyotaki (1988).

²³ Siehe auch Steedman und Wagner (1989), sowie Finegold und Soskices (1988), bezüglich der Wachstumsleistung von „Skills“.

Schwerpunkt auf makroökonomische Komplementaritäten, wobei Redding (1996) den Schwerpunkt auf die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und R&D gelegt hat. Der Beitrag des Modells Vulnerabilität und Komplementaritäten liegt in der Kombination der beiden Komplementaritäten, der strategischen und der makroökonomischen Komplementarität. Zudem wird hier die makroökonomische Komplementarität nicht als Produktionsexternalität integriert, sondern bei der Ausbildungsproduktivität und bei den R&D-Innovationen, also direkt beim Humankapital und bei der R&D, um beide Wachstumsmotoren direkt zu aktivieren. Redding (1996) konzentriert sich hingegen auf „Skills“, da im „Low Growth“-Gleichgewicht nicht in R&D investiert wird. Der dritte Beitrag des Modells zur Literatur liegt in der Verbindung von Vulnerabilität und Komplementaritäten, was eine Verbindung von Mikro- und Makroökonomie zur Folge hat. Bisher wurde Vulnerabilität nur mikroökonomisch betrachtet, durch die Verbindung zur Makroökonomie jedoch, ergibt sich auch eine makroökonomische Betrachtungsweise von Vulnerabilität, aufgrund wachstumstheoretischer Überlegungen. Zudem handelt es sich bei Vulnerabilität und Komplementaritäten auf den ersten Blick um zwei gegensätzliche Bereiche, die miteinander kombiniert werden, was als eine Absurdität von Gegensätzlichkeiten erscheinen könnte. Mit Vulnerabilität verbindet man Schwäche, den Verfall des Wohlbefindens, mit Komplementaritäten verbindet man Wachstum, da die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und Forschung, welche beide als Wachstumsmotoren agieren, das ökonomische Wachstum erhöht, genauso wie makroökonomische Komplementaritäten durch ihre Dynamik ökonomisches Wachstum erhöhen. Das Modell soll zeigen, dass Vulnerabilität auch eine Herausforderung sein kann, und man aus der Schwäche Vulnerabilität Nutzen ziehen kann und einen Gewinn (=Wachstum), indem Vulnerabilität reduziert wird und

ökonomisches Wachstum erhöht wird, und die vulnerable Ökonomie am Ende gewinnt. Vulnerable Systeme können in Verbindung mit Komplementaritäten „antifragil“²⁴ sein, d.h. aus einer Schwäche heraus gewinnen, und sogar besser werden, indem sie im ökonomischen Wachstumsprozess aufholen.

Das Modell ist wie folgt aufgebaut. Nach der Darstellung der Modellannahmen in 2.2 und einer Gleichgewichtsanalyse in 2.3, gilt es zu prüfen, ob die Modellökonomie unter Einbezug von Vulnerabilität in der Lage ist, die Schwelle zu überwinden, um von einem Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität zu gelangen, und welche Kräfte diese Bewegung generieren, dies wird in Punkt 2.6 diskutiert. Wann kommt es zu einer Reduktion von Vulnerabilität? Welche Funktion wird bestimmten Verhaltensparametern, wie der exogenen Abschreibungsrate des Humankapitals, eingeräumt? Und wie wirkt ein Parameter der Vulnerabilitätsreduktion im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität,²⁵ wie bei Cooper und Haltiwanger (1993), auf die Größen und Parameter des Modells, sowie speziell auf die beiden Wachstumsmotoren Humankapital und Forschung? Die relevanten Politikmaßnahmen werden in Punkt 2.7 vorgestellt, Schlussfolgerungen und eine kritische Würdigung runden die Arbeit ab. Weitere Erläuterungen diesbezüglich, sowie die Folgen strategischer und makroökonomischer Komplementarität, zeigt nachstehende Modellanalyse.

²⁴ Zum Begriff von Antifragilität siehe Taleb (2013).

²⁵ Eine makroökonomische Komplementarität, wie sie bei Cooper und Haltiwanger (1993) im Rahmen eines Produktionsexternalitätenmodells verwendet wird, die auch als dynamische Komplementarität bezeichnet wird. Siehe Cooper und Haltiwanger (1993), S. 4 ff..

2.2 Modell

Im Folgenden wird ein Modell mit Vulnerabilität in Anlehnung an Redding (1996) vorgestellt, welches selber ein integratives Modell aus den Modellen von Acemoglu (1994) und Aghion und Howitt (1992) darstellt.²⁶ Das integrative Modell einer wachsenden Ökonomie über strategische Komplementaritäten von Redding (1996) wird abgewandelt, indem Vulnerabilität und makroökonomische Komplementaritäten ins Modell integriert werden.

Es handelt sich um eine geschlossene Zwei-Sektoren-Ökonomie, bestehend aus einem Landwirtschaftssektor und einem Produktionssektor, der Fabrikgüter produziert. Beide sind in der Lage, Forschung zu betreiben. Es ist ein Zwei-Perioden-OLG-Modell, ein intertemporales Modell unter Unsicherheit bezüglich Ertragsraten aus Boden, Getreide und Vieh, und bezüglich zukünftiger Löhne. Die Individuen sehen sich in beiden Perioden der Wahrscheinlichkeit gegenüber, dass ein kovariater Schock die Ökonomie trifft.²⁷ Vulnerabilität kann reduziert werden, z. B. durch Forschungskredite bei Unternehmen und durch staatliche Ausbildungsförderung bei Haushalten, indem ein Parameter der Vulnerabilitätsreduktion, im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität²⁸, einmal bei den Unternehmen im Exponenten des Parameters für den Umfang der Innovationen und einmal bei den Haushalten im Exponenten des Ausbildungsproduktionsparameters eingebaut wird.

²⁶ Das Modell von Acemoglu (1994) ist ein Modell der Kapitalakkumulation mit Arbeitsmarktanalyse, und das Modell von Aghion und Howitt (1992) ist ein „Quality-Ladder“-Modell der R&D-Forschung.

²⁷ Wie ist der Schock verteilt? Wäre $\varepsilon = 0$ (nie der Fall), wäre das Humankapital der zweiten Periode unendlich groß. Sinkt ε , steigt das Humankapital. Ein niedriges ε ist vorteilhaft und wünschenswert, weil das Humankapital dann hoch ist. Die Gegenwart des Eintretens eines kovariaten Schocks wäre gut zu bewältigen, da Individuen mehr Humankapital akkumulieren würden, und so ein größerer Schutz für die Individuen gegenüber Vulnerabilität bestehen würde.

²⁸ Makroökonomische Komplementarität kann aggregierte Phänomene, wie multiple Gleichgewichte, generieren und Schocks in Stärke und Häufigkeit beeinflussen.

Die Generationen sind mit t indexiert. Diese wiederum bestehen aus einem Kontinuum von Arbeitern (Landarbeiter und Fabrikarbeiter), indexiert mit l der Masse L (auf Eins normiert), und einem Kontinuum von Unternehmern, indexiert mit i der Masse N (auf Eins normiert). Die Zeit ist indexiert mit τ , und jede Periode ist eine Zeiteinheit lang. In der ersten Periode findet Ausbildung statt, wofür die Individuen den Bruchteil Zeit ϑ verwenden, und den Bruchteil Zeit $(1 - \vartheta)$ verwenden sie für Arbeit. Die Unternehmen forschen in der ersten Periode, in der zweiten Periode haben sie einen Mitarbeiter, der den Output des jeweiligen Unternehmens produziert. Jedes Unternehmen ist mit einem Arbeiter zufällig verbunden, sog. „Matching“-Verträge²⁹.

2.2.1 Präferenzen

Die Individuen sind risikoavers. Die Risikoaversion hängt vom Konsumniveau ab. Empirisch betrachtet, sind arme Individuen risikoaverser als weniger arme Individuen. Dieser Sachverhalt wird mit einer isoelastischen Nutzenfunktion korrekt dargestellt:

$$U(c) = \frac{c^{1-\theta}}{1-\theta}, \quad \text{für } c > 0. \quad (1)$$

Der Exponent θ wird derart gewählt, dass gilt $\theta > 0$, $\theta \neq 1$.³⁰ θ entspricht dem Grad der relativen Risikoaversion, da $A(c) = \theta / c$ und $R(c) = \theta$ für alle c . Dieses Set an Präferenzen zeigt eine sinkende absolute Risikoaversion und eine konstante relative Risikoaversion. Deshalb zählen diese Nutzenfunktionen zur Klasse der Präferenzen mit konstanter relativer Risikoaversion (CRRA). Diese Klasse von Nutzenfunktionen eliminiert jegliche

²⁹ Zu „Matching“-Verträgen siehe Reding (1996) und Acemoglu (1994).

³⁰ Fall $\theta = 1$ ist hier ausgeschlossen, sonst würde das Set aller CRRA-Nutzenfunktionen vervollständigt werden um $u(c) = \ln(c)$, mit $R(c) = 1$, für alle c . Siehe Eeckhoudt, Gollier und Schlesinger (2005), S.21.

Einkommenseffekte, wenn Entscheidungen bezüglich des Risikos getroffen werden, dessen Umfang proportional zum Konsumniveau eines Individuums ist. Die isoelastische Form wird benötigt, damit die Ökonomie gegen einen Gleichgewichtspfad konvergiert. Im isoelastischen Fall ist der Koeffizient der Risikoaversion θ konstant und unabhängig vom Konsum. Die relative Änderung der Risikoaversion ist unabhängig vom Niveau auf dem das Individuum konsumiert. Es handelt sich um eine konstante relative Risikoaversion.³¹ Empirisch betrachtet, liegt $\theta \in (0,10)$ wahrscheinlich zwischen 1,5 und 2. Trotz der Annahme vernünftiger und vorausschauender Individuen fehlt in diesem Modell die Sparentscheidung. Die Individuen sind nicht in der Lage, zu sparen.³²

Der erwartete Lebensnutzen gemäß der Erwartungsnutzentheorie lautet:

$$E(u(c_t)) = c_{1,t} + \left(\frac{1}{1+\rho}\right) E(u(c_{2,t})).$$

Die intertemporale Budgetrestriktion unter Unsicherheit des Haushalts ist:

$$Y = w_{1,t}(i)(1 - \vartheta)h_{1,t} + w_{2,t}(i)h_{2,t} - c_{1,t} - \left(\frac{1}{1+\rho}\right)E(c_{2,t}),$$

³¹ Das relative Maß ist wichtig, denn es ist empirisch evident, dass je ärmer die Individuen sind, desto relativ risikoaverser sind sie, d.h. sie sind bereit, überproportional zu ihrem Konsum, etwas herzugeben, um das Risiko zu minimieren. Das Arrow-Pratt-Maß der relativen Risikoaversion lautet, $RRA(x) = ARA(x) \times x = -u''(x)/u'(x) \times x$. Es entspricht der Nutzenelastizität des möglichen Einkommens, die Risikobereitschaft ändert sich je nach möglichem Einkommen. Bei einer konstanten relativen Risikoaversion (gilt für isoelastische Nutzenfunktionen), hingegen, wird das Individuum seine Risikoentscheidung nicht ändern, wenn sich die Einkommen ändern. Die Individuen sind vernünftig und vorausschauend und würden Vorsichtssparen bevorzugen (im isoelastischen Fall ist der konstante Grad der relativen Prudence $\theta + 1$), d.h. Unsicherheit über zukünftige Einkommen lässt Individuen mehr sparen. In diesem Modell fehlt jedoch die Möglichkeit des Sparens. Die fehlende Möglichkeit, sich gegen Vulnerabilität zu schützen, würde diese erhöhen. Siehe Eeckhoudt, Gollier und Schlesinger (2005).

³² Die Sparentscheidung würde sich folgendermaßen gestalten: Die Konsumenten entscheiden, wie viel sie zum Zeitpunkt $t = 1$ sparen wollen, um ihren erwarteten Lebensnutzen zu maximieren: $\max V(s) = u_1(y_1 - s) + E u_2((1-r)s + y_2)$. Optimales Sparen unter Unsicherheit wird mit s^* bezeichnet. Die Bedingung erster Ordnung für s^* lautet: $u'_1(y_1 - s^*) = (1 + r) E u'_2((1+r)s^* + \tilde{y}_2)$. Die Bereitschaft zu sparen wird bestimmt durch den erwarteten Grenznutzen zukünftigen Konsums. Die Individuen sparen mehr unter Unsicherheit. Dies wird als „precautionary“ –Motiv fürs Sparen bezeichnet, und es beruht auf dem „prudent“ Verhalten. Siehe Eeckhoudt, Gollier und Schlesinger (2005).

Bei Haushaltsoptimierung unter Unsicherheit im isoelastischen Fall ist die Eulergleichung bei Sicherheit um Erwartungswert und Kovarianzen der Argumente Humankapital und Konsum zu ergänzen. Die Individuen entscheiden zwischen Konsum und Humankapitalakkumulation, es handelt sich um einen Tradeoff zwischen Konsum und Humankapitalakkumulation.

2.2.2 Humankapital

Desweiteren identifiziert man einen intertemporalen Spillover des Humankapitals (Lucas (1988)),³³ d.h. die Individuen erben bei der Geburt einen Humankapitalbestand von der vorangegangenen Generation (Redding (1996)). Wissen wird im Modell mit Vulnerabilität über die Erziehung weitergegeben, „weitervererbt“, durch das Aufwachsen in der Familie, durch die Art zu sprechen. Innerhalb der Subsistenzwirtschaft bauen die Familienmitglieder ihr Feld an und lernen so von den Erfahrungen und dem Wissen der älteren Familienmitglieder.

Das Humankapital der ersten Periode eines Arbeiters l der Generation t , ist gegeben durch:

$$h_{1,t}(l) = (1 - \delta) H_{2,t-1}. \quad (2)$$

δ ist die exogene Abschreibungsrate des Humankapitals über die Generationen, σ ist der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion.

³³ Lucas (1988) zeigt, dass die Zeitallokation eines Individuums in der gegenwärtigen Periode seine Produktivität oder sein Humankapital in zukünftigen Perioden beeinflusst, bzw. integriert ins Lucas-Modell heißt das, die Art, wie Humankapitalniveaus gegenwärtige Produktivität beeinflussen, und die Art, wie gegenwärtige Zeitallokation die Humankapitalakkumulation beeinflusst. Vgl. Lucas (1988), S.17 ff.. Übertragen auf das Modell mit Vulnerabilität bedeutet das: Der Humankapitalbestand der vorangegangenen Generation beeinflusst das Humankapitalniveau der zukünftigen Generation.

Die exogene Abschreibungsrate des Humankapitals δ ist ein Verhaltensparameter, der bei Änderung, Kräfte generiert, welche eine Bewegung von einem zum anderen Gleichgewicht bewirken können, wodurch die Schwelle überwunden werden kann. Durch Sinken von δ , steigt die Humankapitalakkumulation und der Humankapitalbestand der zweiten Periode, und damit das Wachstum der Ökonomie. Humankapital ist ein Wachstumsmotor.

Die Kosten der Humankapitalakkumulation, bzw. die Opportunitätskosten sind die durch Humankapitalakkumulation entgangenen Einkommen.

$H_{2,t-1}$ ist der aggregierte Humankapitalbestand der zweiten Periode der Generation t-1

$$H_{2,t-1} = \int_0^1 h_{2,t-1}(l) dl. \quad (3)$$

Verwenden die Arbeiter einen Bruchteil der Zeit der ersten Periode für Ausbildung oder Schulbildung, können sie ihren Humankapitalbestand der zweiten Periode erhöhen. Diesen Bruchteil ϑ , $0 \leq \vartheta \leq 1$, der Periode 1, den die Arbeiter für Schulbildung, bzw. für Humankapitalakkumulation aufwenden können, bestimmen die Arbeiter bei der Geburt, das ist ihr Eintritt ins potenzielle Erwerbsleben.³⁴ Der restliche Bruchteil Zeit $(\vartheta - 1)$ wird über beide Perioden für Produktion aufgewendet. Widmet ein Arbeiter in Periode 1 den Bruchteil ϑ der Ausbildung, erwirbt er in Periode 2 folgenden Humankapitalbestand,

$$h_{2,t} = (1 + \gamma \vartheta^\pi) h_{1,t}, \quad 0 < \pi < 1, \quad 0 \leq \vartheta \leq 1, \quad \gamma > 0, \quad (4)$$

wobei γ und π die Parameter für die Produktivität der Ausbildungstechnologie sind. Je größer der vererbte Humankapitalbestand $h_{1,t} = ((1 - \delta) H_{2,t-1})$ ist,

³⁴ Siehe Redding (1996), S. 460.

desto produktiver sind Investitionen in Humankapitalakkumulation, was auf intertemporale Spillover zurückzuführen ist.

2.2.3 Produktion

Das Modell mit Vulnerabilität weist zu Beginn konstante Skalenerträge auf. Erst mit Wirkung der strategischen Komplementarität zwischen Humankapital und Forschung zeigt das Modell steigende Skalenerträge. Die Produktionsfunktion mit konstanten Skalenerträgen, mit der jeder Unternehmer einen homogenen Endprodukt-Output y produziert:

$$y_{j,t}(i) = A_{j,t}(i)h_{j,t}, \quad j = 1, 2, \quad (5)$$

$A_{j,t}$ ist die Produktivität oder Qualität der Technologie, die vom Unternehmer i in Periode j eingesetzt wird. $h_{j,t}$ ist das Humankapital pro Kopf der Periode j des Arbeiters beschäftigt bei Unternehmer i . Der Endprodukt-Output wird als Numeraire gewählt. Es gilt daher $p_t=1$, für alle t . Die Arbeitsproduktivität ist eine Funktion des Humankapitals.

2.2.4 Forschung

Die Qualität des Endprodukt-Outputs könnte erhöht werden, indem Unternehmer in R&D investieren. Die Unternehmer entscheiden zu Beginn von Periode 1, welchen Bruchteil α des Outputs, sie in R&D investieren. Während der ersten Periode findet Forschung statt, und ab der zweiten Periode realisieren die Unternehmer die Unsicherheit bezüglich der Kapitaleinkommen und bezüglich der Humankapitalakkumulation, was sich auch auf die Planung neuer Forschungsprojekte auswirkt. Forschungswissen

diffundiert in alle Unternehmen. In der Forschung existiert der Fall fixer Kosten, da R&D mit hohen Ausgaben verbunden ist, die getätigt worden sind und nicht rückgängig gemacht werden können („Sunk Costs“) und durch Nichtteilbarkeiten charakterisiert wird. Um eine Forschungseinrichtung zu produzieren, ist ein fixer Bruchteil α' der Periode 1 erforderlich, welcher Innovationen entsprechend einer stochastischen Produktionstechnologie erbringt. Es gilt:³⁵

$$\mu = 0, \text{ falls } \alpha < \alpha', 0 < \alpha' < 1 \text{ und}$$

$$\mu = \varphi, \text{ falls } \alpha \geq \alpha', 0 < \varphi < 1. \quad (6)$$

μ ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Innovation am Ende der ersten Periode auftritt, auch genannt Poissonwahrscheinlichkeit. Ist der Bruchteil der ersten Periode $\alpha \geq \alpha'$, erbringt ein Unternehmer erfolgreich Innovationen mit Wahrscheinlichkeit φ . Gilt jedoch $\alpha < \alpha'$, ist die Wahrscheinlichkeit des Forschungserfolges gleich Null. Die Poissonwahrscheinlichkeit zeigt, wie viel R&D in Innovationen und Erfindungen umgesetzt werden. Der Umfang der Innovationen ist $\lambda > 1$, auch Poisson-Auftrittsrate genannt, gemäß Aghion und Howitt (1992).³⁶

In Periode 1 werden alle Unternehmer die gleiche Technologie einsetzen, aufgrund der Spillover technologischen Wissens. $A_{1,t} = \lambda^m$ ist die Qualität der Technologie aus Periode 1, die von Unternehmern der Generation 1 eingesetzt wird, wobei die Startqualität A_0 auf Eins normiert wird, und m ist die Anzahl der Innovationen, die aufgetreten sind. Man kann die Technologien als Stufen auf einer „Qualitätsleiter“ ansehen, sie sind indexiert mit m ($m = 0, \dots, \tilde{m}$), wobei \tilde{m} die Stufe der höchsten Qualität der Technologie ist.

³⁵ Siehe Redding (1996), S. 461.

³⁶ Siehe Aghion und Howitt (1994), S. 327, S. 334 ff. und Redding (1996), S. 461.

Entsprechend der Verteilung der Forschungserfolge, werden Technologien in Periode 2 über die Unternehmer variieren. Die Technologie des Unternehmers i wird indexiert mit $m(i)$.³⁷

2.2.5 Lohnbestimmung

Desweiteren wird der Lohn bestimmt. Arbeiter und Unternehmer sind zufällig passend zusammengetroffen, sodass kein Unternehmer und kein Arbeiter ohne ein Arbeitsverhältnis sind. Ein konstanter Anteil $(1 - \beta)$ b.z.w. β beschreibt den Überschuss³⁸ aus einem Arbeitsverhältnis, das zwischen Arbeiter und Unternehmer aufgeteilt wird. Demnach ist der Lohn pro Einheit Humankapital aus Periode j , den ein Arbeiter des Unternehmers i erhält, gegeben durch die Aushandlungsregel

$$\omega_{j,t}(i) = \beta A_{j,m}(i). \quad (7)$$

Der Lohn spiegelt die Produktivität wieder. Werden Produktivitätszuwächse von Arbeitern und Unternehmern erwartet, werden diese Erwartungen bei Lohnverhandlungen berücksichtigt. Die Löhne hängen vom erwarteten Produktivitätsniveau ab. Beobachtungen deuten daraufhin, dass die Löhne *ceteris paribus* so festgesetzt werden, dass sie Produktivitätsgewinne über die Zeit widerspiegeln.³⁹ Alle Unternehmen bevorzugen in Periode 1 die gleiche Technologie. Die Arbeiter müssen eine Erwartung über ihren Lohn der

³⁷ Siehe Redding (1996), S. 461 und Aghion und Howitt (1992), S. 327 ff..

³⁸ Diese Annahme könnte auch von Bedeutung sein bei Nashverhandlungen zwischen Arbeitern und Unternehmern.

³⁹ Man muss sich die Lohnverhandlungen folgendermaßen vorstellen: Arbeiter und Unternehmer setzen den Lohn so fest, dass sie, der (erwarteten) Produktion entsprechend, ihrer relativen Verhandlungsmacht unter sich aufteilen. Falls beide Seiten einen Produktivitätszuwachs und somit eine Produktionserhöhung erwarten, wird sich dies in der Lohnvereinbarung widerspiegeln. Edmund Phelps hat in seinem Buch „Structural Slumps“ (1994) über den Einfluss der Produktivität auf die Lohnvereinbarungen geschrieben.

zweiten Periode bilden, wenn sie sich entscheiden, welchen Bruchteil ihrer Zeit der Periode 1 sie für Humankapitalakkumulation verwenden wollen. Der erwartete Lohn der zweiten Periode hängt vom erwarteten Bruchteil der Investitionen des Unternehmers ab, bei welchem mit Erfolg Innovationen auftreten, da jeder Arbeiter mit derselben Wahrscheinlichkeit einen zu ihm passenden Unternehmer trifft, bzw. mit derselben Wahrscheinlichkeit mit einem Unternehmer verbunden ist. Der erwartete Bruchteil der Unternehmer, welche erfolgreich Innovationen hervorbringen, ist μ . Da ein Kontinuum von Unternehmern der Masse N existiert, von denen jeder seine Innovationen mit der Poissonwahrscheinlichkeit μ tätigt, gilt:⁴⁰

$$E(\omega_{2,m}(i)) = \beta E A_{2,m}(i) = \beta (\mu \lambda + (1-\mu)) A_{1,m}. \quad (8)$$

Der Erwartungswert des Lohnes der zweiten Periode⁴¹ ist gleich dem Produkt aus konstantem Anteil am Überschuss und Erwartungswert der Technologiequalität der zweiten Periode⁴², und dieses ist gleich dem Produkt aus konstantem Anteil am Überschuss, der Qualität der Technologie der ersten Periode auf der Qualitätsleiter und der Summe aus den beiden Investitionsanteilen mit $\mu \lambda =$ Investitionen der Unternehmen in R&D (mit $\lambda =$ Rate des Auftretens der Innovationen) und $(1-\mu) =$ Investitionen der Arbeiter in Humankapital. Es besteht eine direkte, wechselseitige Beeinflussung zwischen den Investitionen der Unternehmer in R&D und den Investitionen der Arbeiter in Humankapital. Aus gleicher Wahrscheinlichkeit der Arbeiter-Unternehmer-Kontrakte resultiert, dass das erwartete Einkommen eines Arbeiters mit einer bestimmten Humankapitalinvestition bedingt wird durch die durchschnittliche Investition der Unternehmer. Desweiteren ist dabei der

⁴⁰ Siehe Redding (1996), S. 462 und Acemoglu (1994), S. 12 f..

⁴¹ Hier $m(i)$ gewählt, da ab der zweiten Periode die Qualität der Technologie je Unternehmen variiert.

⁴² Es wurde wieder $m(i)$ gewählt, da Abhängigkeit vom jeweiligen Forschungserfolg der Unternehmen gegeben ist.

konstante Anteil jedes Arbeiters am totalen Überschuss β , abhängig von Kapitalniveau und Investitionen des Unternehmers. Die Gesamteinkommen sind nicht direkt mit dem Grenzprodukt verbunden, aber direkt mit dem Durchschnittsprodukt. Löhne und Kapitalertragsraten hängen nur vom Durchschnittsprodukt ab, da Suchunvollkommenheiten zu einer Lohnbestimmungsregel führen, bei der der Arbeiter einen Anteil β des totalen Überschusses erhält.⁴³ Folglich ist der Grenzertrag einer zusätzlichen Investitionseinheit proportional zum Durchschnittsprodukt. Es liegen pekuniäre, steigende Skalenerträge vor. Ein kleiner Anstieg in den Investitionen aller, stellt jeden Arbeiter und Unternehmer besser. Wenn die Arbeiter ihr Humankapitalinvestitionsniveau erhöhen, hat das einen direkten Einfluss auf das gewünschte R&D-Investitionsniveau aller Unternehmer. Und wiederum wird die Erhöhung der R&D-Investitionen des Unternehmens einen direkten Einfluss auf das gewünschte Humankapitalinvestitionsniveau aller Arbeiter haben. Über diesen Kanal kommt es zu pekuniären, steigenden Skalenerträgen und ebenso können geringere Humankapitalinvestitionen von Arbeitern und geringere R&D-Investitionen von Unternehmern einen negativen Einfluss auf ihre gewünschten Investitionsniveaus zur Folge haben.⁴⁴

⁴³ Nach Acemoglu (1994) impliziert dies folgende Investitionsregeln: Die Humankapitalinvestition eines Arbeiters lautet $h_{t-1} = (\beta\mu(1-\delta)Ah_t^{\alpha-1} \int (z_t^i)^{1-\alpha} di)^{1/\gamma}$ und die Investition eines Unternehmers in R&D ist $e_{t-1} = ((1-\beta)(1-\mu)(1-\delta)A_{z_t}^{-\alpha}(h_t^i)^\alpha di)^{1/\gamma}$, mit z_t^i = Kapitalniveau, h_t^i = Humankapitalinvestition. Vgl. Acemoglu (1994), S. 13.

⁴⁴ Siehe Redding (1996), S. 462 und Acemoglu (1994), S. 12 f..

2.3 Gleichgewicht

Die allgemeine Gleichgewichtsanalyse zeigt die intertemporalen Maximierungsprobleme der Arbeiter und Unternehmer.

Das intertemporale Maximierungsproblem der vulnerablen Arbeiter ergibt den Gleichgewichtsbruchteil ϑ der Periode 1, der für Schulbildung oder Humankapitalakkumulation aufgewendet wird.

Unter der intertemporalen Budgetrestriktion

$$c_{1,t} + \left(\frac{1}{1+\rho}\right) E(c_{2,t}) \leq \beta A_{1,m}(h_{1,t}(1 - \vartheta)) + \left(\frac{1}{1+\rho}\right) E(\beta A_{2,m}h_{2,t}), \quad (9)$$

maximiert der vulnerable Arbeiter seine intertemporale Nutzenfunktion (1). Die Arbeitsproduktivität ist eine Funktion des Humankapitals.

Die Maximierung der intertemporalen Nutzenfunktion unter Unsicherheit erfolgt nach Lagrange, unter Berücksichtigung der Budgetrestriktion (9):

$$\begin{aligned} \max_{\vartheta} L = & u(c_{1,t}) + \left(\frac{1}{1+\rho}\right) E(u(c_{2,t})) + \lambda \left[\beta A_{1,m}(h_{1,t}(1 - \vartheta)) + \left(\frac{1}{1+\rho}\right) E(\beta A_{2,m}h_{2,t}) + \right. \\ & \left. c_{1,t} + \left(\frac{1}{1+\rho}\right) E(c_{2,t}) \right] \end{aligned} \quad (10a)$$

Unter Berücksichtigung von Gleichung (8) $A_{2,m} = (\mu \lambda + (1 - \mu)) A_{1,m}$ und Gleichung (4) $h_{2,t} = (1 + \gamma \vartheta^\pi) h_{1,t}$, d.h. durch Einsetzen von (8) und (4) für $A_{2,m}$ und $h_{2,t}$ in (10a), ergibt sich:

$$\begin{aligned} \max_{\vartheta} L = & u(c_{1,t}) + \left(\frac{1}{1+\rho}\right) E(u(c_{2,t})) + \lambda \left[(\beta A_{1,m}(h_{1,t}(1 - \vartheta)) + \right. \\ & \left. (\beta (\mu \lambda + (1 - \mu)) A_{1,m} (1 + \gamma \vartheta^\pi) h_{1,t}) + c_{1,t} + \left(\frac{1}{1+\rho}\right) E(c_{2,t}) \right] \end{aligned} \quad (11a)$$

Gesucht wird der Gleichgewichtsbruchteil ϑ der Periode 1, der von den vulnerablen Arbeitern für Schulbildung, bzw. für Humankapitalakkumulation aufgewendet wird. Die Bedingung erster Ordnung, abgeleitet nach ϑ , ergibt

den Gleichgewichtsbruchteil ϑ der Periode 1, angewendet für Humankapitalakkumulation. Dieser ist unabhängig vom geerbten Humankapitalbestand $(1-\delta)H_{2,t-1}$.

$$\frac{\partial L}{\partial \vartheta} = 0 \text{ ergibt: } \vartheta = \left[\pi \gamma (\mu \lambda + (1 - \mu)) / (1 + \rho) \right]^{1/(1-\pi)}, \text{ für } \vartheta > \vartheta^*. \quad (12a)$$

Proposition 1: Der Gleichgewichtsbruchteil ϑ wird beeinflusst von den Parametern π und γ , d.h. von der Humankapitalelastizität und der Ausbildungsproduktivität, sowie von der Innovationswahrscheinlichkeit μ und dem Umfang der Innovationen λ , aufgrund der strategischen Komplementarität.

Beweisskizze zu Proposition 1: Man betrachte Gleichung (12a) $\vartheta = \left[\pi \gamma (\mu \lambda + (1 - \mu)) / (1 + \rho) \right]^{1/(1-\pi)}$, daraus wird ersichtlich: Würde man davon ausgehen, dass $\pi, \gamma, \mu, \lambda$ den Gleichgewichtsbruchteil ϑ nicht beeinflussen, wäre Gleichung (12a) nicht erfüllt,

Wie würde sich der Gleichgewichtsbruchteil ändern, wenn sich die Haushalte absichern könnten gegen Vulnerabilität, z.B. durch staatliche Ausbildungsförderung?

Integriert man den Vulnerabilitätsreduktionsparameter σ im Exponenten von γ im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität, also γ^σ , um die Wirkung der staatlichen Ausbildungsförderung im Ausbildungsproduktivitätsparameter deutlich zu machen, ergibt sich bei Vulnerabilitätsreduktion durch staatliche Ausbildungsförderung der Haushalte folgendes Maximierungsproblem:

$$\max_{\vartheta} L = u(c_{1,t}) + \left(\frac{1}{1+\rho}\right) E(u(c_{2,t})) + \lambda \left[(\beta A_{1,m} (h_{1,t} (1 - \vartheta))) + (\beta (\mu \lambda^{\sigma} + (1 - \mu)) A_{1,m} (1 + \gamma^{\sigma} \vartheta^{\pi}) h_{1,t}) + c_{1,t} + \left(\frac{1}{1+\rho}\right) E(c_{2,t}) \right]. \quad (11b)$$

Der Gleichgewichtsbruchteil ϑ bei Vulnerabilitätsreduktion lautet:

$$\vartheta = \vartheta_{gV} = [\pi \gamma^{\sigma} (\mu \lambda^{\sigma} + (1 - \mu)) / (1 + \rho)]^{1/(1-\pi)}, \quad \text{für } 0 \leq \vartheta_{gV} \leq 1, \quad (12b)$$

wobei ϑ_{gV} den Gleichgewichtsbruchteil der Zeit aufgewendet für Humankapitalinvestition im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität darstellt.

Proposition 2: Wenn $\sigma \uparrow$ steigt, steigen $\gamma \uparrow$ und $\lambda \uparrow$, und damit steigt $\vartheta \uparrow$, d.h. die Individuen akkumulieren mehr Humankapital.

Beweisskizze zu Proposition 2: Man betrachte Gleichung (12b) $\vartheta = \vartheta_{gV} = [\pi \gamma^{\sigma} (\mu \lambda^{\sigma} + (1 - \mu)) / (1 + \rho)]^{1/(1-\pi)}$ daraus wird ersichtlich: Würde man davon ausgehen, dass $\pi, \gamma, \mu, \lambda$ den Gleichgewichtsbruchteil ϑ nicht beeinflussen, wäre die Gleichung (12b) nicht erfüllt. Es gilt: $[\pi \gamma (\mu \lambda + (1 - \mu)) / (1 + \rho)]^{1/(1-\pi)} < [\pi \gamma^{\sigma} (\mu \lambda^{\sigma} + (1 - \mu)) / (1 + \rho)]^{1/(1-\pi)}$, da $\lambda < \lambda^{\sigma}$ und $\gamma < \gamma^{\sigma}$ ist. Der Gleichgewichtsbruchteil der Zeit aufgewendet für Humankapitalinvestition ϑ im Gleichgewicht bei existierender Vulnerabilität, aber fehlender Vulnerabilitätsreduktion ist kleiner als der Gleichgewichtsbruchteil ϑ_{gV} bei Vulnerabilitätsreduktion im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität. Vulnerabilitätsreduktion erhöht demnach den Gleichgewichtsbruchteil ϑ .

Man beachte, dass ϑ auch von der Humankapitalelastizität π bestimmt wird. Ein größerer Wert von $H_{2,t-1}$ erhöht die Produktivität der Humankapitalinvestitionen, so erhöht dieser auch simultan die Opportunitätskosten der Ausübung dieser Investitionen (Lohn im privaten Sektor). Humankapitalinvestitionen der Arbeiter hängen stark davon ab, ob die Arbeiter erwarten, dass die Unternehmer in R&D investieren oder nicht. Unter

Berücksichtigung von (6), wo die beiden Fälle bezüglich der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Innovationen dargestellt wurden, einmal ist die Wahrscheinlichkeit von Innovationen gleich Null, wenn der Anteil des Outputs an R&D-Investitionen α kleiner ist als die fixen Kosten der Forschung α' , und einmal werden Innovationen erfolgreich mit der Erfolgswahrscheinlichkeit φ hervorgebracht, wenn der Anteil des Outputs an R&D-Investitionen α größer/gleich den fixen Kosten der Forschung α' ist, sowie unter Berücksichtigung von (12b) ergibt sich:⁴⁵

$$\begin{aligned} \vartheta &= \vartheta_{\varphi} = \vartheta_{gV} \equiv [\pi \gamma^{\sigma} (\mu \lambda^{\sigma} + (1 - \mu)) / (1 + \rho)]^{1/(1-\pi)}, & \text{falls } \alpha \geq \alpha' \text{ und} \\ \vartheta &= \vartheta_{hV} \equiv [\pi \gamma^{\sigma} / (1 + \rho)]^{1/(1-\pi)}, & \text{falls } \alpha < \alpha', \end{aligned} \quad (13)$$

wobei $\vartheta_{gV} > \vartheta_{hV}$. Im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität fehlt der Ausdruck für die strategische Komplementarität $(\mu \lambda^{\sigma} + (1 - \mu))$ wegen fehlender Forschung. Das Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität ist durch ein geringes Ausbildungs- und Qualitätsniveau gekennzeichnet. Im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität hingegen, findet Forschung statt, es gilt $\vartheta_{\varphi} = \vartheta_{gV}$. Das Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität ist durch ein hohes Ausbildungs- und Qualitätsniveau gekennzeichnet.

Proposition 3: Durch steigendes $\sigma \uparrow$, steigen $\gamma \uparrow$ und $\lambda \uparrow$ im Falle, dass die Unternehmen in R&D investieren ($\alpha \geq \alpha'$), und damit steigt auch $\vartheta \uparrow$. Im Falle, dass die Unternehmen nicht in R&D investieren ($\alpha < \alpha'$) und mit der bisher existierenden Technologie weiterproduzieren, kann nur γ^{σ} , im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität wirken, da λ^{σ} fehlt, wodurch sich ein geringerer Gleichgewichtsbruchteil ϑ im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität und fehlender Forschung ($\vartheta_{gV} > \vartheta_{hV}$) ergibt.

⁴⁵ Siehe Redding (1996), S. 462 f..

Beweisskizze zu Proposition 3: Folgende Ungleichung soll erfüllt sein: $[\pi \gamma^\sigma / (1 + \rho)]^{1/(1-\pi)} < [\pi \gamma^\sigma (\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu)) / (1 + \rho)]^{1/(1-\pi)}$. Da auf der linken Seite der Ungleichung keine strategische Komplementarität $(\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu))$ enthalten ist, und somit auch λ^σ auf der linken Seite der Ungleichung fehlt, ist diese Ungleichung erfüllt und, es gilt: $\vartheta_{hV} < \vartheta_{gV}$.

Argumentation zu Proposition 3: Man betrachte Gleichung (13). Im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität, fehlt der Ausdruck für die strategische Komplementarität $(\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu))$, die makroökonomische Komplementarität kann demnach im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität bei λ^σ nicht wirken, wodurch es bei mangelnder Forschung auch an Innovationen fehlt. Die makroökonomische Komplementarität kann nur bei γ^σ , dem Ausbildungsproduktivitätsparameter wirken, der das Humankapital erhöht. Folglich ist der Gleichgewichtsbruchteil Zeit, aufgewendet für Humankapitalinvestitionen, im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität geringer, als der Gleichgewichtsbruchteil im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität, da das Ausbildungs- und Qualitätsniveau im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität gering ist. Es wird mit der bestehenden Technologie weiterproduziert, und da es durch die fehlende strategische Komplementarität über R&D-Investitionen keine Ankurbelung der Humankapitalinvestitionen gibt, ist auch der Anteil des Humankapitalinvestitionen im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität geringer.

Man kann ϑ demnach erhöhen über eine Erhöhung von σ , wodurch γ und λ steigen. Die andere Möglichkeit, ϑ zu erhöhen, führt über eine Änderung von δ , die zu einer Änderung von π , der Humankapitalelastizität, führt und dies wiederum führt zu einer Änderung von ϑ .

Proposition 4: Eine Änderung von δ bewirkt eine Änderung von $h_{1,t}$, und dies bewirkt eine Änderung von ϑ^π .

Beweisskizze zu Proposition 4: Wie aus Gleichung (2) $h_{1,t} = (1 - \delta) H_{2,t-1}$ und Gleichung (4) $h_{2,t} = (1 + \gamma^\sigma \vartheta^\pi) h_{1,t}$ ersichtlich ist, beeinflusst δ den aggregierten Humankapitalbestand der vorangegangenen Generation $H_{2,t-1}$, geerbt von der gegenwärtigen Generation, und beeinflusst damit $h_{1,t}$, den Humankapitalbestand der ersten Periode der Generation t. Eine Veränderung von $h_{1,t}$ wirkt auf die Wachstumsrate des Humankapitals $(1 + \gamma^\sigma \vartheta^\pi)$ und verändert $h_{2,t}$, das Humankapital der zweiten Periode der Generation t. Aus Gleichung (4) ist ersichtlich, dass eine Veränderung von $h_{1,t}$ den Gleichgewichtsbruchteil der Zeit aufgewendet für Humankapitalinvestition ϑ^π , in der Wachstumsrate des Humankapitals beeinflusst.

Desweiteren lautet das intertemporale Maximierungsproblem der Unternehmer in Anlehnung an Redding (1996):

Die Unternehmer müssen entscheiden, ob sie in R&D investieren oder nicht. Bisher, haben sie mit einer bestehenden Technologie produziert, die einen Ertrag V ($Ertrag_{alt}$) erbracht hat. Falls Unternehmer in Forschung investieren wollen, gegeben die Forschungstechnologie (6), werden sie den fixen Bruchteil des Outputs der ersten Periode α' , in R&D investieren. Der erwartete Ertrag aus der Forschung, vor dem Hintergrund des guten Ereignisses, ist gegeben durch:

$$V (Ertrag_{gut}) = (1-\beta) \left[(1 - \alpha') (1 - \vartheta) + \left(\frac{1}{1+\rho} \right) (\varphi \lambda + (1 - \varphi)) (1 + \gamma \vartheta^\pi) \right] A_{1,m} h_{1,t}. \quad (14)$$

Es gilt: $V (Ertrag_{gut}) > V (Ertrag_{alt})$. Die Unternehmen können ihren Ertrag mit der neuen Technologie steigern, d.h. sie werden in R&D investieren.

Tritt jedoch das schlechte Ereignis mit positiver Wahrscheinlichkeit ein, müssen die Unternehmen nun vor dem Hintergrund des schlechten Ereignisses entscheiden, ob sie in R&D investieren wollen oder nicht. Falls die Unternehmer nicht in R&D investieren, und weiterhin die bisher existierende Technologie verwenden, erhalten sie den erwarteten Ertrag $V(\text{Ertrag}_{\text{schlecht}}) = V(0) = V(\text{Ertrag}_{\text{alt}})$. Es gilt:

$$V(\text{Ertrag}_{\text{schlecht}}) = (1-\beta) \left[(1-\vartheta) A_{1,m} h_{1,t} + \left(\frac{1}{1+\rho} \right) A_{1,m} (1 + \gamma \vartheta^\pi) h_{1,t} \right], \quad (15a)$$

Der Anreiz, in R&D zu investieren, ist gegeben durch $V(\text{Ertrag}_{\text{gut}}) - V(\text{Ertrag}_{\text{schlecht}})$, welcher entscheidend abhängig ist vom Gleichgewichtsbruchteil ϑ , b.z.w. den erwarteten Humankapitalinvestitionen der Arbeiter in Periode 1.⁴⁶

Bei Eintritt des schlechten Ereignisses werden die Unternehmen nicht mehr in R&D investieren, sie verwenden die bisherige Technologie weiter. Es findet in dieser Situation keine Forschung mehr statt. Die Unternehmen sind jedoch in der Lage, die gegenwärtige Vulnerabilität zu reduzieren. Dies wird verdeutlicht durch den Parameter σ im Exponenten, der im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität wirkt. Es gilt: $V(\text{Ertrag}_{\text{schlecht}}) < V(\text{Ertrag}_{\text{schlecht}})^\sigma$.

Die Unternehmer sind in der Lage, sich in Gegenwart des schlechten Ereignisses abzusichern, indem sie die Möglichkeit des Zugangs zum Kreditmarkt und Aufnahme eines Forschungskredites haben, wodurch sie Vulnerabilität reduzieren können. Der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion

⁴⁶ Siehe Redding (1996), S. 463.

σ , im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität im Exponenten von γ , wirkt auf die Parameter des Ertrags bei schlechtem Ereignis:

$$V(\text{Ertrag}_{\text{schlecht}}) = (1 - \beta) \left[(1 - \vartheta) A_{1,m} h_{1,t} + \left(\frac{1}{1+\rho} \right) A_{1,m} (1 + \gamma^\sigma \vartheta^\pi) h_{1,t} \right], \quad (15b)$$

D.h. im Falle, dass keine R&D-Investitionen getätigt worden sind, weil die Unternehmen es nicht als gewinnbringend ansehen, in R&D zu investieren, existiert bei Vulnerabilitätsreduktion erst einmal nur die Möglichkeit, γ zu erhöhen, über γ^σ , durch staatliche Ausbildungsförderung für den Mitarbeiter des Unternehmens (hier im Modell nur ein Arbeiter je Unternehmer), wodurch sich folgendes Ablaufschema ergibt: $\sigma \uparrow \rightarrow \gamma \uparrow \rightarrow \text{Humankapital} \uparrow \rightarrow$ und über die strategische Komplementarität steigen die R&D-Investitionen \uparrow , der Ertrag des Unternehmens verbessert sich, trotz Gegenwart des schlechten Ereignisses. Der Forschungskredit ermöglicht es den Unternehmen zudem, den Umfang der Innovationen wieder zu erhöhen, wodurch über ein steigendes $\sigma \uparrow$ durch Forschungsförderung, $\lambda \uparrow$, der Ertrag des Unternehmens steigt, es lohnt sich wieder in R&D zu investieren.

Die Vulnerabilität wird durch die Kreditaufnahme reduziert. $V(\text{Ertrag}_{\text{schlecht}})^\sigma$ steigt über die sich verselbstständigende Wirkung von σ , als makroökonomische Komplementarität, solange an, bis gilt:

$$V(\text{Ertrag}_{\text{schlecht}})^\sigma \geq V(\text{Ertrag}_{\text{gut}}). \quad (16)$$

Ist diese Ungleichung erfüllt, so investieren die Unternehmen wieder in R&D. Eine neue Technologie wird erforscht. Zudem steigt über die Wirkung der makroökonomischen Komplementarität im Exponenten von γ auch das Humankapital, und über die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und R&D, steigen dann auch die R&D-Investitionen, wodurch

sich ein doppelter Effekt auf R&D-Investitionen ergibt. Das Wachstum der Modellökonomie steigt durch Erhöhung der beiden Wachstumsmotoren.

Proposition 5: Durch σ ergibt sich ein doppelter Effekt auf R&D-Investitionen, einmal aufgrund der makroökonomischen Komplementarität im Exponenten von λ und γ , sowie aufgrund der strategischen Komplementarität zwischen Humankapital und R&D-Investitionen.

Argumentation zu Proposition 5: Der Gleichgewichtsbruchteil ϑ , und damit auch die erwarteten Humankapitalinvestitionen, werden vom Parameter der Vulnerabilitätsreduktion σ , im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität, beeinflusst, und somit beeinflusst σ auch den Anreiz, in R&D zu investieren, wodurch R&D-Investitionen dann steigen. Es ergibt sich eine Interaktion aus makroökonomischer Komplementarität und strategischer Komplementarität.

Die Unternehmen maximieren den R&D-Investitionsaufwand, also die Wahrscheinlichkeit, dass am Ende der 1.Periode mit Erfolg Innovationen aufgetreten sind, ausgedrückt durch μ , vor dem Hintergrund des Eintritts des schlechten Ereignisses. Es wird nach μ abgeleitet:

$$\max_{\mu} V = (1 - \beta)(1 - \alpha')(1 - \vartheta) + \left(\frac{1}{1 + \rho}\right) (\mu \lambda + (1 - \mu))(1 + \gamma \vartheta^{\pi}) A_{1,m} h_{1,t} \quad (17a)$$

$$\text{Aus } \frac{\partial V}{\partial \mu} = 0 \text{ folgt: } \frac{\partial V}{\partial \mu} = \left(\frac{1}{1 + \rho}\right) (\lambda (1 + \gamma \vartheta^{\pi})) \quad (18a)$$

Im Gleichgewicht lautet der R&D-Investitionsaufwand $\mu = \left(\frac{1}{1 + \rho}\right) (\lambda (1 + \gamma \vartheta^{\pi}))$.

D.h. je mehr Arbeiter in Ausbildung investieren, also je höher ϑ ist, desto mehr werden die Unternehmer in R&D investieren. Diese strategische

Komplementarität kann zu multiplen Gleichgewichten führen.⁴⁷ Es können zwei Gleichgewichte existieren: ein Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität, also geringem Ausbildungs- und Qualitätsniveau, auch als Entwicklungsfalle bezeichnet, sowie ein Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität, also hohem Ausbildungs- und Qualitätsniveau.

Proposition 6: Der R&D-Investitionsaufwand μ wird beeinflusst: 1.) durch den Umfang der Innovationen λ , und 2.) durch die Wachstumsrate des Humankapitals $(1 + \gamma^\sigma \vartheta^\pi)$, worin sich die strategische Komplementarität zeigt, d.h. der R&D-Investitionsaufwand wird auch von der Wachstumsrate des Humankapitals beeinflusst.

Beweisskizze zu Proposition 6: Aus Gleichung (18a) $\mu = \left(\frac{1}{1+\rho}\right) (\lambda (1 + \gamma^\sigma \vartheta^\pi))$ ist ersichtlich, welche Einflussfaktoren μ beeinflussen: Es handelt sich um λ und die Wachstumsrate des Humankapitals $(1 + \gamma^\sigma \vartheta^\pi)$. Eine Interaktion von Innovationsumfang und Wachstumsrate Humankapitals führt zu einer Änderung von μ . D.h. die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und R&D kann hier wirken und die R&D-Investitionen erhöhen.

Durch Forschungskredite für die Unternehmen und staatliche Ausbildungsfinanzierung für die Haushalte soll Vulnerabilität reduziert werden. Der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion σ im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität im Exponenten von γ und λ ist enthalten. Das Maximierungsproblem lautet:

$$\max_{\mu} V = (1 - \beta)(1 - \alpha')(1 - \vartheta) + \left(\frac{1}{1+\rho}\right) (\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu)) (1 + \gamma^\sigma \vartheta^\pi) A_{1,m} h_{1,t} \quad (17b)$$

⁴⁷ Aufgrund der strategischen Komplementarität ist es nicht notwendig, eine Thresholdexternalität in die Humankapitalakkumulation zu integrieren, um multiple Gleichgewichte und Entwicklungsfälle zu generieren. Siehe Aghion und Howitt (2009), S. 300 f..

$$\text{Aus } \frac{\partial V}{\partial \mu} = 0 \text{ folgt } \frac{\partial V}{\partial \mu} = \left(\frac{1}{1+\rho} \right) (\lambda^\sigma (1 + \gamma^\sigma \vartheta^\pi)) \quad (18b)$$

Der R&D-Investitionsaufwand im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität, in dem geforscht wird, lautet $\mu = \left(\frac{1}{1+\rho} \right) (\lambda^\sigma (1 + \gamma^\sigma \vartheta^\pi))$.

Proposition 7: Der R&D-Investitionsaufwand im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität wird folgendermaßen beeinflusst: Wenn $\sigma \uparrow$, steigen $\lambda \uparrow$ und $\gamma \uparrow$, wodurch $\mu \uparrow$. D.h., wenn $\sigma \uparrow$, steigt die Wahrscheinlichkeit der Innovationen, d.h. die Unternehmen investieren vermehrt in R&D.

Beweisskizze zu Proposition 7: Man betrachte Gleichung (18b) $\mu = \left(\frac{1}{1+\rho} \right) (\lambda^\sigma (1 + \gamma^\sigma \vartheta^\pi))$. Es würde $\mu = 0$ gelten, wenn, wie im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität, nicht mehr in R&D investiert werden würde, die Unternehmen würden weiterhin mit der bisher bestehenden Technologie produzieren. Wird jedoch in R&D investiert, würde $\mu \neq 0$ gelten. D.h. mit ansteigendem σ im Exponenten im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität bei λ^σ und γ^σ , gilt $\mu \neq 0$, da es sich um eine Verselbstständigung und Verstärkung des Effekts der Vulnerabilitätsreduktion, aufgrund der makroökonomischen Komplementarität, handelt. λ und γ steigen, wodurch μ steigt. Es wird mehr in R&D investiert, es gilt $\mu \neq 0$.

2.4 Rationales Erwartungsgleichgewicht

2.4.1 Theoretischer Hintergrund zur strategischen Komplementarität: Nash-Gleichgewicht

Bei rationaler Erwartungsbildung kommen nur Nash-Gleichgewichte⁴⁸ als Lösungen in Betracht, weil die Konsistenzbedingung eines Nash-Gleichgewichts verlangt, dass die Erwartungen der Spieler auch ex post erfüllt sind.⁴⁹ Die Erwartungen der Spieler über die Strategiewahl der Mitspieler (Investitionsentscheidungen der Individuen bezüglich R&D und Humankapital) müssen im Nash-Gleichgewicht einander entsprechen. Vorausgesetzt, alle anderen Spieler spielen ihre Gleichgewichtsstrategie, so ist eine Strategiekombination dann ein Nash-Gleichgewicht, wenn die Gleichgewichtsstrategie jedes Spielers seinen erwarteten Nutzen maximiert. Ein Spieler muss in strategischen Entscheidungssituationen, Erwartungen über das Verhalten seiner Mitspieler bilden, um seinen erwarteten Nutzen zu maximieren. Ein Spieler bildet dabei bestimmte Wahrscheinlichkeitseinschätzungen über das Verhalten seiner Mitspieler gemäß Bayes, welche konsistent sein müssen mit dem gemeinsamen Wissen über die Spielstruktur. Voraussetzung für das Erfüllen der Erwartungen ist, dass die vermuteten Strategien s_{-i} der Mitspieler ihrerseits wiederum beste Antworten auf die Strategien der anderen Spieler sind $s^* \in r(s^*)$. Es liegen wechselseitig beste Antworten vor.⁵⁰

⁴⁸ Siehe Holler und Illing (2009), S. 56 ff.. John Nash (1951) formalisierte ein Gleichgewichtslösungskonzept, das zur Grundlage für konsistente Lösungen von nicht-kooperativen Spielen wurde und Cournots 1838 für die Oligopoltheorie entwickeltes Gleichgewichtskonzept verallgemeinert. Hier wurde das Nash-Gleichgewichtslösungskonzept auf ein Gleichgewicht bei rationalen Erwartungen angewendet.

⁴⁹ Siehe Holler und Illing (2009), S.92 f.. Die Ex-post-Bedingung ist eine stärkere Forderung als die Ex-ante-Bedingung, denn jede Wahl sollte durch konsistente Wahrscheinlichkeitseinschätzungen gerechtfertigt sein.

⁵⁰ Ein Nash-Gleichgewicht wird als Strategiekombination s^* definiert, bei welcher jeder Spieler eine optimale Strategie s_i^* wählt, gegeben die optimalen Strategien der anderen Spieler, d.h. es gilt $u_i(s_i^*,$

2.4.2 Rationale Erwartungsgleichgewichte im Modell mit Vulnerabilität und Komplementaritäten

Im rationalen Erwartungsgleichgewicht gleichen sich erwartete Humankapitalinvestitionen und erwartete R&D-Investitionen in ihren tatsächlichen Werten. Einerseits ist der tatsächliche Ertrag aus der Humankapitalinvestition der Arbeiter davon abhängig, ob die Arbeiter erwarten, dass Unternehmer in R&D investieren oder nicht. Andererseits, sind die Entscheidungen der Unternehmer in R&D zu investieren oder nicht, abhängig davon, wie ihre Erwartungen bezüglich der Humankapitalinvestition der Arbeiter aussehen. Die beiden Investitionsformen zeigen pekuniäre Externalitäten und sind strategische Komplemente.⁵¹

Strategische Komplementaritäten führen zu multiplen Gleichgewichten und Entwicklungsfallen. Man kann daher drei mögliche Gleichgewichtssituationen identifizieren. Die Vulnerabilitätsreduktion ist bei λ und γ ersichtlich.

$$V \text{ aufgelöst, ergibt: } \left(\frac{1}{1+\rho}\right) E (1 - \beta) \mu (\lambda^\sigma - 1) (1 + \gamma^\sigma \vartheta^\pi) A_{1,m} h_{1,t} = - (1 - \beta)(1 - \alpha') A_{1,m} (h_{1,t}(1 - \vartheta)).$$

Und daraus folgt

$$\mu(\lambda^\sigma - 1) / (1 + \rho) = \alpha'(1 - \vartheta) / (1 + \gamma^\sigma \vartheta^\pi). \quad (19)$$

Optimale Forschung erfordert $V(R) > V(0)$, d.h. der Ertrag aus einer neu erforschten Technologie übersteigt den Ertrag bei Nutzung der bisher bestehenden Technologie.

$s_{-i}^* \geq u_i(s_i, s_{-i}) \forall i \in S_i, \forall s_i \in S_i$. Es besteht ausgehend von einem Nash-Gleichgewicht, kein Anreiz, von seiner Gleichgewichtsstrategie abzuweichen, womit die Erwartungen über das Verhalten der Mitspieler bestätigt werden. Vergleiche Holler und Illing (2009), S. 56 ff. und S.92 ff..

⁵¹ Siehe Redding (1996), S. 463 f.. Hier sind die Externalitäten genau wie bei Acemoglu (1994), pekuniär und nicht technologischer Natur, wie bei Romer (1986) und Lucas (1988).

Die erste mögliche Gleichgewichtssituation, das Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität, welches charakterisiert ist durch ein hohes Ausbildungs- und Qualitätsniveau (Innovationen, Qualitätsverbesserungen und eine schnelle Humankapitalakkumulationsrate), lautet daher mit $V(R) > V(0)$:

$$\mu (\lambda^\sigma - 1) / (1 + \rho) > \alpha' (1 - \vartheta_{gV}) / (1 + \gamma^\sigma \vartheta_{gV}^\pi), \quad (20)$$

wobei ϑ_{gV} den Gleichgewichtsbruchteil der Zeit im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität bedeutet.

Proposition 8: Die Ungleichung ist erfüllt, wenn λ^σ und γ^σ hinreichend groß sind.

Beweis zu Proposition 8: Mit steigendem σ , d.h. bei steigender Vulnerabilitätsreduktion, steigt λ^σ , und die linke Seite der Ungleichung wird größer, gleichzeitig steigt, mit steigendem σ , γ^σ , und die rechte Seite der Ungleichung wird kleiner, wodurch die Ungleichung erfüllt ist.

Setzt man den Gleichgewichtsbruchteil der Zeit aus 2.3 in Ungleichung (20) für ϑ_{gV} ein, kann man die Existenz des Gleichgewichts bei geringer Vulnerabilität nachweisen. Arbeiter erwarten im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität, dass Unternehmer in R&D investieren. In diesem Fall ist $\mu = \varphi$, falls $\alpha \geq \alpha'$, wobei $0 < \varphi < 1$. Falls Arbeiter diese Erwartungen haben, ist es für die Unternehmer optimal, die fixen R&D-Kosten auf sich zu nehmen, da der Ertrag aus R&D größer ist als der Ertrag bei Nichtinvestition in R&D. Gilt $\mu = \varphi$, so folgt aus (13), $\vartheta = \vartheta_\varphi$, und aufgrund der Kennzeichnung eines hohen Ausbildungs- und Qualitätsniveaus im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität, ist $\vartheta_\varphi = \vartheta_{gV}$. Optimale Forschung erfordert $V(R) > V(0)$. Es gilt:

$$\varphi (\lambda^\sigma - 1) / (1 + \rho) > \alpha' (1 - \vartheta_{gV}) / (1 + \gamma^\sigma \vartheta_{gV}^\pi). \quad (21)$$

Die zweite mögliche Gleichgewichtssituation ist das Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität, gekennzeichnet durch ein geringes Ausbildungs- und Qualitätsniveau. Das Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität wird charakterisiert durch fehlende Forschung und eine reduzierte Humankapitalakkumulationsrate.

$$\mu (\lambda^\sigma - 1) / (1 + \rho) < \alpha' (1 - \vartheta) / (1 + \gamma^\sigma \vartheta^\pi). \quad (22)$$

Proposition 9: Die Ungleichung ist erfüllt, wenn λ^σ und γ^σ hinreichend klein sind.

Beweis zu Proposition 9: Ist σ noch nicht gestiegen, d.h. Vulnerabilitätsreduktion ist noch nicht erhöht worden, so ist die linke Seite der Ungleichung kleiner als die rechte Seite, da λ^σ und γ^σ noch hinreichend klein sind.

Im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität ist Humankapitalakkumulation der einzige Wachstumsmotor, denn die Unternehmen investieren nicht in R&D, aus mangelnder Profitabilität.⁵² Die Arbeiter reduzieren ihre Humankapitalinvestitionen, weil sie erwarten, dass die Unternehmen nicht in R&D investieren. Die Erträge, die bisher bestehende Technologie fortzusetzen, sind höher als die Erträge bei der Nutzung einer neu erforschten Technologie. Deshalb investieren die Unternehmen nicht in R&D bei der reduzierten Humankapitalakkumulationsrate.⁵³

Die Existenz eines Gleichgewichtes mit hoher Vulnerabilität kann durch Einsetzen von ϑ_{hV} für ϑ in (22) nachgewiesen werden. Falls $\mu = 0$, folgt aus (13), $\vartheta = \vartheta_{hV}$. Wenn keine Forschung optimal ist, gilt: $V(R) < V(0)$:

$$\mu (\lambda^\sigma - 1) / (1 + \rho) < \alpha' (1 - \vartheta_{hV}) / (1 + \gamma^\sigma \vartheta_{hV}^\pi). \quad (23)$$

⁵² Siehe Redding (1996), S. 464.

⁵³ Siehe Redding 81996), S. 464.

Die dritte mögliche Gleichgewichtssituation, beide Gleichgewichte, das Gleichgewicht bei geringer und bei hoher Vulnerabilität, existieren gleichzeitig. Die beiden Ungleichungen (20) und (22) können simultan erfüllt sein, je nach Parameterwert. Es existieren multiple Gleichgewichte.

Folgende Proposition 10 beschreibt, welche drei möglichen Nash-Gleichgewichtslösungen in Form der Gleichgewichte mit geringer und hoher Vulnerabilität im Modell auftreten können. Proposition 10 beschreibt die Existenz multipler Gleichgewichte.

Proposition 10:

a) Falls $\varphi (\lambda^\sigma - 1) / (1+\rho) > \alpha' (1-\vartheta_{gV}) / (1+\gamma^\sigma \vartheta_{gV}^\pi)$,

liegt eine einzige reine Strategie⁵⁴, das Nash-Gleichgewicht mit niedriger Vulnerabilität und hohem Wachstum, vor, in welchem $\mu = \varphi$, $h_{2,t} = (1 + \gamma^\sigma \vartheta_{gV}^\pi) h_{1,t}$ und $\vartheta = \vartheta_{gV}$ gilt.

b) Falls $\mu (\lambda^\sigma - 1) / (1+\rho) < \alpha' (1-\vartheta_{hV}) / (1+\gamma^\sigma \vartheta_{hV}^\pi)$ und

$$\varphi (\lambda^\sigma - 1) / (1+\rho) > \alpha' (1-\vartheta_{gV}) / (1+\gamma^\sigma \vartheta_{gV}^\pi),$$

existiert ein Gleichgewicht mit geringer und eins mit hoher Vulnerabilität, also zwei Nash-Gleichgewichte. Das Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität wird charakterisiert durch $\mu = \varphi$, $h_{2,t} = (1+\gamma^\sigma \vartheta_{gV}^\pi) h_{1,t}$ und das Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität ist gekennzeichnet durch $\mu = 0$, $h_{2,t} = (1+\gamma^\sigma \vartheta_{hV}^\pi) h_{1,t}$, zwei reine Strategien.

c) Falls $\mu (\lambda^\sigma - 1) / (1+\rho) < \alpha' (1-\vartheta_{hV}) / (1+\gamma^\sigma \vartheta_{hV}^\pi)$,

⁵⁴ Reine Strategien: Wahrscheinlichkeit = 0 oder 1 (reine Wahrscheinlichkeitsverteilung).

so gibt es eine einzige reine Strategie, das Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität, ein Nash-Gleichgewicht, in welchem gilt: $\mu = 0$, $h_{2,t} = (1 + \gamma^\sigma \vartheta_{hV}^\pi) h_{1,t}$ und $\vartheta = \vartheta_{hV}$.

$\varphi (\lambda - 1)$ bezeichnet die erwartete proportionale Wachstumsrate der Produktqualität und $(1 + \gamma^\sigma \vartheta^\pi)$ ist das Wachstum des Humankapitals zwischen Periode 1 und 2.⁵⁵

Beweis zu Proposition 10 a): Man nehme an, das Gegenteil sei wahr, also $\mu = 0$. ϑ wird durch (13) bestimmt. Ersetzt man ϑ in (4) und unter Verwendung von (2) erhält man $h_{2,t} = (1 + \gamma^\sigma \vartheta_{hV}^\pi)(1 - \delta)H_{t-1}$. Jedoch aus (14) und (15b) bedeutet dies, dass für die Parameterwerte gilt $V(R) > V(0)$. D.h. R&D ist rentabel, $\mu = \varphi$, was einen Widerspruch ergibt.

Beweis zu Proposition 10 b): Es wird $\mu = 0$ angenommen, so folgt aus (2), (4), (13), (14) und (15b) unter den genannten Parameterrestriktionen, $V(R) < V(0)$. Jedoch, angenommen $\mu = \varphi$, dann würde $V(R) > V(0)$ gelten.

Beweis zu 10 c): Man nehme an, die Unternehmen investieren in R&D, $\mu = \varphi$, dann folgt aus (2), (4), (13), (14) und (15b), unter den genannten Parameterrestriktionen, $V(0) > V(R)$, und es ergibt sich ein Widerspruch.⁵⁶

Die Proposition 10, welche die Existenz multipler Gleichgewichte beschreibt, erfordert

$$\alpha'(1 - \vartheta_{hV}) / (1 + \gamma^\sigma \vartheta_{hV}^\pi) > \varphi(\lambda^\sigma - 1) / (1 + \rho) > \alpha'(1 - \vartheta_{gV}) / (1 + \gamma^\sigma \vartheta_{gV}^\pi).$$

Sind λ^σ und γ^σ hinreichend groß, gilt:

Arbeiter haben die Erwartungen, dass Unternehmer in R&D investieren, so ist die erwartete Wachstumsrate der Produktqualität, sofern sie diskontiert ist,

⁵⁵ Siehe Redding (1996), S. 465 f..

⁵⁶ Siehe Redding (1996), S. 465 .

größer als das Verhältnis fixer R&D-Kosten der Periode 1 zum Wachstum des Humankapitals über Perioden.

Sind λ^σ und γ^σ hinreichend klein, gilt:

Falls Arbeiter erwarten, dass Unternehmer nur die schon bestehende Technologie einsetzen und nicht in R&D investieren, ist die erwartete Wachstumsrate der Produktqualität kleiner als das Verhältnis aus fixen R&D-Kosten zum Wachstum des Humankapitals.

Die fixen R&D-Kosten müssen gedeckt werden durch die Wachstumsrate des Humankapitals über die Perioden. Die Humankapitalinvestitionen müssen dafür hinreichend groß sein. Diese Ungleichung zeigt, dass multiple Gleichgewichte für Zwischenparameterwerte entstehen, wie fixe R&D-Kosten α' , Umfang der Innovationen λ , Wahrscheinlichkeit von Innovationen μ , Erfolgswahrscheinlichkeit einer Innovation φ . Entsprechend dieser Parameterwerte treten multiple Gleichgewichte auf, aufgrund strategischer Komplementarität zwischen Humankapital und Forschung und aufgrund der Nichtteilbarkeit der R&D-Projekte.⁵⁷

Hat die Ökonomie die Schwelle überwunden, gibt es nur eine einzige reine Strategie, das Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität. Das Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität konnte nicht mehr aufrechterhalten werden.⁵⁸ Maßnahmen, die die rechte Seite der Ungleichung (22) kleiner machen und Maßnahmen, die die linke Seite der Ungleichung größer machen, bewirken, dass das Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität die einzige reine Strategie wird. Es handelt sich dabei um Maßnahmen, die eine Vulnerabilitätsreduktion

⁵⁷ Bei Azariadis und Drazen (1990) konstituiert dies eine Schwellenexternalität. Siehe dazu auch Redding (1996), S. 466.

⁵⁸ Redding (1996) hat durch Integration einer Forschungssubvention gezeigt, dass das Gleichgewicht mit hohem Ausbildungs- und Qualitätsniveau die einzige reine Strategie wird. Siehe dazu Redding (1996), S. 469.

herbeiführen. Eine Vulnerabilitätsreduktion, d.h. σ steigt, ergibt sich durch Forschungskredite, was auf der linken Seite der Ungleichung (22), zu einer Erhöhung des Parameters für den Umfang der Innovationen λ führt, und zu einer Erhöhung der linken Seite der Ungleichung (22). Staatliche Ausbildungsförderung als Vulnerabilitätsreduktion auf der Seite der Arbeiter, bewirkt ein steigendes σ im Exponenten des Ausbildungsproduktivitätsparameters γ , wodurch die rechte Seite der Ungleichung (22) kleiner wird. Das „ $>$ “-Zeichen gilt. Die Vulnerabilitätsreduktion hat bewirkt, dass es nur noch eine einzige reine Strategie, das Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität gibt, das Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität ist bei Vulnerabilitätsreduktion nicht länger aufrechtzuerhalten. D.h. die Ökonomie ist von einem Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität gewandert. Vulnerabilität ist gesunken.

Proposition 11: Der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion σ im Exponenten des Ausbildungsproduktivitätsparameters und im Exponenten des Parameters für den Umfang der Innovationen, im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität, wirkt wie eine Forschungssubvention, sodass nur noch eine einzige reine Strategie gilt, das Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität.

Beweis zu Proposition 11: Politikmaßnahmen, wie eine Forschungssubvention, können in Ländern ohne Vulnerabilität, die rechte Seite folgender Ungleichung verkleinern, sodass das „ $>$ “-Zeichen gilt: $\mu(\lambda - 1) / (1 + \rho) > (\alpha' - s)(1 - \vartheta) / (1 + \gamma\vartheta^\pi)$, mit $s > 0$, wobei s die Forschungssubvention ist.⁵⁹ Genauso auch der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion im Exponenten des Ausbildungsproduktivitätsparameters, im Sinne einer makroökonomischen

⁵⁹ Siehe Redding (1996), S.469.

Komplementarität, der die rechte Seite der Ungleichung (22) verkleinert. Aber auch der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion im Exponenten des Parameters für den Umfang der Innovationen, der die linke Seite der Ungleichung (22) erhöht, trägt zum „>“-Zeichen bei, und zu einer Verwirklichung des Gleichgewichts bei geringer Vulnerabilität als einzige reine Strategie.

2.5 Steady State-Wachstum bei Vulnerabilitätsreduktion

Die Steady State Wachstumsrate der Ökonomie wird bestimmt durch die Humankapitalakkumulationsrate und durch die Entscheidung der Unternehmer, in gewinnorientierte R&D zu investieren oder nicht.⁶⁰ Mit welchen Wachstumsraten wachsen Humankapital und Forschung im Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität und im Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität? Wie sehen die Gleichgewichte bei Vulnerabilitätsreduktion aus?

Die erwartete Wachstumsrate des Endprodukt-Outputs ergibt sich aus der Summe der erwarteten Wachstumsrate der Qualität der Technologie und der erwarteten Wachstumsrate des Humankapitals. Vulnerabilitätsreduktion wird ersichtlich durch σ im Exponenten von λ .

Die erwartete Wachstumsrate der Qualität der Technologie lautet:

$$\log E \int_0^1 A_{2,m}(i) di = \log (\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu)) A_{1,m}. \quad (25)$$

Die erwartete Wachstumsrate des aggregierten Humankapitals der beiden Perioden bei Vulnerabilitätsreduktion, ersichtlich durch σ im Exponenten von γ , lautet:

⁶⁰ Siehe Redding (1996), S. 466.

$$\log E \int_0^1 H_{2,t} (i) di = \log(1 - \delta) H_{1,t} E \int_0^1 (1 + \gamma^\sigma \vartheta(i)^\pi) di, \quad (26)$$

wobei der Erwartungswert des aggregierten Humankapitalbestandes $E H_{2,t} = (1 - \delta) H_{1,t} E \int_0^1 (1 + \gamma^\sigma \vartheta(i)^\pi) di$ ist. Die erwartete Wachstumsrate des aggregierten Humankapitals ist abhängig von den Humankapitalinvestitionen eines Arbeiters und der exogenen Abschreibungsrate des Humankapitals.

Proposition 12: Der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion σ steigt, so steigt λ mit σ im Exponenten, wodurch sich die Produktivität $A_{1,m}$ erhöht, und die erwartete Wachstumsrate der Qualität der Technologie steigt an.

Argumentation zu Proposition 12: Die erwartete Wachstumsrate der Qualität der Technologie wird durch den Parameter der Vulnerabilitätsreduktion σ im Exponenten von λ , im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität, sowie durch μ den R&D-Investitionsaufwand, beeinflusst. Steigt σ , so steigt λ , und die erwartete Wachstumsrate der Qualität der Technologie steigt daraufhin an. Genauso steigt die erwartete Wachstumsrate der Qualität der Technologie, wenn der R&D-Investitionsaufwand μ steigt. Da die Unternehmen in der Lage sind, sich gegenüber der Vulnerabilität abzusichern, indem sie Forschungskredite aufnehmen, wirkt der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion σ auf λ , wodurch λ steigt, der Forschungserfolg verbessert sich. Es können mehr Innovationen hervorgebracht werden. Aus Gleichung (25) wird ersichtlich, dass dann die Produktivität $A_{1,t}$ ansteigt und damit erhöht sich die erwartete und tatsächliche Wachstumsrate der Produktivität oder Qualität der Technologie. Genauso steigt die Produktivität $A_{1,t}$ an, wenn der R&D-Investitionsaufwand μ sich erhöht, wodurch wieder die erwartete und tatsächliche Wachstumsrate der Qualität der Technologie ansteigt.

Proposition 13: Die erwartete Wachstumsrate des aggregierten Humankapitalbestandes ist abhängig von δ .

Beweisskizze zu Proposition 13: Aus Gleichung (2) $h_{1,t}(l) = (1 - \delta)H_{2,t-1}$ wird ersichtlich, dass δ die Wachstumsrate des aggregierten Humankapitalbestandes bestimmt.

Proposition 14: Der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion σ steigt, wodurch γ mit σ im Exponenten ansteigt, und den Gleichgewichtsbruchteil der Zeit aufgewendet für Humankapitalinvestition ϑ erhöht. Dadurch steigt die erwartete Wachstumsrate des aggregierten Humankapitalbestandes.

Argumentation zu Proposition 14: Mit Hilfe von staatlicher Ausbildungsförderung können sich die Arbeiter gegenüber Vulnerabilität absichern. Dadurch sinkt Vulnerabilität, der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion σ im Exponenten des Ausbildungsproduktivitätsparameters γ lässt γ ansteigen, und damit steigt die Humankapitalakkumulation. Damit steigt die erwartete und tatsächliche Wachstumsrate des aggregierten Humankapitalbestandes und damit steigt auch die erwartete und tatsächliche Wachstumsrate des Endprodukt-Outputs. Humankapital dient als Wachstumsmotor. Aus Gleichung (26) ist ersichtlich, dass wenn σ ansteigt, steigt der Ausbildungsproduktivitätsparameter γ an. Die erwartete Wachstumsrate des aggregierten Humankapitals erhöht sich dadurch. Das Wachstum der Ökonomie wird durch personengebundenen, nicht diffundierendes technisches Wissen, das Humankapital angetrieben. Die Wachstumsrate der Endprodukt-Outputs steigt auch, wenn deren Bestandteile, wie die erwartete Wachstumsrate des aggregierten Humankapitals, oder die erwartete Wachstumsrate der Qualität der Technologie steigen.

Die erwartete Wachstumsrate des Endprodukt-Outputs⁶¹ lautet:

$$\log \left((E Y_{2,t}) / Y_{1,t} \right) = \log E \int_0^1 A_{2,m}(i) di - \log \int_0^1 A_{1,m}(i) di + \log E \int_0^1 H_{2,t}(i) di - \log \int_0^1 H_{1,t}(i) di, \quad (27)$$

mit $H_{1,t} = \int_0^1 h_{1,t}(i) di$.

Die durchschnittliche und erwartete Wachstumsrate der Ökonomie in einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität setzt sich zusammen aus der erwarteten Wachstumsrate der Qualität der Technologie und der erwarteten Wachstumsrate des aggregierten Humankapitalbestandes:

$$\log \left((E Y_{2,t}) / Y_{1,t} \right)_{gV} = \log \left(\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu) \right) + \log (1 - \delta) \int_0^1 (1 + \gamma^\sigma \vartheta(i)^\pi) di, \quad (28)$$

mit $\mu = \varphi$ und $\vartheta = \vartheta_{gV}$. Im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität verfügt die Ökonomie über ein hohes Ausbildungs- und Qualitätsniveau.

Proposition 15: Steigt der Parameter für die Vulnerabilitätsreduktion σ , so steigen γ^σ und λ^σ , und die erwartete Wachstumsrate der Ökonomie steigt auch.

Beweisskizze zu Proposition 15: Die Ungleichung $\log \left((E Y_{2,t}) / Y_{1,t} \right) < \log \left((E Y_{2,t}) / Y_{1,t} \right)_{gV}$, da $\lambda < \lambda^\sigma$ und $\gamma < \gamma^\sigma$ gilt, mit $\sigma > 0$, und $\vartheta < \vartheta_{gV}$. Aus Gleichung (27) ist ersichtlich, dass $\log \left((E Y_{2,t}) / Y_{1,t} \right)_{gV}$ größer ist, als die Wachstumsrate des Endprodukt-Outputs bei existierender Vulnerabilität, aber ohne Vulnerabilitätsreduktion $\log \left((E Y_{2,t}) / Y_{1,t} \right)$, da $\lambda < \lambda^\sigma$ und $\gamma < \gamma^\sigma$, mit $\sigma > 0$ und $\vartheta < \vartheta_{gV}$. Betrachtet man $\log \left((E Y_{2,t}) / Y_{1,t} \right)_{gV}$ wird ersichtlich, dass in $\log E \int_0^1 A_{2,m}(i) di$ die Erhöhung von λ^σ durch steigendes σ enthalten ist, und in $\log E \int_0^1 H_{2,t}(i) di$ ist die Erhöhung von γ^σ durch steigendes σ

⁶¹ Bei Aghion und Howitt (1992) ist die tatsächliche Wachstumsrate eine Zufallsvariable, abhängig vom Erfolg in unsichere R&D. Vergleiche Redding (1996), S. 466.

enthalten, sodass die Wachstumsrate des Endprodukt-Outputs bei geringer Vulnerabilität größer ist. Es gilt die Ungleichung $\log ((E Y_{2,t}) / Y_{1,t}) < \log ((E Y_{2,t}) / Y_{1,t})_{gV}$.

Argumentation zu Proposition 15: Steigt der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion σ , d.h. nimmt die Vulnerabilitätsreduktion zu, so steigt λ , da σ die Menge an Innovationen ansteigen lässt, R&D steigt, und damit steigt das Wachstum der Ökonomie. Über die strategische Komplementarität steigt bei steigendem R&D, das Humankapital, wodurch wiederum das Wachstum der Ökonomie steigt. Gleichzeitig steigt mit steigendem σ , der Ausbildungsproduktivitätsparameter γ , damit steigt die Wachstumsrate der Humankapitalakkumulation und damit steigt das Humankapital, was wiederum das Wachstum der Ökonomie erhöht. Über die strategische Komplementarität steigt R&D mit steigendem Humankapital, was wiederum das Wachstum der Ökonomie erhöht. Die durchschnittliche und erwartete Wachstumsrate im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität steigt an.

Es gilt:

$\sigma \uparrow \rightarrow \lambda \uparrow \rightarrow$ R&D \uparrow \rightarrow Wachstum \uparrow und

Strategische Komplementarität: Humankapital $\uparrow \rightarrow$ Wachstum \uparrow

$\sigma \uparrow \rightarrow \gamma \uparrow \rightarrow$ Humankapital $\uparrow \rightarrow$ Wachstum \uparrow und

Strategische Komplementarität: R&D $\uparrow \rightarrow$ Wachstum \uparrow .

Durch die Wahl der Integration des Parameters der Vulnerabilitätsreduktion im Exponenten des Ausbildungsproduktivitätsparameters und im Exponenten des Parameters für den Umfang der Innovationen, wird die strategische Komplementarität aktiviert.

In einem Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität, d.h. die Ökonomie verfügt über ein niedriges Ausbildungs- und Qualitätsniveau, lautet die durchschnittliche oder erwartete Wachstumsrate im Gleichgewicht wie folgt:

$$\log ((E Y_{2,t}) / Y_{1,t})_{hV} = \log (1 - \delta) \int_0^1 (1 + \gamma^\sigma \vartheta(i)^\pi) di, \quad (29)$$

wobei $\mu = 0$ und damit $\vartheta = \vartheta_{hV}$. Sie besteht nur aus der erwarteten Wachstumsrate des aggregierten Humankapitalbestandes, denn es werden keine R&D-Investitionen getätigt, nur Humankapital wird mit geringerer Rate akkumuliert. Die Unternehmen produzieren mit der bisher bestehenden Technologie weiter. Sie sehen R&D als nicht gewinnbringend an. Humankapital zeigt sich als einziger Wachstumsmotor und wird unterstützt durch die exponentielle Wirkung des Parameters der Vulnerabilitätsreduktion σ als makroökonomische Komplementarität im Exponenten des Ausbildungsproduktivitätsparameters γ , um die Schwelle zu einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität zu überwinden, was mit staatlicher Ausbildungsförderung für Arbeiter ermöglicht wird. Es gilt:

$\sigma \uparrow \rightarrow \gamma \uparrow \rightarrow \vartheta \uparrow \rightarrow$ Wachstumsrate des Humankapitals $\uparrow \rightarrow$ Humankapital $\uparrow \rightarrow$ Wachstum \uparrow .

Proposition 16: Steigt σ , eingebaut im Exponenten des Ausbildungsproduktivitätsparameters γ , im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität, steigt γ , der Gleichgewichtsbruchteil der Zeit ϑ , aufgewendet für Ausbildung, wodurch die tatsächliche und erwartete Wachstumsrate des Humankapitals ansteigt und über steigendes Humankapital steigt die tatsächliche und erwartete Wachstumsrate der Ökonomie, d.h. σ erhöht Humankapital und das Wachstum der Ökonomie.

Beweisskizze zu Proposition 16: Die Wachstumsrate der Ökonomie im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität ist kleiner als die Wachstumsrate der Ökonomie bei geringer Vulnerabilität, es gilt: $\log ((E Y_{2,t}) / Y_{1,t})_{hV} < \log ((E Y_{2,t}) / Y_{1,t})_{gV}$, da $\gamma < \gamma^\sigma$ ist, mit $\sigma > 0$, und $\vartheta_{hV} < \vartheta_{gV}$ ist. Zudem fehlt λ in der Wachstumsrate der Ökonomie bei hoher Vulnerabilität ganz, und λ^σ in der Wachstumsrate der Ökonomie im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität führt zu vermehrtem Innovationsumfang. Man betrachte Gleichung (28) $\log ((E Y_{2,t}) / Y_{1,t})_{gV} = \log (\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu)) + \log (1 - \delta) \int_0^1 (1 + \gamma^\sigma \vartheta(i)^\pi) di$ und Gleichung (29) $\log ((E Y_{2,t}) / Y_{1,t}) = \log (1 - \delta) \int_0^1 (1 + \gamma^\sigma \vartheta(i)^\pi) di$. Da in (29) die erwartete Wachstumsrate der Qualität der Technologie fehlt (und somit auch λ^σ fehlt, gilt: $\log ((E Y_{2,t}) / Y_{1,t})_{hV} < \log ((E Y_{2,t}) / Y_{1,t})_{gV}$. Aber über steigendes σ und steigendes γ mit σ im Exponenten, steigt der Gleichgewichtsbruchteil ϑ_{hV} . Dann steigt auch die Wachstumsrate der Ökonomie im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität $\log ((E Y_{2,t}) / Y_{1,t})_{hV}$ solange, bis sich die Ökonomie im Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität befindet, wo sie mit der Wachstumsrate $\log ((E Y_{2,t}) / Y_{1,t})_{gV}$ wächst.

Argumentation zu Proposition 16: Über die makroökonomische Komplementarität, ausgedrückt durch σ im Exponenten von γ , kommt es zur Verselbstständigung und Verstärkung des Effektes des Humankapitals und des Wachstumseffektes. (Es existiert keine Forschung, daher existiert kein λ , über das sonst auch eine makroökonomische Komplementarität wirken könnte). Die Vulnerabilität ist gesunken. Die Ökonomie ist vom Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität gewandert. Die makroökonomische Komplementarität σ , im Exponenten von γ , hat den Startimpuls für den Wachstumseffekt gegeben.

Der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion σ , integriert ins Modell im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität im Exponenten, bewirkt eine

Verselbstständigung und somit eine Verstärkung des Effekts von Humankapital als Wachstumsmotor. Hat die Humankapitalakkumulationsrate einen bestimmten Wert erreicht, wird zudem in R&D investiert, und über die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und R&D, steigt R&D (technologische Neuerungen nur im Gleichgewicht mit niedriger Vulnerabilität), wodurch das Wachstum der Ökonomie steigt. Die Ökonomie schafft den Sprung vom Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zum Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität. Die makroökonomische Komplementarität hat den Startimpuls gegeben, um den Wachstumsprozess in Gang zu setzen und die Ökonomie auf der Wachstumsleiter eine Stufe weiter zu bringen. Die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und R&D hat dann zu steigenden Skalenerträgen und multiplen Gleichgewichten geführt, und den Wachstumsprozess im Wechselspiel mit der makroökonomischen Komplementarität weiter vorangetrieben.

Das Produktivitätswachstum erfordert gemäß Lucas-Uzawa keine steigenden Skalenerträge, sondern konstante Skalenerträge. Ein Modell mit Vulnerabilität würde auch konstante Skalenerträge aufweisen. Über Integration makroökonomischer Komplementarität und strategischer Komplementarität zwischen Humankapital und Forschung kommt es jedoch zu steigenden Skalenerträgen.

Proposition 17: Im Modell mit Vulnerabilität erfordert das Produktivitätswachstum, und letztlich das Wachstum der Ökonomie, steigende Skalenerträge, wodurch die Schwelle überwunden werden kann.

Argumentation zu Proposition 17: Steigende Skalenerträge entstehen durch Komplementaritäten, welche eine Verselbstständigung und Verstärkung der Kräfte bei konstanten Skalenerträgen bewirken. Die Verselbstständigung der

Kräfte bewirkt erst eine Schwellenüberwindung, weil die Dynamik der Ökonomie dann erst Bifurkationen aufweist, die zu multiplen Gleichgewichten führen und zu Situationen, um die Schwelle zu überwinden, d.h. zu Sprüngen von einem Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität.

Humankapital ist auch alleine ein Wachstumsmotor, wegen der Eigenschaft von Nichtkonvexitäten im Humankapital, bzw. aufgrund der dem Humankapital innewohnenden Komplementarität. Erst durch den Parameter der Vulnerabilitätsreduktion als makroökonomische Komplementarität im Exponenten des Ausbildungsproduktivitätsparameters, kommt es dann aber zu Kräften, einer Verselbstständigung und Verstärkung der Humankapitaleffekte, die eine Bewegung vom Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität ermöglichen. So ist Humankapital auch alleine für mehr Wachstum verantwortlich, aber die Ökonomie schafft, bei anfänglich hoher Vulnerabilität, erst durch Steigen des Parameters der Vulnerabilitätsreduktion die Überwindung der Schwelle, aufgrund der exponentiellen Verselbstständigung der Kräfte. Die strategische Komplementarität kann auf diesem R&D-Niveau noch nicht aktiviert werden, da keine R&D-Investitionen stattfinden. Makroökonomische Komplementarität wirkt hingegen, isoliert auf den Ausbildungsproduktivitätsparameter, bei dem sie im Exponenten integriert ist, der Effekt auf Humankapital kann sich unabhängig von R&D-Investitionen verselbstständigen, selbst wenn R&D-Investitionen im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität fehlen. In der durchschnittlichen oder erwarteten Wachstumsrate eines Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität und niedrigem Ausbildungs- und Qualitätsniveau hingegen, fehlt die erwartete Wachstumsrate der Produktivität oder Qualität der Technologie, da in einem Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität keine

R&D-Investitionen getätigt werden, und es somit auch keinen technologischen Fortschritt gibt. Die erwartete Wachstumsrate in einem Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität besteht daher nur aus der erwarteten Wachstumsrate des aggregierten Humankapitalbestandes, denn es werden nur Humankapitalinvestitionen von den Arbeitern vorgenommen. Die Unternehmer sehen R&D-Investitionen als nicht gewinnbringend an. Humankapital zeigt sich damit als Wachstumsmotor, aber müsste unterstützt werden durch die exponentielle Wirkung des Parameters der Vulnerabilitätsreduktion im Exponenten als makroökonomische Komplementarität, um die Schwelle zu einem Gleichgewicht bei geringerer Vulnerabilität zu überwinden. Wodurch wiederum eine Verbindung von makroökonomischen und mikroökonomischen Betrachtungen erreicht wurde. Die makroökonomische Komplementarität liefert also im Falle der alleinigen Existenz der Wachstumsrate des Humankapitals, d.h. im Falle des Gleichgewichts bei hoher Vulnerabilität, erst die Verselbstständigung der Kräfte, die letztlich zur Überwindung der Schwelle führen. Die Potenzierung mit dem Vulnerabilitätsreduktionsparameter im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität reicht aus, um die Schwelle zu überwinden, obwohl die Potenzierung der Qualität aus dem Forschungssektor fehlt. Die exogene Abschreibungsrate des Humankapitals δ kann Einfluss auf die Humankapitalakkumulation nehmen, jedoch der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion als makroökonomische Komplementarität im Exponenten wirkt durch die Verselbstständigung der Kräfte stärker und nachhaltig. Die makroökonomische Komplementarität reicht somit aus, um die Schwelle zu überwinden, jedoch ist es letztlich in der Ökonomie das Zusammenspiel aller bisher genannten Faktoren, die zu einer Überwindung der Schwelle und der Bewegung in ein neues Gleichgewicht mit geringerer Vulnerabilität und höherem Wachstum führen können. Das erhöhte Wachstum ist mit geringerer Vulnerabilität verbunden, was wiederum die

Verbindung von Makro- und Mikroökonomie zeigt. Die Ökonomie ist vom Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht mit niedriger Vulnerabilität „gesprungen“, an der kritischen Stelle, an der die Ökonomie sich gabelt, was erneut den Bezug von Vulnerabilität zu einer Schwelle aufzeigt.⁶²

2.6 „Big Push“-Schwellenüberwindung

2.6.1 Schwellenwertermittlung

Die Ökonomie befindet sich nach dem Eintritt des exogenen kovariaten Schocks in einem Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität und niedrigem Ausbildungs- und Qualitätsniveau, weil keine R&D-Investitionen stattfinden und die Ökonomie mit der alten Technologie weiter produziert und Humankapitalinvestitionen nur auf einem niedrigeren Niveau stattfinden.

Wie gelingt es dieser Ökonomie nun, aus dem Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht mit niedriger Vulnerabilität und hohem Ausbildungs- und Qualitätsniveau zu gelangen?

Ökonomien rechts von der Schwelle ϑ^* investieren weitaus mehr in Humankapital und akkumulieren es schneller, als Ökonomien links von der Schwelle ϑ^* . Ist eine spezielle Wachstumsstufe bei den Ökonomien rechts von der Schwelle einmal erreicht, konvergieren diese, zumindest zeitgleich bis zu einem gegebenen Gleichgewichtswachstumspfad.⁶³

Im Modell mit Vulnerabilität und Komplementaritäten heißt das, das Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität befindet sich links von der Schwelle ϑ^* , da dort gar nicht in R&D investiert wird und eine geringere

⁶²Auch Barrett und McPeak (2006) sehen Vulnerabilität eher in Bezug auf eine Schwelle als in Bezug auf eine Armutslinie. Siehe Barrett und McPeak (2006), S. 149.

⁶³ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 518 f..

Humankapitalakkumulationsrate besteht, es ist gekennzeichnet durch ein geringes Ausbildungs- und Qualitätsniveau. Das Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität befindet sich rechts von der Schwelle ϑ^* , da dort in R&D investiert wird und eine schnelle Humankapitalakkumulationsrate existiert, es ist das Gleichgewicht mit hohem Ausbildungs- und Qualitätsniveau.

Der Gleichgewichtsbruchteil der Zeit aufgewendet für Aus- und Weiterbildung ϑ ergibt die innere Lösung, es ist der Gleichgewichtswert der Ausbildungszeit im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität, es gilt $\vartheta = \vartheta_{gV}$. Die Randlösung des Modells ist bei $\vartheta = 0$, es ist der Gleichgewichtswert der Ausbildungszeit im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität, ϑ_{hV} . Durch Gleichsetzen der beiden Gleichungen $\vartheta_{gV} = \vartheta_{hV}$, und Auflösen nach ϑ ergibt sich der Schwellenwert ϑ^* , der nahe Null liegt:

$$\vartheta_{gV} = [\pi \gamma^\sigma (\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu)) / (1 + \rho)]^{1/(1-\pi)} \quad \text{für } \vartheta > \vartheta^* \quad \text{und}$$

$$\vartheta_{hV} = [\pi \gamma^\sigma / (1 + \rho)]^{1/(1-\pi)} \quad \text{für } \vartheta < \vartheta^*,$$

wobei in ϑ_{hV} $(\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu))$ fehlt, aufgrund fehlender Forschung im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität. Es gilt $\vartheta^* = \vartheta_{gV} = \vartheta_{hV}$. Das Gleichsetzen der beiden ϑ -Werte ϑ_{gV} und ϑ_{hV} ergibt:

$$\vartheta^* = [\pi \gamma^\sigma (\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu)) / (1 + \rho)]^{1/(1-\pi)} = [\pi \gamma^\sigma / (1 + \rho)]^{1/(1-\pi)} \quad (30)$$

$$\vartheta^* = (\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu)) = 1 \quad (31)$$

$$\vartheta^* = \mu \lambda^\sigma + 1 - \mu - 1 = 0$$

$$\vartheta^* = \mu \lambda^\sigma - \mu$$

$$\vartheta^* = \mu (\lambda^\sigma - 1) \quad (32)$$

$$\vartheta^* = \mu (-1 + \lambda^\sigma), \quad (33)$$

mit $0 < \vartheta^* < \vartheta_{gV}$, $0 \leq \vartheta_{gV} \leq 1$, und $0 < \mu < 1$.

Proposition 18: Der Schwellenwert ϑ^* wird von μ und von λ^σ beeinflusst. Mit Hilfe von (6), wo die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Innovation μ in zwei Fällen dargestellt wird, ergibt sich: 1) Bei $\mu = 0$, wird nicht geforscht, die Ökonomie befindet sich im Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität, mit ϑ_{hV} und $\mu = 0$. Dann ergibt sich $\vartheta^* = 0$, wenn $\mu = 0$ in (33) eingesetzt wird. 2) Bei $\mu = \varphi$, mit $0 < \varphi < 1$ folgt: $\vartheta^* = \varphi (-1 + \lambda^\sigma)$, mit $\lambda > 1$, und $\sigma > 0$. Der Schwellenwert ϑ^* liegt nahe Null und wächst mit steigendem σ und steigendem λ in Richtung Eins. Je größer σ und λ sind, desto größer wird μ , und desto näher liegt ϑ^* bei Null, d.h. desto schneller wird die Schwelle überwunden. Je nach μ, σ, λ Wert, wird die Schwelle demnach schneller oder später überwunden. Mit steigendem μ , das ist der Fall, wenn σ und λ steigen, wird die Schwelle schneller überwunden.

Beweisskizze zu Proposition 18: Aus Gleichung (33) $\vartheta^* = \mu (-1 + \lambda^\sigma)$ wird ersichtlich, dass μ und λ^σ den Schwellenwert ϑ^* beeinflussen. Je größer σ, λ, μ sind, desto früher wird der Schwellenwert überwunden.

Die Interaktion der beiden Variablen bringt die strategische Komplementarität zum Ausdruck. Mit steigendem μ steigt ϑ , und die Schwelle wird schneller überwunden. Folgende Abbildung 1 beschreibt die Schwellenüberwindung vom Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zum Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität.

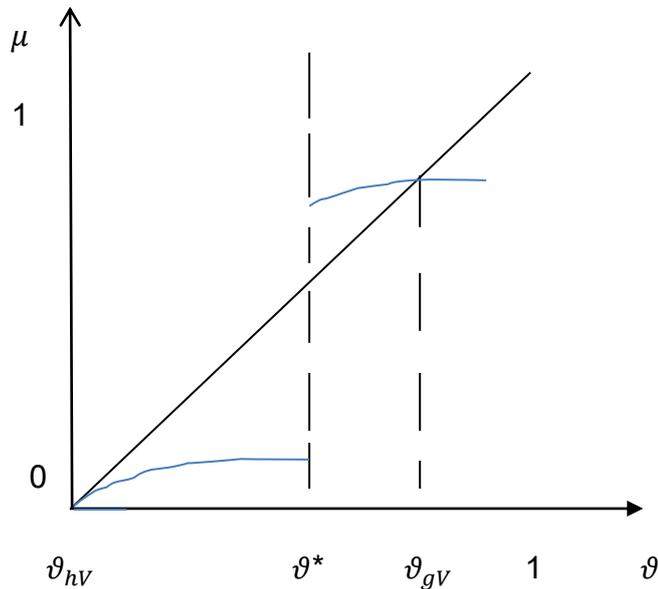


Abb. 1: Überwindung des Schwellenwertes ϑ^*

2.6.2 Theoretischer Hintergrund zu Schwellenexternalitäten in der Literatur

Wenn Schwellenexternalitäten, die mit Humankapitalakkumulation verbunden sind, eine Erklärung für Differenzen in Wachstumsraten sein können, welche Charakterzüge müsste der Entwicklungsprozess einer Ökonomie mit Vulnerabilität und Komplementaritäten dann aufweisen? Hinreichend für das Generieren multipler lokal, stabiler Gleichgewichtswachstumspfade, sind technologische Externalitäten mit einer Schwelleneigenschaft, die gestattet, dass Skalenerträge sehr schnell steigen, immer wenn ökonomische Zustandsvariablen, solche wie Arbeitsqualität, Werte in relativ enger Umgebung der kritischen Masse annehmen.⁶⁴ Diese Annäherung ökonomischer Zustandsvariablen an die kritische Masse ist entscheidend für

⁶⁴ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 503 f., S. 518 ff. und S. 524.

den Übergang von der linken zur rechten Schwellenseite. Haben z.B. Zustandsvariablen, wie physisches Kapital oder der Bestand an Wissen, gewisse kritische Werte überschritten, könnten die aggregierten Produktionsmöglichkeiten besonders schnell expandieren, und dies könnte die Zustandsvariablen wiederum stimulieren.⁶⁵ Die Ökonomie im Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität könnte so die Schwelle überwinden, und einmal auf der rechten Seite der Schwelle angekommen, zum Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität tendieren.

Immer wenn ökonomische Zustandsvariablen in der Nähe einer kritischen Masse sind, gestatten technologische Externalitäten mit einer Schwelleneigenschaft, welche hinreichend ist, um multiple lokal stabile Gleichgewichtswachstumspfade zu erzeugen, sehr stark steigende Skalenerträge. Steigende soziale Skalenerträge sind besonders ausgeprägt, wenn ökonomische Zustandsvariablen die kritische Masse erreichen oder Schwellenwerte annehmen.⁶⁶ Der Schlüssel für die Überwindung der Schwelle, b.z.w. des Ankurbelns des Wachstums liegt gemäß Romer (1986) in der Unterscheidung zwischen privaten und sozialen Faktoren der Produktion, d.h. zwischen solchen Inputs, die von individuellen Produzenten kontrolliert werden und denen, die von keinem Produzenten kontrolliert werden.⁶⁷ Azariadis und Drazen (1990) definieren Schwellenexternalitäten als extreme Differenzen im dynamischen Verhalten, auftretend durch lokale Variationen in sozialen Skalenerträgen.⁶⁸ Jener Typ von Schwelleneffekten tritt auf, wenn fixe Kosten existieren, die gezahlt werden müssen, bevor die Technologie genutzt werden kann.⁶⁹ Die Ökonomie generiert dann multiple,

⁶⁵ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 505 f..

⁶⁶ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 503 f..

⁶⁷ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 506.

⁶⁸ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 508.

⁶⁹ Siehe Garcia-Penalosa (1995), S. 115.

stabile Steady State-Gleichgewichte, wenn sie gekennzeichnet ist, durch verschiedene Dynamik für verschiedene Parameterwerte. Diese Ökonomie zeigt Bifurkationen an kritischen Punkten auf. Solche Bifurkationen resultieren aus den technischen Charakterzügen des Akkumulationsprozesses in einer Ökonomie, wenn zusätzlich zu physischem Kapital, Humankapital ins Modell integriert wird.⁷⁰ Denn Humankapital ist verbunden mit Nichtteilbarkeiten (Nichtkonvexitäten) im Produktionsprozess, die zu steigenden sozialen Skalenerträgen in der Humankapitalakkumulation und damit zu multiplen Gleichgewichten führen.⁷¹ Die Nichtteilbarkeit ist eine Besonderheit des Faktors Humankapital, denn Humankapital ist an Personen gebunden und deshalb nicht teilbar.

Bei Redding (1996) existieren nur Nichtteilbarkeiten bei R&D-Projekten. Der Schwelleneffekt zeigt sich während des Erfindungsprozesses, denn nur mit einer Mindestanzahl von ausgebildeten Arbeitern in der Ökonomie, ist der Erfindungsprozess möglich.⁷²

Im Modell mit Vulnerabilität und Komplementaritäten, hingegen, existieren auch Nichtteilbarkeiten in der Humankapitalakkumulation, aktiviert durch die makroökonomische Komplementarität im Exponenten des Ausbildungsproduktivitätsparameters γ .

Nichtteilbarkeiten in der Humankapitalakkumulation erbringen eine Trajektorie, die Rostows Wachstumsstadien ähnelt, wenn verschiedene konstante Sequenzen (multiple Stufen) der Zeit für Aus- und Weiterbildung, mit verschiedenen Wachstumsraten der Arbeitsqualität verbunden sind. Betrachtet man zusätzlich verschiedene Niveaus der Arbeitsqualität, mit

⁷⁰ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 508.

⁷¹ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 501.

⁷² Siehe Garcia-Penalosa (1995), S. 115.

welcher multiple Stufen der Aus- und Weiterbildungszeit verbunden sein können, erhält man multiple Steady States. Multiple Steady State-Gleichgewichte existieren jedoch, wenn γ eher eine Funktion der Zeit für Aus- und Weiterbildung ist, als eine Funktion der Arbeitsqualität, da steigende Erträge in γ multiple Gleichgewichte mit einer jeweiligen Wachstumsrate erbringen. γ als Funktion der Zeit für Aus- und Weiterbildung bedeutet, dass der individuelle Ertrag eher eine steigende Funktion der aggregierten Weiterbildungsinvestitionen ist, d.h. des aggregierten Humankapitalbestandes, womit die Bedeutung der makroökonomischen Komplementarität aufgezeigt wird und deren Verbindung zur Humankapitalakkumulation und Nichtteilbarkeit von Humankapital. Dies folgt, immer wenn durch staatliche Ausbildungsförderung und staatliche Weiterbildungsmaßnahmen in Ausbildungseinrichtungen Externalitäten generiert werden. Es handelt sich um eine Funktion, die nicht überall konkav ist. Liegen multiple Stufen vor, so würde die Ökonomie durch multiple Stadien wandern und sich einem speziellen Gleichgewichtswachstumspfad in jedem Stadium annähern. Die Arbeitsqualität verbessert sich solange bis der nächste Schwellenwert erreicht ist. Ab einem bestimmten Schwellenwert steigen die Erträge aus Humankapital schnell, und die Ökonomie springt in Richtung eines schnelleren Wachstumspfades. Der Prozess ist vollständig, wenn Arbeitsqualität den höchst möglichen Wert erreicht, und das System sich auf der höchsten Stufe des Wachstums niederlässt.⁷³

Schwelleneffekte können eine Erklärung von Differenzen in Wachstumsmustern sein. Betrachtet man Schwelleneffekte aufgrund einer Diskontinuität in der Technologie, wobei der Skalenfaktor eine Stufen- oder Treppenfunktion mit einem Sprung bei k^* ($A(k) = \alpha_1$, für $k < k^*$ und $A(k) = \alpha_2$,

⁷³ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 516 f.

für $k \geq k^*$), können zwei lokal stabile Steady State-Gleichgewichte auftreten, wenn für die Schwelle k^* gilt, $\bar{k}(\alpha_1) < k^* < \bar{k}(\alpha_2)$, welche zwischen den Steady States liegt, die den Skalenfaktoren α_1 und α_2 entsprechen. $\bar{k}(\alpha_1)$ ist das Steady State-Gleichgewicht, in welchem Kapital, Konsum und Einkommen pro Kopf für immer relativ niedrig bleiben, ein Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität.⁷⁴ In Abwesenheit von äußeren Anreizen oder direkten Staatsinterventionen, ist der ursprüngliche Humankapitalbestand der einzige Faktor, der beeinflusst, welches Steady State von den multiplen Gleichgewichten erreicht wird. Liegt der ursprüngliche Humankapitalbestand unter dem kritischen Wert k^* , konvergiert die Ökonomie monoton gegen das Steady State mit dem Skalenfaktor α_1 , und liegt er über k^* , konvergiert sie monoton gegen das Steady State mit dem Skalenfaktor α_2 . Die Ökonomie springt in Richtung $\bar{k}(\alpha_2)$, falls das ursprüngliche Humankapital pro Kopf über k^* liegt.⁷⁵

Abgesehen davon, was eine Ökonomie auf die eine oder andere Seite von der Schwelle bringt, multiple Gleichgewichte erfordern nicht logischerweise Diskontinuitäten im Skalenfaktor A .⁷⁶ Wirklich ausschlaggebend für eine Überwindung der Schwelle, den „Big Push“, ist der Wechsel von steigenden und sinkenden Erträgen sozialer Inputs, also Bereiche für die Zustandsvariablen, in denen soziale Skalenerträge alternieren, wenn die

⁷⁴ Das Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität könnte auch als eine Entwicklungsfalle interpretiert werden. Azariadis und Drazen (1990) beschreiben in so einer Entwicklungsfalle die Möglichkeiten für einen Wachstumssprung (Takeoff). Sie untersuchen zwei Steady States, eins mit und eins ohne Weiterbildung, wobei private Erträge aus Humankapitalinvestition positiv von der bestehenden durchschnittlichen Arbeitsqualität abhängen. Im Steady State ohne Weiterbildung könnte der soziale Ertrag aus höherem durchschnittlichem Humankapital hoch sein, aber der private Ertrag der Weiterbildung würde zu niedrig sein, um positive Weiterbildung zu generieren. Es würden keine Humankapitalinvestitionen stattfinden. Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 513 ff..

⁷⁵ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 508 f..

⁷⁶ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 509. Der Skalenfaktor A_t ist funktional abhängig von einem Vektor sozialer Inputs. Zudem hängt A_t vom Kapitalstock der gesamten Ökonomie ab, vergleiche Azariadis und Drazen (1990), S. 506.

Größe der Produktionsexternalitäten variiert.⁷⁷ Soziale Skalenerträge steigen, wann immer A eine schwach ansteigende Größe ist: Eine allgemeine Verdoppelung aller Inputs in allen Perioden wird aggregierten Output durch einen Faktor größer oder gleich zwei in jeder Periode ankurbeln.⁷⁸ Nach Azariadis und Drazen (1990) werden multiple lokal stabile Gleichgewichtspfade immer dann vorliegen, wenn individuelle Erträge aus Humankapital mit der durchschnittlichen Arbeitsqualität steigen, wie in der Ausbildungstechnologie:⁷⁹ $h(\tau^i, x) = 1 + \gamma(x)\tau^i$. Daher wird die Dynamik Bifurkationen aufweisen, welche von ursprünglichen durchschnittlichen Werten des Humankapitalniveaus abhängig sind, sogar ohne, dass ein Bereich stark steigender Skalenerträge in Humankapital vorliegt.⁸⁰

Es gibt zwei Wege, bei denen Humankapitalakkumulation in multiplen Gleichgewichtswachstumspfaden resultieren kann, und daher Entwicklungssprünge, also einen „Big Push“, erklären kann. Ist ein gegebenes Wissensniveau erreicht, so macht dieses es einfacher

- 1) weiteres Wissen zu erwerben,
- 2) induziert dieses einen starken Anstieg in den Produktionsmöglichkeiten.

⁷⁷ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S.509. Die Unterscheidung zwischen privaten und sozialen Faktoren der Produktion wurde 1986 von Romer aufgestellt. Demnach sind private Inputs solche, die von individuellen Produzenten kontrolliert werden und soziale Inputs, die von keinem Produzenten alleine kontrolliert werden.

⁷⁸ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 506 f..

⁷⁹ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 513 f.. γ ist der private Ertrag aus Humankapital und eine steigende Funktion von x , die sich Maximum $\hat{\gamma}$ nähert, wenn gilt $x \rightarrow \infty$ (x = Arbeitsqualität, τ^i = Bruchteil der Zeit für Ausbildung des Individuums i). Die Abhängigkeit γ von x beschreibt, wie bestehendes Humankapital die Effizienz der laufenden Ausbildung beeinflusst. Das bedeutet, individuelle Anreize folgen dem Zustand der Ökonomie, stärker bei höherer Arbeitsqualität.

⁸⁰ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 513 f..

Beide Möglichkeiten bedeuten, dass Schwellenexternalitäten der Grund sind für das Erreichen der „kritischen Masse“ in Humankapital.⁸¹

Nichtteilbarkeiten in der Humankapitalakkumulation sind jedoch nicht notwendig, um multiple stabile Steady States zu generieren, falls innere Lösungen und Randlösungen vorliegen,⁸² wie im Modell mit Vulnerabilität und Komplementaritäten. Durch strategische Komplementarität werden multiple lokal stabile Steady States generiert. Die makroökonomische Komplementarität aktiviert dabei die strategische Komplementarität bei γ und λ . Beide Komplementaritäten wirken somit gemeinsam, wechselseitig. Ziel ist es, eine Dynamik zu generieren, die ökonomische Zustandsvariablen, wie physisches Kapital und Humankapital, in die Nähe der kritischen Masse bringt, bzw. die sie Schwellenwerte annehmen lässt.

2.6.3 Makroökonomische Komplementaritäten und Nichtteilbarkeiten in der Humankapitalinvestition

Im Modell mit Vulnerabilität und Komplementaritäten existieren neben strategischer Komplementarität zwischen Humankapital und R&D und Nichtteilbarkeiten in R&D, Nichtteilbarkeiten in der Humankapitalinvestition,⁸³ weil die makroökonomische Komplementarität, über σ im Exponenten, den Ausbildungsproduktivitätsparameter γ aktiviert und erhöht, und die Humankapitalinvestitionen steigen lässt.

⁸¹ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 513 und Bowman und Anderson (1963), welche die ersten Ökonomen waren, von denen man weiß, dass sie eine „Threshold-Typ-Hypothese“ formuliert haben, welche ökonomisches Wachstum mit Humankapital verbindet.

⁸² Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 516.

⁸³ Im Modell von Redding (1996) sind keine Nichtteilbarkeiten in der Humankapitalinvestition relevant, aufgrund der strategischen Komplementarität muss dort keine Schwellenexternalität in der Humankapitalakkumulation integriert werden, um multiple Gleichgewichte und eine Entwicklungsfalle zu generieren. Siehe Redding (1996), S. 458 ff..

Steigende Erträge in γ erbringen multiple Gleichgewichte, jeweils mit einer anderen Wachstumsrate. Dadurch ist γ eher eine Funktion von ϑ , weil γ , der individuelle Ertrag, eher eine steigende Funktion der aggregierten Fortbildungsinvestitionen ist, d.h. des aggregierten Humankapitalbestandes.⁸⁴ Das zeigt die Bedeutung der makroökonomischen Komplementarität.

Die makroökonomische Komplementarität, die aggregierte Maßgrößen als Auslöser für die optimale Wahl eines Individuums ansieht, bewirkt über die Aktivierung von γ , dass aggregierte Maßgrößen eine Rolle spielen im Generieren von Kräften, die eine Bewegung von einem Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität bewirken. Das Generieren dieser Kräfte wird bewirkt durch das Generieren von Externalitäten in der Humankapitalakkumulation.

Grund dafür ist die Tatsache, dass wenn Ausbildungseinrichtungen Externalitäten generieren, der individuelle Ertrag eine steigende Funktion des aggregierten Humankapitalbestandes ist. Formal bedeutet das, die Funktion ist nicht überall konkav.⁸⁵

Durch Aktivierung des Ausbildungsproduktivitätsparameters γ über die makroökonomische Komplementarität, wird ein Anpassungsprozess ausgelöst, der das Wachstum ankurbelt und über verschiedene multiple Stufen schließlich zu einem Gleichgewichtswachstumspfad führt mit geringer Vulnerabilität und erhöhtem Wachstum. Der Anpassungsprozess ergibt sich wie folgt:

Verschiedene konstante Sequenzen von ϑ (multiple Stufen) verbunden mit verschiedenen Wachstumsraten der Arbeitsqualität, führen dazu, dass

⁸⁴ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 516 f..

⁸⁵ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 516 f..

Nichtteilbarkeiten in der Ausbildungstechnologie eine Trajektorie generieren, die Rostows Wachstumsstadien ähnelt: Die Ökonomie konvergiert gegen ein Steady State mit dem höchsten γ -Wert. Erweitert um verschiedene Niveaus der Arbeitsqualität, existieren dann multiple Steady State-Gleichgewichte, wenn multiple Stufen von ϑ , entweder verschiedene Niveaus der Arbeitsqualität oder verschiedene Wachstumsraten der Arbeitsqualität hervorbringen. Multiple stationäre Gleichgewichte existieren jedoch, wenn γ eher eine Funktion von ϑ ist, als eine Funktion der Arbeitsqualität.⁸⁶ Existieren multiple Stufen, würde die Ökonomie durch multiple Stadien wandern, und sich einem speziellen Gleichgewichtswachstumspfad in jedem Stadium annähern. Befindet sich die Ökonomie neben einem gegebenen Wachstumspfad j so verbessert sich die Arbeitsqualität mit der Rate nahe $\gamma_j \vartheta_j^*$, bis der nächste Schwellenwert erreicht ist. Ab diesem Wert steigen die Erträge aus Humankapital schnell, und die Ökonomie springt in Richtung eines schnelleren Wachstumspfad. Der Prozess vervollständigt sich, wenn die Arbeitsqualität den höchst möglichen Wert erreicht, und das System sich auf der höchsten Stufe des Wachstums niederlässt.⁸⁷ Multiple Gleichgewichtswachstumspfade werden zu stationären Gleichgewichten, wenn γ eher eine Funktion von ϑ ist, als eine Funktion der Arbeitsqualität.⁸⁸

Um die Implikationen von Nichtteilbarkeiten in der Humankapitaltheorie zu verdeutlichen, wird die Humankapitalakkumulationstechnologie als eine Stufenfunktion dargestellt: $\gamma = \gamma_{hV}$ für $\vartheta < \vartheta^*$, $\gamma = \gamma_{gV}$ für $\vartheta > \vartheta^*$. Falls gilt: $\gamma = \gamma_{hV}$, existiert ein stabiles Steady State mit positiver Ausbildung, solange gilt $\gamma_{hV} > \bar{\gamma}$. In der Umgebung $\vartheta \in (0, \vartheta^*)$, wo $\gamma = \gamma_{hV}$ ist, wird die Dynamik beschrieben durch den Sattelpfad, der zu einem

⁸⁶ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 516 f..

⁸⁷ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 516 f..

⁸⁸ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 517.

Gleichgewichtswachstumspfad konvergiert. Übersteigt irgendwann ϑ die Schwelle ϑ^* , so wird die Ökonomie dieses Quasi-Steady State verlassen und sich einem Steady State annähern, in dem gilt: $\gamma = \gamma_{gV}$.

Die Schwelle ist überwunden, und die Ökonomie befindet sich in einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität und hohem Wachstum.

Proposition 19: Die makroökonomische Komplementarität übernimmt drei Funktionen im Modell mit Vulnerabilität und Komplementaritäten:

- 1) Sie gibt den Startimpuls für den Wachstumsprozess im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität, wenn strategische Komplementarität noch nicht wirken kann, wegen fehlender R&D.
- 2) Sie aktiviert die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und R&D über γ und λ , da sie bei beiden im Exponenten integriert ist.
- 3) Sie bewirkt, dass aggregierte Maßgrößen eine Rolle spielen im Generieren der Kräfte, die eine Wanderung vom Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität ermöglichen.

Argumentation zu Proposition 19: 1) Betrachtet man Gleichung (29) $\log \left(\frac{E Y_{2,t}}{Y_{1,t}} \right)_{hV} = \log (1 - \delta) \int_0^1 (1 + \gamma^\sigma \vartheta(i)^\pi) di$, wird ersichtlich, dass die strategische Komplementarität, aufgrund fehlender Forschung, fehlt und die makroökonomische Komplementarität muss allein über γ^σ wirken. Sie gibt den Startimpuls im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität für den Wachstumsschub.

Argumentation zu 19: 2) Aus Gleichung (28) wird ersichtlich, dass die makroökonomische Komplementarität die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und Forschung aktiviert.

Argumentation zu 19: 3) Aufgrund von 1) und 2) ergibt sich, dass die makroökonomische Komplementarität die wesentlichen Impulse für den Wachstumsschub liefert. Betrachtet man Gleichung (29) so wird ersichtlich, dass zu Beginn im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität, wenn keine Forschung existiert und keine strategische Komplementarität zwischen Humankapital und Forschung existiert, die makroökonomische Komplementarität als alleinige Kraft ermöglicht, dass die Ökonomie wieder wachsen kann. Somit sind über die makroökonomische Komplementarität aggregierte Maßgrößen im Wachstumsprozess entscheidend und unabdingbar, wenn es darum geht, dass die Ökonomie vom Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zum Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität wandert, und somit eine Überwindung der Schwelle ermöglichen.

2.6.4 Einflussfaktoren der Schwellenüberwindung im Modell mit Vulnerabilität und Komplementaritäten

Welche Kräfte generieren die Dynamik im Modell mit Vulnerabilität und Komplementaritäten, die zur Schwellenüberwindung führt? Es gilt, bei Vulnerabilität, trotz risikoaverser Haltung, die Individuen dazu zu bringen, in Humankapital und R&D zu investieren, um die Schwelle zu überwinden. Der Parameter π in der Humankapitalfunktion ist die Elastizität des Humankapitals. Steigt die Humankapitalelastizität π , steigt die Humankapitalakkumulation, und über die strategische Komplementarität steigen auch die R&D-Investitionen. Es gibt mehr Wachstum, da Humankapital und R&D als Wachstumsmotoren fungieren. Wie bei der makroökonomischen Komplementarität, ausgedrückt durch den Parameter der Vulnerabilitätsreduktion σ im Exponenten, ergibt sich auch über die

Darstellung von π im Exponenten eine Verselbstständigung und Verstärkung des Wachstumseffektes, und damit des Schwelleneffektes. Ein Ziel wäre es, die Humankapitalelastizität zu erhöhen.

Welche Kräfte generieren eine Überwindung der Schwelle?

Proposition 20: Man unterscheidet sieben Faktoren oder Umstände, die eine Überwindung der Schwelle ermöglichen:

- 1) Durch strategische Komplementarität zwischen R&D und Humankapital kommt es über steigende Skalenerträge und Nichtteilbarkeiten zu multiplen Gleichgewichten.
- 2) Durch die Wahl des Parameters der Vulnerabilitätsreduktion σ als makroökonomische Komplementarität im Exponenten kommt es zu einer Verselbstständigung und damit zu einer Verstärkung des Effekts des Humankapitals.
- 3) Die exogene Abschreibungsrate des Humankapitals δ müsste gesenkt werden. Je geringer δ ist, desto höher ist die erwartete und tatsächliche Wachstumsrate des Humankapitals, und desto höher ist die erwartete und tatsächliche Wachstumsrate der Ökonomie.
- 4) Die Humankapitalelastizität π müsste erhöht werden.
- 5) Der Erfindungsprozess müsste in der Ökonomie möglich sein. Der Schwelleneffekt zeigt sich während des Erfindungsprozesses, denn nur mit einer Mindestanzahl von ausgebildeten Arbeitern ist der Erfindungsprozess möglich.
- 6) Der Ausbildungsproduktivitätsparameter γ müsste erhöht werden.
- 7) Der Parameter für den Umfang der Innovationen λ müsste erhöht werden.

Argumentation zu Proposition 20: 1) Aufgrund der Existenz von multiplen Gleichgewichten, steigender Skalenerträge und Nichtteilbarkeiten, bei strategischer Komplementarität zwischen Humankapital und R&D, kommt es zu einer Erhöhung des Wachstums und einer Überwindung der Schwelle, da Humankapital und R&D Wachstumsmotoren sind.

Argumentation zu Proposition 20: 2) Eine makroökonomische Komplementarität führt zu einer Verselbstständigung und Verstärkung des Effekts der Vulnerabilitätsreduktion und des Wachstumseffektes, wodurch die Schwelle überwunden werden kann. Die makroökonomische Komplementarität ist dabei im Exponenten integriert. Der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion σ ist bei λ und γ jeweils im Exponenten im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität integriert, wie aus Gleichung (28) der erwarteten Wachstumsrate der Ökonomie im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität $\log \left(\frac{E Y_{2,t}}{Y_{1,t}} \right)_{gV} = \log \left(\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu) \right) \log \left((1 - \delta) \int_0^1 (1 + \gamma^\sigma \vartheta(i)^\pi) di \right)$ ersichtlich wird. Somit erhöht die makroökonomische Komplementarität die Wachstumsrate der Ökonomie, bei gleichzeitiger Vulnerabilitätsreduktion. Die Schwelle kann überwunden werden durch die Wachstumssteigerung. Die Ökonomie befindet sich im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität und wächst dort mit der Wachstumsrate aus Gleichung (28).

Argumentation zu 20: 3) Betrachtet man Gleichung (2) $h_{1,t} = (1 - \delta) H_{2,t-1}$ wird ersichtlich, dass δ den aggregierten Humankapitalbestand beeinflusst, und so über Humankapitalakkumulation und den Wachstumsmotor Humankapital das Wachstum ankurbeln kann und die Schwelle überwinden kann.

Argumentation zu 20: 4) Aus Gleichung (4) $h_{2,t} = (1 + \gamma \vartheta^\pi) h_{1,t}$, mit $0 < \pi < 1$, $0 \leq \vartheta \leq 1$, $\gamma > 0$, wird ersichtlich, dass die Humankapitalelastizität π den Gleichgewichtsbruchteil ϑ beeinflusst. Erhöht man die Humankapitalelastizität, so steigt auch ϑ .

Argumentation zu 20: 5) Da die Überwindung der Schwelle in Verbindung mit R&D während des Erfindungsprozesses stattfindet, heißt das, es muss ein ausreichendes Maß an Humankapitalakkumulation vorliegen. Hierbei zeigt sich die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und R&D, die zur Überwindung der Schwelle führen kann. Beide Wachstumsmotoren agieren interaktiv, bei der Wachstumssteigerung und der Überwindung der Schwelle.

Argumentation zu 20: 6) Aus Gleichung (4) $h_{2,t} = (1 + \gamma \vartheta^\pi) h_{1,t}$ wird ersichtlich, dass der Ausbildungsproduktivitätsparameter γ den Gleichgewichtsbruchteil ϑ erhöhen kann, und damit steigt auch das Humankapital, wodurch das Wachstum steigt und die Ökonomie die Schwelle überwinden kann. Betrachtet man zusätzlich die Gleichung (26) die erwartete Wachstumsrate des aggregierten Humankapitalbestandes $\log E \int_0^1 H_{2,t}(i) di = \log(1 - \delta) H_{1,t} E \int_0^1 (1 + \gamma^\sigma \vartheta(i)^\pi) di$ und die Gleichung (28) die erwartete Wachstumsrate der Ökonomie im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität $\log((E Y_{2,t}) / Y_{1,t})_{gV} = \log(\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu)) + \log(1 - \delta) \int_0^1 (1 + \gamma^\sigma \vartheta(i)^\pi) di$ wird ersichtlich, dass sich bei einer Erhöhung von γ beide erwarteten Wachstumsraten erhöhen, womit die Wachstumssteigerung bestätigt wäre.

Argumentation zu 20: 7) Betrachtet man Gleichung (25) die erwartete Wachstumsrate der Qualität der Technologie $\log E \int_0^1 A_{2,m}(i) di = \log(\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu)) A_{1,m}$ und Gleichung (28) die erwartete Wachstumsrate der

Ökonomie im Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität $\log \left(\frac{E Y_{2,t}}{Y_{1,t}} \right)_{gV} = \log \left(\mu \lambda^\sigma + (1 - \mu) \right) + \log \left((1 - \delta) \int_0^1 (1 + \gamma^\sigma \vartheta(i)^\pi) di \right)$, so wird ersichtlich, dass λ beide Wachstumsraten beeinflusst, und durch steigendes λ sich das Wachstum erhöht, und die Schwelle überwunden werden kann.

2.7 Politikmaßnahmen

2.7.1 Allgemeines zu Politikmaßnahmen

Für die Politik ist es wichtig zu wissen, wann Subventionen gerechtfertigt sind. Erschwert wird dies durch die Tatsache, dass Forschungs- und Ausbildungssubventionen, die auf Koordination der Erwartungen basieren sich nur für Zwischenparameterwerte $(\alpha', \lambda, \gamma, \varphi, \mu)$, für welche multiple Gleichgewichte vorliegen, rational erklären lassen. Die Erwartungen der Arbeiter und Unternehmer bestimmen, welches der multiplen Gleichgewichte für die Zwischenparameterwerte erreicht wird. Entweder ist es das Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität,⁸⁹ oder es ist das Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität. Die Politik soll hierbei durch Koordination der Erwartungen eine wohlfahrtsverbessernde Rolle einnehmen.⁹⁰ Zwei wohlfahrtsverbessernde Politikinstrumente können vorgeschlagen werden, welche das Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität ermöglichen: eine kleine temporäre Forschungssubvention und eine Subvention auf die Humankapitalakkumulation (Ausbildung und Fortbildung). Ist das Gleichgewicht mit hohem Ausbildungsniveau erst einmal erreicht, trägt sich die Forschungssubvention von alleine („Self-Financing“). Das Gleichgewicht

⁸⁹ Das Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität ist pareto dominant gegenüber dem Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität. Es gibt keinen Anreiz vom Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität abzuweichen. Vergleiche in Anlehnung daran Redding (1996).

⁹⁰ Staatlich geförderte Forschungssubventionen sind gerechtfertigt bei Divergenz zwischen privaten und sozialen Grenzerträgen.

mit niedrigem Ausbildungsniveau wird nicht länger bestehen bleiben, sodass das Gleichgewicht mit hohem Ausbildungsniveau die einzige reine Gleichgewichtsstrategie ist. Eine kleine und temporäre Forschungssubvention hat große Effekte auf Niveau und Rate des Outputwachstums, sowie auf die Wohlfahrt der Individuen.⁹¹ Ebenso wie Redding (1996) betonen Azariadis und Drazen (1990) Politikmaßnahmen im Rahmen der Forschungssubventionen und Subventionen auf Humankapitalakkumulation.⁹² Die Subventionen führen zu Wohlfahrtsvermehrung. Humankapital- und R&D-Investitionen werden durch Subventionen initiiert. Subventionen für Externalitäten generierende Aktivitäten, wie Ausbildung und Grundlagenforschung, werden zu Pareto-Verbesserungen führen.⁹³ Diese sind also entscheidend für die Wohlfahrtsmehrung mit Überwindung der Schwelle und die Wachstumsförderung.

2.7.2 Politikmaßnahmen im Bereich Humankapital zur Vulnerabilitätsreduktion

Im Bereich Humankapital sind folgende Politikmaßnahmen vorzuschlagen: 1) Institutionen (Schulen) aufbauen, also Langzeitprojekte anstreben, 2) staatliche Ausbildungsförderung bezüglich Aus- und Weiterbildung, sowie Fortbildung im Job („Training-on-the-Job“).

Institutionen sind eine Voraussetzung für dauerhaftes Wachstum. Aus- und Weiterbildung in Schule und Beruf sind wesentliche Humankapitalinvestitionen, die wachstumsfördernd sind.

⁹¹ Siehe Redding (1996), S. 468. Ansonsten rechtfertigt man staatliche Forschungssubventionen mit einer Divergenz zwischen privaten und sozialen Grenzerträgen.

⁹² Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 524 f..

⁹³ Vergleiche hierzu auch Azariadis und Drazen (1990), S. 524.

Proposition 21: Die exogene Abschreibungsrate des Humankapitals δ ist durch Investitionen in Humankapital zu senken. δ ist ein Verhaltensparameter, der gesenkt werden kann, wenn viel mehr Individuen ausgebildet und trainiert werden, da Humankapital personengebunden ist und nicht diffundiert, sondern nur vererbt wird. Wissen müsste aktualisiert und an die jeweilige Situation angepasst werden.

Argumentation zu Proposition 21: Aus Gleichung (2) $h_{1,t} = (1 - \delta) H_{2,t-1}$ wird ersichtlich, dass δ den aggregierten Humankapitalbestand (hier der vorangegangenen Generation $t - 1$, den die Individuen in t geerbt haben) bestimmt, sowie die Humankapitalakkumulation der jeweiligen nächsten Periode. Zudem aus den Gleichungen (27) bis (29) in 2.5 zeigt sich, dass die erwarteten Wachstumsraten ebenfalls von δ beeinflusst werden.

2.7.3 Empirie zu Politikmaßnahmen im Bereich Humankapital

Es müsste erst Humankapital vorhanden oder aufgebaut sein, damit das ins Land fließende Sachkapital zu mehr Wachstum führen kann. Sachkapitalzuflüsse in Länder ohne reichlich vorhandenes Humankapital, führen dazu, dass die Sachkapitalzuflüsse ineffektiv sind und versickern. Wird mehr Zeit von den Individuen für die Humankapitalakkumulation verwendet und werden mehr Individuen ausgebildet, indem mehr in Humankapital investiert wird, führt das zu einer Vulnerabilitätsreduktion und zu einer Bewegung von einem Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität, und dabei zu einer Überwindung der Schwelle. Individuen investieren mehr Zeit für Aus- und Weiterbildung, je geringer ihre Präferenz für Gegenwartskonsum, also je geringer die Zeitpräferenzrate ist. Erfindungen, wie z.B. neue Anbau- und

Bewässerungsmethoden oder Düngemittelverbesserungen müssten den Individuen in Schule und Beruf (Ausbildung, Fortbildung, Fortbildung im Beruf) mitgeteilt werden, damit sie im Alltag mit den Neuerungen umgehen können. Ligon und Schechter (2003) fanden bei der Ableitung eines Vulnerabilitätsmaßes heraus, dass Ausbildung substanziell Vulnerabilität reduziert, z.B. sind Individuen mit einer Colledgeausbildung im Durchschnitt 37% weniger vulnerabel. Desweiteren fanden sie heraus, dass Haushalte in Stadtgebieten überraschenderweise mehr vulnerabel sind, während Landanteile keine Wirkung auf Vulnerabilität haben, und der Besitz von Farmtieren Vulnerabilität reduziert. Die Landbevölkerung kann Vulnerabilität besser managen. Dabei hat das Geschlecht des Kopfes eines Haushalts keine Wirkung, während größere Haushalte mehr vulnerabel sind, obwohl mehr Haushaltsmitglieder angestellt sind oder schon Rente bekommen.

2.7.4 Politikmaßnahmen im Bereich R&D zur Vulnerabilitätsreduktion

Im Bereich Forschung sind folgende Politikmaßnahmen vorzuschlagen: 1) Forschungsförderung durch Anreizsysteme: Forschung und speziell der Erfindungsprozess im mikroökonomischen Bereich des Farmers, kann 4 Aspekte eines Anreizsystems beinhalten: a) Ideenwettbewerb mit Forschungsprämien, b) Beteiligung am Forschungsprozess durch Eigentumsrechte im Sinne von „Farmpatenten“, c) anwendungsorientierte Forschungslehrgänge im mikroökonomischen Bereich des Farmers, d) Forschungsversicherung. 2) Forschungssubventionen, 3) Forschungskredite.

Wissensspillover spielen dabei eine große Rolle, im Sinne der Nachbarschaftshilfe und Weitergabe von Wissen innerhalb der Familien. Die Funktion des „Social Multipliers“, woraus Wissensspillover zu erklären sind,

kann aggregierte Phänomene, wie multiple Gleichgewichte, generieren, die über die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und Forschung zu mehr Wachstum führen. Erfindungen, Innovationen und Imitationen ergeben sich aus (6), mit $\alpha \geq \alpha'$. Durch Learning-by-Doing und Wissensspillover können die Farmarbeiter, z.B. den Düngemiteleinsatz effizienter anwenden. Zudem können Externalitäten generierende Subventionen, z.B. bezüglich Grundlagenforschung, Vulnerabilität reduzieren.

Forschung ist hier im nicht konventionellen Sinne zu verstehen. Die Forschung bezüglich Düngemiteleinsatz ist z.B. ein wesentlicher Bestandteil in diesem Modell. Der Düngemiteleinsatz hat hohe Anfangskosten, und ist daher ein teurer Input. Forschung diesbezüglich soll diesen Input verbessern und absichern durch einen erhöhten Ertrag im Vergleich ohne Verbesserung durch Forschung. So kann es auch für Farmarbeiter eine Absicherung im Sinne einer Forschungsversicherung geben, d.h. Forschungsförderung durch eine Art Forschungsversicherung, damit mehr geforscht wird, auch von einzelnen Farmarbeitern oder innerhalb der Dorfgruppen. Man könnte das Forschungsnetz als eine Art Ideenwettbewerb gestalten, um Anreize für die forschenden Farmarbeiter zu schaffen. Zudem kennen die Farmarbeiter die Bedürfnisse, Erfordernisse und Eigenschaften des Düngers und die Bodenbeschaffenheit durch ihre Arbeit am besten. Man kann den einzelnen Farmer, bzw. potenziellen Erfinder auch am Forschungsprozess im jeweiligen Farmbereich durch Eigentumsrechte, entsprechen Patentrechten, die eine Prämie, eine Forschungsprämie, bringen, beteiligen. Somit kann man den mikroökonomischen Bereich des Farmers mit Forschung aus dem makroökonomischen Bereich verbinden.

2.7.5 Empirie zu Politikmaßnahmen im Bereich Humankapital und R&D

Dercon und Christiaensen (2007) haben den Einfluss des Risikos schlechter Konsumergebnisse auf Düngemittleinsatz in Äthiopien untersucht. Die Verwendung von Dünger führt zu höheren Erträgen und substanziellen Durchschnittserträgen. Fallen Ernten jedoch schlecht aus, aufgrund von schlechten Wetterverhältnissen, tendieren Erträge dazu niedrig zu sein, da Dünger ein teurer Input ist, aufgrund hoher Anfangskosten. Es handelt sich um Ausgaben, die getätigt worden sind, und nicht rückgängig gemacht werden können, die sogenannten „sunk cost“. Die Verwendung von Dünger beinhaltet ein hohes Risiko, aber auch höhere Erträge, verglichen mit der Situation ohne Düngemittleinsatz. Sie haben versucht, zu beurteilen, ob schlechte Konsumergebnisse die Verwendung modernen Inputs beeinflussen. Ihre Analysen haben ergeben, dass Düngemittelanwendungsraten signifikant geringer waren, aufgrund des Risikos. Dieses Risiko bezüglich landwirtschaftlicher Erfindungen und Innovationen könnte über Versicherungssysteme beseitigt werden, wodurch Einfluss auf die Stimulation der Ausbreitung von Düngemittelanwendungen genommen werden könnte. Dercon (2002) zeigt, dass risikobewältigende Strategien zur Reduktion von Vulnerabilität Selbstversicherung durch Vorsichtersparnisse und informelle gruppenbasierte Risikoteilung mit einschließen. Diese Strategien beschäftigen sich mit den Konsequenzen von Einkommensrisiko und Konsumglättung. Haushalte können sich selbst versichern, indem sie Assets in guten Jahren ansammeln, welche sie dann in schlechten Jahren wieder erheblich verringern in Anzahl oder Summe. Alternativ können informelle Arrangements gemacht werden, unter Mitgliedern einer Gruppe oder eines Dorfes, um sich gegenseitig im Falle einer Not zu unterstützen. Diese Mechanismen werden beobachtet innerhalb großer Familien, ethnischer Gruppen,

Nachbarschaftsgruppen und professionellen Netzwerken. Informelle Risikoteilung liefert jedoch auch nur begrenzten Schutz. Ziel ist Konsumglättung, aufgrund risikoaverser Präferenzen und finanzieller Barrieren. Die Haushalte wählen eher produktive Assets zur Assetglättung als Risikomanagement, z.B. aufgrund drohender irreversibler Humankapitalverluste. Es gilt, kritische Ressourcen zu schützen, um die wiederum als Schutzwall vor Vulnerabilität zu haben. Individuen managen optimal Assets und Konsum in Hinblick auf zukünftigen Humankapitalbestand. Nicht nur um Konsum zu glätten, sondern auch um die Tatsache, dass ernährungsbezogenes Gesundheitsrisiko Humankapital bedrohen kann. Welche Vorteile bringt die Assethaltung mit sich? Erstens, Arbeitskraft oder Humankapital ist immer vorhanden, und Land, Vieh und Assets, finanzieller und physikalischer Natur, noch dazu. Der Lebensunterhalt hängt von Lohn und Transfers ab. Zweitens, die Komplementarität bei Humankapital. Wenig Assets erbringen Erträge ohne einen komplementären Input von Arbeit, sogar der fruchtbarste Boden erbringt keine Ernte ohne Erntearbeit und das Anpflanzen, und das produktivste Vieh gibt keine Milch ohne Arbeit. Daher hat man „Lockean Property Rights“ benannt, welche bedeuten, dass bei Kombination der Arbeit eines Individuums mit Land oder anderen vorher ungenutzten Ressourcen, die Ressource in ein produktives Asset transformiert wird. Humankapitalassets sind ein wichtiger Gegenstand von Irreversibilitäten. Ein Haushalt kann seine Herde oder sein Land verlieren, und bleibt dennoch in der Lage, eine Herde wieder aufzubauen, oder mit der Zeit, Zugang zu neuem Land zu sichern. Die Erholung von Humankapitalverlusten (z.B. Blindheit, permanent physikalische Behinderung, Jodmangel) ist unmöglich. Barrett und McPeak (2006) haben empirische Evidenz bezüglich eines Asset-Akkumulationsmusters, einer Akkumulationstrajektorie und multiplen Gleichgewichten aufgezeigt. Die Individuen akkumulieren Assets

oder halten sie. Jedoch, das Investieren in Vieh bedarf eines großen Überschusses, deshalb hat nicht jeder Vieh. Kaufen und Verkaufen von Vieh bedeutet einen Schutz für die Individuen, und eine effektive Möglichkeit, um Vulnerabilität zu bewältigen und für sich zu reduzieren.

2.8 Schlussbemerkungen

Dieses Modell liefert eine Mikro-Makro-Theorie, die Vulnerabilität mit Wachstum verbindet. Die makroökonomische Komplementarität bewirkt eine Verselbstständigung der Kräfte, die alleine zu einer Überwindung der Schwelle führen. Die makroökonomische Komplementarität kann die Kräfte im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität wieder aktivieren, über γ^σ , so dass gilt: $\sigma \uparrow \rightarrow \gamma \uparrow \rightarrow$ Wachstumsrate des Humankapitals $\uparrow \rightarrow$ Humankapital $\uparrow \rightarrow$ Wachstum der Ökonomie \uparrow , sodass die Ökonomie von einem Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität gelangen kann. Die Ökonomie befindet sich nun auf einem höheren Gleichgewichtswachstumspfad, entlang dem sich die Ökonomie bei geringerer Vulnerabilität und erhöhtem Wachstum bewegt. Da in einem Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität, aufgrund fehlender Forschung, keine strategische Komplementarität wirken kann, muss die makroökonomische Komplementarität den Startimpuls geben, sodass die Ökonomie aus einem Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität heraus, in dem nur Humankapitalinvestitionen stattfinden, die Schwelle zu einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität überwinden kann. In der Ökonomie ist es letztlich ein Zusammenspiel aus allen sieben Einflussfaktoren, die eine Überwindung der Schwelle beeinflussen, neben der makroökonomischen Komplementarität ist es die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und

Forschung, die exogene Abschreibungsrate des Humankapitals, die Elastizität des Humankapitals, die Gegebenheit eines Erfindungsprozesses, der Ausbildungsproduktivitätsparameter und der Parameter für den Umfang der Innovationen. Die bisherige Theorie der Modelle bezüglich Vulnerabilität hat den Fokus auf mikroökonomische Analysen zur Bewältigung der Vulnerabilität gelegt. Hier jedoch, wird der makroökonomische Aspekt mit einbezogen, was eine neue Perspektive aus wachstumstheoretischer Hinsicht beinhaltet.

Es wurde ein Zwei-Sektoren-Modell mit Landwirtschaft und Industrie (Fabriken verschiedener Größe) für die Mikro-Makro-Theorie verwendet, welches zeigte, wie die Ökonomie die Wahrscheinlichkeit von kovariaten Schocks mit Humankapital und Forschung im nicht konventionellen Sinne bewältigen kann. Es zeigte sich Evidenz, welche die Hauptannahmen des Modells unterstützt, dass strategische Komplementarität zwischen Humankapital und Forschung über Erwartungsbildung zur Verselbstständigung des Wachstumseffektes führt. Die makroökonomische Komplementarität im Exponenten von γ und λ , gibt den Startimpuls zur Verselbstständigung des Wachstumseffektes, wodurch Kräfte entstehen, die eine Bewegung von einem Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität generieren. Die Ökonomie ist zu einem neuen Gleichgewichtswachstumspfad konvergiert, entlang dem ein höheres Ausbildungs- und Produktivitätsniveau herrschen, wo die Ökonomie auf einem höheren Gleichgewichtsniveau weiter wächst. Der Ausbildungsproduktivitätsparameter γ und der Parameter für den Umfang der Innovationen λ konnten exponentiell wachsen, und dadurch stiegen auch Humankapital und Forschung exponentiell an und somit stieg auch die Wachstumsrate der Ökonomie exponentiell. Vulnerabilitätsreduktion führt zu mehr Wachstum. Es wurde aufgezeigt, dass auch Modelle mit Vulnerabilität eine Verbindung zur endogenen Wachstumstheorie haben, und

man die Formulierung „vulnerable to growth“ genauso als Betrachtungsweise zur Bewältigung von Vulnerabilität heranziehen kann, wie die Formulierung „vulnerable to poverty“ und darauf bezogene mikroökonomische Theorien zur Bewältigung von Vulnerabilität.

Es wurde ein Modell mit Vulnerabilität und Komplementaritäten analysiert, in dem neben Humankapitalakkumulationsrate und R&D-Intensität (gemessen durch φ), die makroökonomische Komplementarität die langfristige Wachstumsrate der Ökonomie bestimmt, und über einen Parameter der Vulnerabilitätsreduktion im Exponenten, im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität, die Ökonomie von einem Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität gelangt. Durch die Integration der makroökonomischen Komplementarität beim Ausbildungsproduktivitätsparameter und beim Parameter für den Umfang der Innovationen wird die strategische Komplementarität zwischen Humankapital und Forschung aktiviert.

Humankapitalinvestitionen und R&D sind strategische Komplemente, die zusammen mit Nichtteilbarkeiten in der Forschungstechnologie (unteilbare R&D-Projekte) zu multiplen Gleichgewichten für bestimmte Zwischenparameterwerte führen. Die Humankapitalinvestition der Arbeiter in dem einen Gleichgewicht ist groß genug, um die fixen Kosten aus R&D, die ein R&D-Projekt, z.B. die Erforschung eines besseren Düngemittels, erfordert, zu amortisieren. In dem anderen Gleichgewicht hingegen, ist R&D nicht gewinnbringend.⁹⁴ Welches Gleichgewicht letztlich selektiert wird, hängt im Modell mit Vulnerabilität und Komplementaritäten nicht nur von den

⁹⁴ Gemäß Finegold und Soskices (1988) werden diese beiden Gleichgewichte als „Low Skills“- und „High Skills“-Gleichgewichte interpretiert. Das „High Skills“-Gleichgewicht ist pareto dominant gegenüber dem „Low Skills“-Gleichgewicht. Eine Ökonomie, die sich in einem „Low Skills“-Gleichgewicht befindet, weist ein niedrigeres Wachstumsniveau und eine niedrigere Wachstumsrate des Pro-Kopf-Einkommens auf.

Erwartungen der Individuen ab, sondern entscheidend von der makroökonomischen Komplementarität.⁹⁵ Viele verschiedene Aspekte des ökonomischen Wachstumsprozesses spielen eine Rolle bei der Wanderung von einem Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität.⁹⁶ Multiple Gleichgewichte, aufgrund strategischer Komplementaritäten und Nichtteilbarkeiten von R&D-Projekten, können eine Erklärung für differierende ökonomische Wachstumsraten sein.⁹⁷ Neben Nichtteilbarkeiten von R&D-Projekten sind Nichtteilbarkeiten in der Investition in Humankapital vorhanden, da die Humankapitalinvestition untrennbar mit der Person verbunden ist, die sie vorgenommen hat, wie Azariadis und Drazen (1990) ausführen. Sind verschiedene konstante Sequenzen von ϑ , wobei ϑ die für Aus- und Weiterbildung aufgewendete Zeit ist, mit verschiedenen Wachstumsraten von x (=Arbeitsqualität geerbt von allen Haushalten der Generation t) verbunden, so erbringen Nichtteilbarkeiten in der Ausbildungstechnologie eine Trajektorie, die Rostows Wachstumsstadien ähnelt: Die Ökonomie konvergiert gegen ein Steady State mit dem höchsten $\hat{\gamma}$. Es existieren dann multiple Gleichgewichte, wenn verschiedene konstante Sequenzen (multiple Stufen) von ϑ , entweder verschiedene Niveaus der Arbeitsqualität erbringen oder verschiedene Wachstumsraten der Arbeitsqualität, falls γ eher eine Funktion von ϑ ist. Multiple Gleichgewichtswachstumspfade werden zu multiplen stationären Gleichgewichten, wenn γ eine Funktion von ϑ ist. Steigende Erträge in γ erbringen multiple Gleichgewichte, jedes charakterisiert durch eine andere

⁹⁵ Die Koordination der Erwartungen, sollte nach Redding (1996), die staatliche Politik übernehmen, wobei eine Rechtfertigung von Staatsinterventionen nur für Zwischenparameterwerte gilt. Siehe Redding (1996), S. 469.

⁹⁶ Siehe Eicher, S. 127 ff. und Zeng (1997), S. 1023 ff.. Die Erklärungsansätze grenzüberschreitender Wachstumsleistungen sollten viele verschiedene Aspekte des ökonomischen Wachstumsprozesses mit einbeziehen. Siehe auch Redding (1996), S. 469.

⁹⁷ Siehe Redding (1996), S. 468 f..

Wachstumsrate. γ als Funktion von ϑ bedeutet, dass der individuelle Ertrag eher eine steigende Funktion der aggregierten Fortbildungsinvestitionen ist, d.h. des aggregierten Humankapitals, womit wiederum die Bedeutung der makroökonomischen Komplementarität aufgezeigt wird und deren Verbindung zur Humankapitalakkumulation und Nichtteilbarkeiten in der Humankapitalinvestition. Dies ergibt sich kurzzeitig, wenn Ausbildungseinrichtungen Externalitäten generieren. Formal heißt das, die Funktion ist nicht überall konkav.⁹⁸ Um die Implikationen von Nichtteilbarkeiten in der Humankapitaltheorie zu verstehen, wird eine Stufenfunktion betrachtet.⁹⁹ Die Humankapitalakkumulationstechnologie wird mit γ als eine Stufenfunktion dargestellt. Hat die Arbeitsqualität einmal die Schwelle überschritten, wird die Ökonomie ein Quasi-Steady State verlassen und nähert sich einem Steady State mit einem höheren γ -Wert an.¹⁰⁰ Falls multiple Stufen vorliegen, würde die Ökonomie durch multiple Stadien wandern und sich einem speziellen Gleichgewichtswachstumspfad in jedem Stadium annähern. Befindet sich die Ökonomie neben einem gegebenen Wachstumspfad j , so verbessert sich die Arbeitsqualität mit einer Rate nahe γ_j ϑ_j^* , bis der nächste Schwellenwert erreicht ist. Bei diesem Punkt steigen die Erträge aus Humankapital schnell, und die Ökonomie springt in Richtung eines schnelleren Wachstumspfades. Der Prozess ist vollständig, wenn die Arbeitsqualität den höchst möglichen Wert erreicht, und das System sich auf der höchsten Stufe des Wachstums niederlässt.¹⁰¹ Dies zeigt, dass Nichtteilbarkeiten in der Ausbildungstechnologie entscheidend sind für das Generieren multipler innerer Gleichgewichte. Das Generieren allgemeinen

⁹⁸ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 516 f..

⁹⁹ Zu den Implikationen von Nichtteilbarkeiten in der Humankapitaltheorie siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 516f..

¹⁰⁰ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 516 f..

¹⁰¹ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 517.

Humankapitals durch Schulbildung ist die dominante Quelle der ökonomischen Entwicklung, (vielleicht weil dadurch mehr Individuen in den Ausbildungsprozess einbezogen werden und allgemeiner ausgebildet wird), eher als das durch die externen Effekte steigende spezifische produktionsbezogene Humankapital. Die Politik, welche entwickelt wurde, um Wachstum zu erhöhen, muss sich auf die beabsichtigte Humankapitalakkumulation als Wachstumsmotor konzentrieren.¹⁰²

Im Modell mit Vulnerabilität und Komplementaritäten können sieben Faktoren oder Umstände identifiziert werden, die eine Überwindung der Schwelle ermöglichen können. 1) Strategische Komplementarität zwischen Humankapital und Forschung, Nichtteilbarkeiten und multiple Gleichgewichte. 2) Der Parameter der Vulnerabilitätsreduktion als makroökonomische Komplementarität im Exponenten, wodurch sich eine Verselbstständigung und Verstärkung des Effektes des Humankapitals ergibt. 3) Die exogene Abschreibungsrate des Humankapitals, wenn sie gesenkt werden würde. 4) Die Erhöhung der Humankapitalelastizität, und die Verselbstständigung des Effektes durch Darstellung des Parameters der Humankapitalelastizität im Exponenten. 5) Der Erfindungsprozess muss in der Ökonomie möglich sein, damit es zu einer Schwellenüberwindung kommen kann. 6) Der Ausbildungsproduktivitätsparameter müsste erhöht werden. 7) Der Parameter für den Umfang der Innovationen müsste erhöht werden. Konstante Skalenerträge, wie sie ohne strategische Komplementarität in einem Modell mit Vulnerabilität vorliegen würden, werden bei Integration strategischer Komplementarität von steigenden Skalenerträgen abgelöst, die wie unter erstens erwähnt, eine Überwindung der Schwelle ermöglichen können. Die

¹⁰² Siehe Azariadis und Drazen (1990).

beiden Gleichgewichte mit hoher und niedriger Vulnerabilität sind Nash-Gleichgewichte.

Aufgrund der strategischen Komplementarität zwischen R&D und Humankapital müssen keine Schwellenexternalitäten in die Humankapitalakkumulation integriert werden, um multiple Gleichgewichte und Entwicklungsfallen in einem Modell zu generieren.¹⁰³ Denn einerseits aus der strategischen Komplementarität zwischen R&D-Investitionen und Humankapitalinvestitionen, und andererseits, wegen Nichtteilbarkeiten der R&D-Kosten können multiple Gleichgewichte und Entwicklungsfallen folgen.¹⁰⁴ In solch einer Falle können ungenügende Ausbildungsinvestitionen weiteren Bildungserwerb entmutigen und somit auch zukünftiges Wachstum, d.h. der private Ertrag der Ausbildung ist zu gering, um Ausbildung zu unterstützen und ein Gleichgewicht mit hohem Ausbildungs- und Qualitätsniveau, ein Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität, zu generieren.¹⁰⁵ Die privaten Ertragsraten der Humankapitalinvestition hängen positiv von der bestehenden durchschnittlichen Arbeitsqualität ab. Technologische Externalitäten führen dann zu Bifurkationen und Schwellenwerten,¹⁰⁶ die durch makroökonomische und strategische Komplementaritäten überwunden werden können.

2.9 Ausblick: Vulnerabilität als Frühwarnsystem?

Kann die integrierte Vulnerabilität als Warnsignal verhindern, dass die Entwicklungsfalle verwirklicht wird? Der Eintritt eines Schocks wirkt negativ

¹⁰³ Siehe Redding (1996).

¹⁰⁴ Siehe Aghion und Howitt (1998), S. 342.

¹⁰⁵ Siehe Aghion und Howitt (1998), S. 333.

¹⁰⁶ Siehe Azariadis und Drazen (1990), S. 513 ff. und S. 523.

auf die Parameter γ und λ . Die Individuen der beiden Investitionsformen, die als strategische Komplemente betrachtet werden, werden negativ in ihren Investitionsentscheidungen beeinflusst. Die Ökonomie könnte in eine Entwicklungsfalle geraten. Die Wachstumsmotoren Humankapital und technologischer Fortschritt verlieren ihre kontinuierliche Wachstumsleistung, bzw. Humankapitalinvestitionen und R&D-Investitionen werden eingeschränkt. Das Integrieren einer Schwelle ins Modell, neben Vulnerabilität, soll eine Möglichkeit sein, um vulnerable Individuen schon an entscheidenden kritischen Punkten der Ökonomie darauf hinzuweisen, was für Verhaltensweisen der Individuen (Aktivitäten oder Assets) oder Maßnahmen der Politik dann eingesetzt werden könnten, um die Tendenz zunehmender Vulnerabilität zu erkennen und abzuwenden. Deshalb ist es vielleicht auch von Interesse, Vulnerabilität mit einer Schwelle in Bezug zu setzen, eher als in Bezug auf eine Armutslinie, wenn auch trotzdem wichtig. Es gilt dann, bei diesen kritischen Punkten der Ökonomie, diesen kritischen Schwellen, zu reagieren. Es gilt, die relevante Schwelle zu überwinden. Die Vulnerabilität soll reduziert werden. Man könnte die Schwelle zwischen einem Gleichgewicht mit hoher und mit niedriger Vulnerabilität mit Hilfe der strategischen Komplementarität überwinden, indem man Humankapitalinvestitionen zunehmend im Modell einsetzt. So könnte Vulnerabilität nicht nur als Warnsignal und Identifikationsmittel von potenzieller Armut dienen, sondern eine Schwelle könnte auch die Tendenz der Ökonomie an kritischen Punkten deutlich machen und die Wirkung von Vulnerabilität als Warnsignal verstärken, indem ein Schwellenwert vor Vulnerabilität warnen kann, also Schwellenwerte ein Warnsignal für Vulnerabilität sind, und bezogen auf potenzielle Armut ein Frühwarnsystem. Dies lässt sich in alternativen Konzepten formulieren: „Vulnerabilität bezüglich Threshold“, „Vulnerabilität bezüglich lokaler Variationen in sozialen

Skalenerträgen“, oder „Vulnerabilität bezüglich strategischer Komplementaritäten“ und „Vulnerabilität als ein Humankapitalkonzept“. Damit hätte man Vulnerabilität dem Wachstumsmotor Humankapital zugeordnet, und somit auch die Zuordnung Vulnerabilität und ökonomisches Wachstum, was letztlich die Verantwortung der Gesellschaft beinhaltet, das Wachstum in vulnerablen Ökonomien zu fördern.

2.10 Kritische Würdigung

Das Modell hat gezeigt, wie mit Hilfe von Komplementaritäten Vulnerabilität bewältigt werden kann. Im Mittelpunkt stehen makroökonomische Komplementaritäten. Die makroökonomische Betrachtungsweise von Vulnerabilität zeigt, dass eine Ökonomie als Ganzes Vulnerabilität bewältigen kann. Das einzelne Individuum wird dabei aus mikroökonomischer Sicht betrachtet, aber nur wenn alle Individuen, bzw. aggregierte Maßgrößen der Ökonomie im Wachstumsprozess eine Rolle spielen und Einfluss nehmen bei der Vulnerabilitätsreduktion, kann die Ökonomie die Bewegung vom Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zum Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität schaffen. Es kann jedoch jederzeit Ausreißer geben, die als Einzelkämpfer entgegen dem ganzheitlichen Konzept arbeiten, sei es aus Unwissenheit oder Widerspruch.

Eine weitere Besonderheit des Modells ist die Verwendung von 2 Parametern, die als Formvariablen variabel gesetzt sind. Sie transportieren über die makroökonomische Komplementarität den Wachstumsschub.

Zudem können Unsicherheit und Risiko in der Realität stets unvorhersehbare Situationen hervorrufen, sowie mehrere zusätzliche Unwegbarkeiten,

Überraschungen und Hindernisse entstehen lassen, die im Modell nicht völlig abbildbar oder greifbar sind. Stärke und Häufigkeit der Schocks, die „temporale Agglomeration“, wie Cooper und Haltiwanger (1993) und Hall (1991) es benennen, kann entscheidend sein für die Modellergebnisse.¹⁰⁷

Es ist nicht immer einfach, vorherzusagen, wie Individuen bei Risiko reagieren und wie sie sich bei Risiko verhalten. Das Leben ist nicht kalkulierbar, es unterliegt Schwankungen, spekulativen, unvorhersehbaren Ereignissen, Unsicherheit und Schocks. Dies alles sind ständige Begleiter im Leben der vulnerablen Individuen. Daher ist Vulnerabilität ein schwer absicherbares Phänomen. Die Vielfältigkeit möglicher Schocks und die Nichtgreifbarkeit derselben sind entscheidend. Ein weiterer Aspekt, der schwer oder gar nicht kalkulierbar ist, ist der Bereich der „Behavioral Economics“. Aufgrund von Unsicherheit, Risiko und Erwartungsbildung existiert eine psychologische Komponente, die das Verhalten der Individuen beeinflussen kann. Es handelt sich dabei, z.B. um Verhaltensaspekte, wie Angst, Erinnerungen, Unterbewusstsein. Bewusstsein und Verhalten von Individuen sind schwer einschätzbar. Es bestehen in der Realität viele verschiedene Verhaltensmuster, und damit eine weitere unsichere Komponente des Modells. Zudem beinhalten Erwartungen, als Vorstellungen über den subjektiv wahrscheinlichen künftigen Wert von ökonomischen Variablen, um Entscheidungen in Gegenwart und Zukunft rational bewältigen zu können,

¹⁰⁷ Siehe Cooper und Haltiwanger (1993), S. 8 f.. Cooper und Haltiwanger (1993) verwenden den, von Hall (1991) gewählten, Begriff der temporalen Agglomeration. Temporale Agglomeration tritt bei strategischen Komplementaritäten im Rahmen der Abstimmung der Entscheidungsfindung auf. Individuen haben bei strategischen Komplementaritäten einen Anreiz, ihre Entscheidungen zu bündeln, eine wichtige Eigenschaft von Modellen mit strategischen Komplementaritäten. Diese Bündelung unabhängiger Entscheidungen impliziert, dass aggregierte Schwankungen den mikroökonomischen Schwankungen, hervorgerufen durch mikroökonomische Nichtlinearitäten, ähneln können, d.h. aus mikroökonomischer Sicht können Nichtkonvexitäten makroökonomische, bzw. aggregierte Schwankungen zur Folge haben.

schon alleine über die Definition eine unsichere, wahrscheinliche, schätzende, nicht planbare Komponente.

Desweiteren besteht eine Herausforderung darin, in der Realität R&D in vulnerablen Ökonomien in landwirtschaftliche R&D zu integrieren, bzw. umzusetzen und anzuwenden, sodass strategische Komplementarität wirken kann und zu mehr Wachstum führen kann.

Obwohl die Individuen in vulnerablen Systemen durch Unsicherheit, Schocks, Risiko und unvorhersehbare, nicht kalkulierbare Ereignisse geprägt sind, kann Vulnerabilität dennoch eine Herausforderung sein. Vulnerable Systeme können wie antifragile Systeme aus Schwächen (=Vulnerabilität) Nutzen ziehen und am Ende gewinnen (=Wachstum), indem sie Vulnerabilität reduzieren und Wachstum erhöhen, wie im Modell mit Hilfe von Komplementaritäten.

3. Vulnerabilität und Sunspots, sowie die „reale“ Sonnenfleckentheorie und Sunspot-Spillover

3.1 Einleitung

In diesem Modell geht es um die Frage, wie Sunspot-Gleichgewichte im Rahmen der Sunspot-Theorie in Zusammenhang mit der Erklärung und Bewältigung von Vulnerabilität stehen. Die Sunspot-Theorie ist eine Verbindung von Wachstums- und Konjunkturtheorie. Mithilfe von Sunspots¹⁰⁸ lässt sich das Zustandekommen von Konjunkturschwankungen erklären. Die Individuen in diesem Modell verbinden Sunspots, beliebige stochastische Phänomene, die keine Bedeutung und apriori keinen realen Einfluss haben, mit echten, real wirksamen Schocks. Sie halten Sunspots für echte Schocks und verhalten sich danach. Die Individuen ordnen subjektiven Wahrscheinlichkeiten schlechte Naturereignisse zu. Sunspots führen demnach zu einem Update der subjektiven Wahrscheinlichkeiten, wie in der Bayesianischen Statistik. Die Individuen ändern ihre Wirtschaftspläne und investieren nicht mehr, aufgrund ihrer erhöhten subjektiven Wahrscheinlichkeit, dass ein Schock auftritt. Folge ist, dass ex post reale Auswirkungen auftreten, die die Individuen als reales Ergebnis der Sunspots auslegen. Der vermutete reale Schock ist nicht mit positiver Wahrscheinlichkeit eingetreten. Durch das beobachtete bedeutungslose Ereignis, bzw. Signal, das Sunspot, welches sie mit einem möglicherweise schlechten stochastischen Ereignis verknüpft haben, geht es den Individuen,

¹⁰⁸ Sunspot-Gleichgewichte sind rationale Erwartungsgleichgewichte, wobei Sunspots Sonnenflecken sind, ein Begriff der Konjunkturtheorie. Siehe Azariadis und Guesnerie (1986), S. 725. Es werden bestimmte Anforderungen an eine Sunspotvariable gestellt, um Konjunkturschwankungen erklären zu können und als Koordinationsmechanismus für sich selbst erfüllende Prophezeiungen zu dienen: 1) Sie muss jederzeit für jederman beobachtbar sein, 2) Sie sollte eher wie ein Schock auf die Fundamentaldaten wirken, als ganz unabhängig von der Ökonomie sein, 3) Sie sollte eine metrische Skalierung haben, 4) Sie sollte durch Stabilisierungspolitik beeinflusst werden, d.h. es sollte eine gegenseitige Beziehung zwischen Sunspotvariable und Politik existieren. Siehe dazu Holstein (1998).

aufgrund mangelnder Investitionen, noch schlechter als zuvor bei gegenwärtiger Vulnerabilität.

Im Rahmen der Modelle rationaler Erwartungen, z.B. von Lucas (1972), Radner (1979), Grossman und Stiglitz (1976) werden Preise auf der Basis von Fundamentaldaten einer Ökonomie, den intrinsischen Faktoren, d.h. Ausstattung, Präferenzen und Produktion, bestimmt. Demnach beeinflusst intrinsische Unsicherheit die Preisunsicherheit.¹⁰⁹ Es folgte eine Generation von Modellen rationaler Erwartungen mit Zufallspreisen und extrinsischer Unsicherheit, wie Azariadis (1981), Shell (1977), Cass und Shell (1983), die die Preisbestimmung anhand von extrinsischen Faktoren, den Nicht-Fundamentaldaten der Ökonomie, bestimmten. Nun spielten auch Erwartungen, Gedanken und psychologische Faktoren, wie Angst, Bayesianische Lerntheorien oder „Animal Spirits“¹¹⁰ eine Rolle. Die Theorie sich selbst erfüllender Prophezeiungen steht dabei im Mittelpunkt. Die Zufälligkeit von Preisen kann selbst erfüllend sein, falls alle diesbezüglich dieselben Preiserwartungen haben, und asymptotisch, wenn viele Beobachtungen zusammentreffen, dann handelt es sich um ein Sunspot-Gleichgewicht. Damit ist das Phänomen der Sunspots in die Ökonomie aufgenommen. Seinen Ursprung haben Sunspots in der Sonnenfleckentheorie. St. Jevons war 1875 der erste Ökonom, der sich mit Sonnenflecken beschäftigte. Er erklärte echte Sonnenflecken als Schwankungen der Agrarproduktion, die zu gesamtwirtschaftlichen Konjunkturzyklen führten. Durch Schwankungen in der Sonnenaktivität und ihre Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion wurden

¹⁰⁹ Intrinsische Unsicherheit beinhaltet Ereignisse, die mit Fundamentaldaten verbunden sind. Siehe Azariadis und Guesnerie (1986), S. 725.

¹¹⁰ Der Begriff „Animal Spirits“ wurde von Weil (1989) definiert, er bezeichnet den Optimismus und Pessimismus der Konsumenten, d.h. extrinsische Faktoren. Weil (1989) hat in diesem Zusammenhang den Begriff „Animal Spirits“-Gleichgewichte gewählt, die die Vielzahl der multiplen Gleichgewichte bei steigenden Skalenerträgen und extrinsischer Unsicherheit beschreiben. Siehe Weil (1989), S. 889.

Konjunkturbewegungen erklärt. In der neueren Literatur beschäftigten sich Cass und Shell (1983) als erste mit Sunspots, anstelle von Zufallsvariablen, die keinen Einfluss auf die Fundamentaldaten der Ökonomie haben. In den folgenden 1980er Jahren gab es verschiedene Sunspot-Modelle, die sich mit der Entstehung, der Existenz und der Lokalisierung von Sunspot-Gleichgewichten beschäftigten, so Peck (1988). Azariadis (1981), Azariadis und Guesnerie (1986) identifizierten stationäre Sunspot-Gleichgewichte in der Umgebung von deterministischen Zyklen. Woodford (1984), (1986) entdeckten ein Kontinuum von Pfaden mit perfekter Voraussicht, die zum gleichen Steady State konvergierten. Farmer und Woodford (1984) identifizierten Sunspot-Gleichgewichte in der Nachbarschaft eines lokal stabilen Steady State-Gleichgewichtes. Die lokalen Stabilitätseigenschaften entsprechen denen für die Existenz stationärer Sunspot-Gleichgewichte. Azariadis und Guesnerie (1986) zeigten die Existenz von Sunspot-Gleichgewichten in der Nachbarschaft eines periodischen Gleichgewichtes 2.Ordnung (2-Cycle). Bei beiden Sunspot-Modellen entstehen aufgrund der Eigenschaften der Sunspot-Gleichgewichte keine großen Schwankungen in den endogenen Variablen. Weil (1989) formulierte den Begriff der „Animal Spirits“-Gleichgewichte als Interpretation für Sunspot-Gleichgewichte, das sind Gleichgewichte, die entweder mit Konsumentenoptimismus oder mit Konsumentenpessimismus gekennzeichnet sind. Nach Weil (1989) ist der Glaube an ökonomisches Wachstum selbst erfüllend, die Theorie „selbst erfüllender Prophezeiungen“ bildet die Grundlage, die sich aus der Existenz multipler Gleichgewichte ergibt. In den 1990er Jahren diskutierten Chatterjee, Cooper und Ravikumar (1993), Benhabib und Farmer (1994), Farmer (1996), Christiano und Harrison (1996), Holstein (1998) Sunspots im Rahmen von Konjunkturmodellen. Es handelte sich um eine Verbindung von Wachstums- und Konjunkturtheorie, wie bei der realen Konjunkturtheorie (Real Business

Cycle Theory).¹¹¹ Chatterjee, Cooper und Ravikumar (1993) zeigten, dass strategische Komplementarität Sunspot-Gleichgewichte produzieren kann. Es handelt sich dabei um dynamische ¹¹² Sunspot-Gleichgewichte, mit Zufallsbewegungen der Ökonomie auf verschiedenen Niveaus in der Umgebung eines Steady State, in der Nähe zur Umgebung eines anderen Steady States. Die Modellzyklen beinhalten deterministische Bewegungen zwischen zwei Nachbarschaften zweier Steady States, in denen sich auch die Sunspot-Gleichgewichte befinden.¹¹³ Die Sunspot-Gleichgewichte stehen in Verbindung mit der Persistenz von Outputschwankungen und der Korrelation zwischen Netto-Business-Formation und zukünftigem Output. Bei diesen Sunspot-Gleichgewichten entstehen große Schwankungen in endogenen Variablen. Benhabib und Farmer (1994) zeigen ein Konjunkturmodell mit sich selbst erfüllenden Erwartungen und steigenden Skalenerträgen in der Produktion, die zu einer Indeterminiertheit der Gleichgewichte führt, und damit Sunspot-Gleichgewichte möglich macht. Beschäftigung ist hier eine Funktion des Konsums, der Produktivitätsniveaus und der Höhe des Kapitalstocks. Farmer (1996) zeigt ein Konjunkturmodell, bei welchem Realkasse in der Nutzenfunktion aufgenommen wird, wodurch einerseits der monetäre Aspekt mitberücksichtigt wird und andererseits trotz konstanter Skalenerträge das Steady State indeterminiert ist, und Sunspot-Gleichgewichte möglich sind, wegen der Besonderheit der Nutzenfunktion. Christiano und Harrison (1996) setzen in ihrem Modell die gegenwärtige und zukünftige Beschäftigung in

¹¹¹ Siehe Chatterjee, Cooper und Ravikumar (1993), S. 796.

¹¹² Bei dynamischen Sunspot-Gleichgewichten verschwindet der Einfluss der Sunspots über die Zeit. Siehe Azariadis und Guesnerie (1986), S. 728.

¹¹³ Bei der realen Konjunkturtheorie werden Konjunkturschwankungen durch exogene Produktionsschocks erklärt. Es handelt sich um Gleichgewichtsmodelle mit konstanten Skalenerträgen, bei denen die Ökonomie in Abhängigkeit von Preisen und Lohnflexibilität stets auf ihr Gleichgewichtsniveau zurückkehrt. Stabilisierungspolitik wirkt hier Pareto-verschlechternd, ist unwirksam. Siehe Holstein (1998).

Beziehung.¹¹⁴ Das Modell beinhaltet steigende Skalenerträge und prozyklisches Verhalten der Produktivität aufgrund von Produktionsexternalitäten, die zu multiplen Gleichgewichten und Sunspots führen. Nicht-Fundamentaldaten beeinflussen die Gleichgewichtslösung. Das Modell hat viele mögliche Gleichgewichte: deterministische Gleichgewichte, Preise und Mengen sind unabhängig von der Sunspotvariablen, Chaos, wird durch die Anfangsbedingungen entscheidend bestimmt, oder Regimewechsel, sowie Sunspot-Gleichgewichte und Sunspot-Gleichgewichte mit Regimewechsel¹¹⁵ durch Integration einer zweiten Zufallsvariablen. Bei Christiano und Harrison (1996) nimmt die Sunspot-Variable zwei mögliche Zustände ein, entweder ein hohes Beschäftigungsniveau (Boom) oder ein geringes Beschäftigungsniveau (Depression), und die Ökonomie wandert zwischen diesen beiden indeterminierten Gleichgewichten hin und her. Ende der 1990er und Anfang der 2000er Jahre spielen Sunspots in der Geld- und Währungspolitik eine größere Rolle, wie z.B. bei Fratzscher (1999), der Sunspots als Ursache für Währungskrisen in Betracht zieht, und Krugman (1999), der die Ursachen für die Währungskrise 1997-98 in Zusammenhang mit Sunspots sieht, genauer gesagt, mit der Existenz von multiplen Gleichgewichten und Ländern, vulnerabel gegenüber sich selbst erfüllenden Vertrauenseinbrüchen, ausgelöst durch Krisen anderer Länder, die als Trigger für selbst erfüllenden Pessimismus dienen. Nach Fratzscher (1999) entsteht das Übergreifen einer Krise nicht nur aufgrund von Vulnerabilität, sondern auch aufgrund der finanziellen Abhängigkeit von Ländern mit einer Krise. Die

¹¹⁴ Durch die Annahme der Linearität der Produktionsfunktion in Bezug auf das Kapital, lässt sich das Modell auf eine einzige nicht-lineare Differenzgleichung $n_{t+1} = f(n_t)$ reduzieren, in der die gegenwärtige und zukünftige Beschäftigung in Beziehung gesetzt werden. Siehe Christiano und Harrison (1996).

¹¹⁵ Exogene Schocks beeinflussen die Erwartungen der Individuen und die Entwicklung der Variablen. Sunspot-Gleichgewichte mit Regimewechsel können durch Integration einer zweiten Zufallsvariable entstehen, wobei sich Output und Beschäftigung zwischen mehreren möglichen Gleichgewichten hin und her bewegen.

Anfälligkeit für eine Krise ist abhängig vom Grad finanzieller Unabhängigkeit und realer Integration über Länder. Bloise und Magris (2000) identifizieren Sunspots, trotz fehlender extrinsischer Unsicherheit, aufgrund integrierter Kapitalakkumulation in einer „Cash-in-Advance“-Ökonomie¹¹⁶, wodurch das Steady State-Gleichgewicht indeterminiert ist. Hintermaier (2001) zeigte Indeterminiertheit in Gegenwart von Externalitäten und identifizierte Sunspots bei geringeren Grenzen für factorspezifische Inputexternalitäten und einer weiter gefassten Spezifikation für Präferenzen.¹¹⁷ Brousseau und Detken (2001) diskutierten in einem Sunspot-Gleichgewicht den möglichen Konflikt zwischen kurzfristiger Preis- und Finanzstabilität, ein Konflikt aufgrund der selbst erfüllenden Erwartungen, die die Stabilität der Inflation mit der Glättung des Zinspfades verbinden. Brousseau und Detken (2001) haben den Begriff Sunspot-Finanzkrise und Sunspot-Finanzinstabilität eingeführt. Die Sunspot-Finanzkrise könnte Inflation auslösen und sie durch Glättung der Zinssätze eindämmen. Der Sunspot-Prozess könnte dadurch zum Erliegen kommen. Aehlig (2008) sieht Sunspots als Frühwarnsystem für Krisen. In Finanzkrisen oder anderen Krisen können Sunspots als Frühwarnsystem ein Warnsignal sein für die Individuen entsprechende Entscheidungen zu treffen, so Aehlig (2008), der einen Signalansatz für Krisen entwickelt hat, unter Berücksichtigung von Sunspots, wobei pessimistische und optimistische Stimmungen miteinbezogen werden. Hintermaier (2004) ergänzte die Sunspot-Literatur mit einem interessanten Aspekt, dem Sunspot-Paradox,

¹¹⁶ Eine „Cash-in-Advance“-Bedingung kann Geldnachfrage aktivieren, da Geld Liquidität zur Entspannung der „Cash-in-Advance“-Beschränkung liefert. „Cash-in-Advance“ bedeutet, dass Konsumkäufe in jeder Periode durch in der vorangegangenen Periode akkumuliertes Geld finanziert werden müssen. Siehe Bloise und Magris (2000), S. 1, sowie Lucas und Stokey (1997).

¹¹⁷ Bennett und Farmer (2000) haben dies in Zusammenhang mit nicht ganz so geringen Externalitäten und Präferenzen in der Klasse der Nutzenfunktionen der KPR-Form gemäß King, Rebelo und Plosser (1988) identifiziert. Sie sind logarithmiert im Konsum und additiv separabel in Arbeit. Benhabib und Farmer (1994) haben drei untere Grenzen von Externalitäten identifiziert, erforderlich für Sunspots, konsistent mit Indeterminiertheit.

welches besagt, dass identische Ökonomien determinierte Ökonomien oder Sunspot-Ökonomien sein können, abhängig von den verschiedenen Entscheidungshäufigkeiten der Individuen und der Abhängigkeit der Stabilitätsbedingungen, d.h. abhängig von der Häufigkeit der Entscheidungen, die Einfluss nehmen. Die Dauer der Betrachtungsperiode ist dabei ein wesentlicher Parameter. Die Zeiteinteilung im Modell, z.B. kontinuierliche Zeit, Quartale oder jährliche Zeiteinteilung, hat nach Hintermaier (2004) interessante Implikationen für die Determinierungseigenschaften einer Ökonomie.

In früheren Beiträgen zur Sunspot-Literatur wurden Sunspots kritisiert aus mangelndem Verständnis, wegen der Einfluss nehmenden psychologischen Komponente, sowie im Rahmen der Konjunkturtheorien als veraltete, ineffiziente Möglichkeit, Konjunkturzyklen zu erklären. Deshalb sollte mit dem Einbezug von Fundamentaldaten auch in der Sunspot-Theorie, eine reale Sunspot-Theorie geschaffen werden, die die Kritik aus früheren Zeiten aufgreift, sodass sie wieder einsetzbar sei. Der Beitrag des Modells ist die Kombination von Sunspots mit Vulnerabilität. Sunspots werden als reale Schocks identifiziert und verändern die subjektive Schockwahrscheinlichkeit der Individuen in einer Ökonomie, die von Vulnerabilität betroffen ist. Im ersten Abschnitt wird in Anlehnung an Eswaran und Kotwal (1990) ein Modellmuster mit zwei Zuständen, jeweils gewichtet mit halber Wahrscheinlichkeit, aufgezeigt, und mit der Sunspotbeobachtung kombiniert, wodurch Investitions-, Konsum- und Sparverhalten der Individuum und deren Einkommensänderung und Nutzenänderung verdeutlicht werden. Da Sunspots hier nicht identifiziert werden, sondern als realer Schock wahrgenommen werden, wurde die Herleitung der Existenz eines Gleichgewichtes von Azariadis und Drazen (1986) verwendet, um Sunspots

identifizieren zu können. Es wurde gezeigt, dass die Individuen mit dieser Methode, Sunspots identifizieren können und nicht mehr fehlgeleitet werden in ihrem Investitionsverhalten. Es gilt: Selbst erfüllende Erwartungen in die entgegengesetzte Richtung zu nutzen, für die Identifikation von Sunspots, wodurch Individuen nicht mehr fehlgeleitet werden. Wenn alle etwas glauben, wird es wahr und zyklisch (Identifikation von Sunspot-Zyklen): Alle glauben, dass sie Sunspots als Konjunkturzyklus identifizieren, dann wird keiner mehr ein Sunspot als einen realen Schock ansehen. Sie werden nicht mehr fehlgeleitet in ihrem Investitionsverhalten. Im zweiten Abschnitt geht es um die Verbindung der Vorteile der realen Konjunkturtheorie mit der Sunspot-Theorie, die eine reale Sunspot-Theorie ergibt. Es geht darum, dass die Individuen dieselbe Lohnelastizität des Sparens aufweisen, wie die Individuen in einem Modell mit perfekter Voraussicht. Mit Hilfe des Einbezugs der Lohnentwicklung in den Entscheidungsprozess sind die Individuen in der Lage, Sunspots besser beurteilen zu können, sie als bedeutungslose Ereignisse von realen Schocks abzugrenzen und ihre Investitionen und Ersparnis nicht zu reduzieren, und somit eine Verschlechterung ihrer Situation, aufgrund der Sunspots zu vermeiden. Im dritten Abschnitt geht es um die Frage, ob Transmission von Vulnerabilität länderübergreifend möglich ist, wie eine „Contagion“, eine Ansteckung, bei Währungskrisen möglich ist, und welche Rolle Sozialisation, strategische Komplementarität und Sunspot-Spillover bei der Transmission spielen.

In der neueren Literatur existieren verschiedenen Definitionen bezüglich Sunspots. Einige sehen in Sunspots, anstelle einer Zufallsvariablen, ein Synonym für ein zufälliges, exogenes, ökonomisch bedeutungsloses (extrinsisches), von allen beobachtbares Ereignis, von dem die Individuen glauben, dass es endogene Variablen determiniere, aber in Wirklichkeit

keinen Einfluss auf die Fundamentaldaten der Ökonomie haben würde. Cass und Shell (1983) definieren Sunspotzyklen, als eine Variante von Konjunkturtheorien mit endogener Dynamik, rationalen Erwartungen und jederzeit vollständiger Markträumung. Die Individuen entscheiden in Abhängigkeit von den Erwartungen bezüglich der nächsten Periode, formal entspricht das einem OLG-Modell. Zudem ist eine stochastische Komponente enthalten, da die Erwartungen unmittelbar von den Sunspots abhängig sind, d.h. bei Beobachten von Sonnenflecken kommt es, z.B. zu Preissteigerungen. Dies kann dann zu einem Prozess sich selbst erfüllender Erwartungen und wiederholter Zyklen führen, z.B. wenn zwei Sunspot-Gleichgewichte (Cycle of Order 2) alternieren. Marktunvollkommenheit, begrenzte Marktteilnahme (für später geborene Generationen) und „Cash-in-Advance“¹¹⁸ sind Umstände, die Sunspots begünstigen. Kritik am Sunspot-Phänomen sind einerseits Verständnisschwierigkeiten, wie solche nicht zu erklärenden Erwartungen entstehen und andererseits mangelnde Lernprozesse der Individuen im Verlauf der Sunspotzyklen. Es kommt jedoch vor, dass manche makroökonomische Größen, wenn auch nur zeitweise, eine unangemessene Bedeutung zugewiesen bekommen. Beispiel dafür waren die monatlichen Geldmengenwachstumsraten der USA zu Beginn der 80er Jahre oder später die Leistungsbilanzdaten. Michael Woodford (1987) definiert Sunspots als bedeutungslose Schocks, die Fundamentaldaten treffen, auf die dann eine wirkungsvolle Antwort folgt. In Sunspotmodellen könnte Stabilitätspolitik sinnlose Zyklen vermeiden, nur die Frage der Ausrichtung dieser Stabilisierungspolitik ist dabei ungeklärt.¹¹⁹ Die Bedeutung von Sunspot-Gleichgewichten ist offen für Interpretationen. Manche sehen darin eine Verbindung zur Verhaltensökonomik, Sunspots als ein Phänomen, welches

¹¹⁸ In monetären Konjunkturmodellen wird Geld über die „Cash-in-Advance“-Bedingung eingeführt.

¹¹⁹ Siehe Geigant, Haslinger, Sobotka, Westphal (1994), S. 828.

psychologische Faktoren beinhaltet, wie z.B. Angst, Bayesianische Lerntheorien, die nicht mit Präferenzen, Ausstattung oder dem Produktionset eines Individuums verbunden sind. Nach Azariadis und Guesnerie (1986) sind Sunspot-Gleichgewichte rationale Erwartungsgleichgewichte, die perfekt korreliert sind mit Ereignissen oder mit Faktoren, ausgenommen Präferenzen, Ausstattung und Produktionssets eines Individuums. Gleichgewichte dieses Typs müssen nicht notwendigerweise stationär sein. Es gibt auch dynamische Sunspot-Gleichgewichte, in welchen der Einfluss von Sunspots über die Zeit verschwindet.¹²⁰ Das Konzept der Sunspot-Gleichgewichte scheint von zentraler Bedeutung für ein umfassendes Verständnis von rationalen Erwartungen als ein Gleichgewichtskonzept.¹²¹ Obwohl bei der Sonnenfleckentheorie kein Einfluss auf die Fundamentaldaten besteht, kommt es trotzdem zu einer Beeinflussung der Ökonomie. Wie kann ein unbeobachtbares Signal einen Effekt auf Preise haben? Dies ist über die Erwartungen der Individuen möglich, womit sich ein Bezug zu strategischer Komplementarität¹²² ergibt, ein Mechanismus, der auch über Erwartungen abläuft.

Können Sunspot-Gleichgewichte in einem Modell mit Vulnerabilität existieren, und wenn ja, warum? Sunspot-Gleichgewichte können in diesem Modell existieren, weil es bei Vulnerabilität zu realen Schocks und zu Externalitäten kommen kann, die multiple Gleichgewichte zur Folge haben, und eine Indeterminiertheit der Gleichgewichte macht Sunspots möglich. Ein Sunspot-Gleichgewicht existiert, wenn ein reguläres deterministisches, periodisches Gleichgewicht der Ordnung 2 existiert. Können sich deterministische

¹²⁰ Siehe Azariadis und Guesnerie (1986), S.728.

¹²¹ Siehe Azariadis und Guesnerie (1986), S. 725.

¹²² Chatterje, Cooper und Ravikumar (1993) zeigen, dass strategische Komplementarität Sunspot-Gleichgewichte produzieren kann, da durch strategische Komplementarität multiple Gleichgewichte entstehen, die Indeterminiertheit der Gleichgewichte ins Modell einführt.

stationäre Gleichgewichte im Modell mit Vulnerabilität zu stationären Sunspot-Gleichgewichten verändern, und wenn ja, wodurch? Welchen Einfluss haben Sunspot-Gleichgewichte? Können sie zur Erklärung von Krisen dienen, oder auch zur Erklärung von Vulnerabilität? Die Forschung bezüglich des Sunspotkonzeptes versucht, den Einfluss desselben auf die Fundamentaldaten, und z.B. auf die Landwirtschaft, zu bestimmen.

Die Neuheit an der Betrachtung der Sunspots, ist der Einbezug von Produktion und Beschäftigung in die Sonnenfleckentheorie, wie bei der realen Konjunkturzyklustheorie („Real Business Cycle Theory“), welche Konjunkturschwankungen als notwendige Anpassungsreaktionen der Märkte auf Produktivitätsschocks erklärt. Im Sunspot-Modell liegen steigende Skalenerträge in der Produktion vor, wodurch multiple Gleichgewichte, also Indeterminiertheit der Gleichgewichte existiert, die Sunspots möglich machen. Die „reale“ Sonnenfleckentheorie soll ein besseres Verständnis von bedeutungslosen Ereignissen in Anpassungszyklen liefern. Da man sich bei Vulnerabilität im ex ante Zustand vor dem Schock befindet, greift die Sonnenfleckentheorie eher als die reale Konjunkturzyklustheorie. Mit dem Einbezug der Beschäftigung in die Sparfunktion können trotz konstanter Skalenerträge im Modell mit Vulnerabilität Anpassungsdynamik und Zyklen mit der „realen“ Sonnenfleckentheorie erklärt werden. Die „reale“ Sonnenfleckentheorie soll die Anpassungsmechanismen der realen Konjunkturzyklustheorie im Modell mit Vulnerabilität übernehmen, welche Reallohnbewegungen bewirken, die nicht prozyklisch sind. Die reale Sonnenfleckentheorie kann im Modell mit Vulnerabilität greifen. Unter Einbezug der Beschäftigung, bzw. des Reallohnes in die Sparfunktion ergibt sich zusätzlich zur Beeinflussung der Preise im Rahmen der Sonnenfleckentheorie auch eine Beeinflussung der Löhne. Die zudem über

die erwarteten Produktivitätsniveaus beeinflusst werden. Der Lohn spiegelt die Produktivität wieder. Werden Produktivitätszuwächse von Arbeitern und Unternehmern erwartet, werden diese Erwartungen in den Lohnverhandlungen berücksichtigt. Die Produktivität spiegelt sich letztlich in den Lohnverhandlungen wieder. Durch den Einbezug von Beschäftigung, Reallohn und Preisen in die Sparfunktion bei der „realen“ Sonnenfleckentheorie kommt es zu einer Chance für die Individuen, Sunspots besser einschätzen zu können und weniger oft fehlgeleitet zu werden durch ein bedeutungsloses Ereignis. Anpassungszyklen können besser verstanden werden und Sunspots von stochastischen Ereignissen, bedeutungsvollen Ereignissen, besser unterschieden werden. Diese „reale“ Sonnenfleckentheorie soll aufgezeigt werden, aber zuerst wird die Situation der Individuen verdeutlicht, die sich von einem Sunspot fehlleiten lassen.

Im dritten Abschnitt geht es dann um die Erklärung von „Cross-Country“-Vulnerabilitätskrisen und deren Transmission durch Sozialisation mithilfe von überschwappenden Sunspots, Sunspot-Spillover. Sunspot-Spillover sind Sunspots, die länderübergreifend wirken, wie eine Ansteckung („Contagion“), und Länder noch mehr vulnerabel machen. Fratscher (1999) hat solch eine „Contagion“ in Bezug auf Währungskrisen festgestellt, wobei Währungskrisen über die Länder transferiert werden können, d.h. ansteckend sind. Analog dazu, soll untersucht werden, ob Vulnerabilitätskrisen, aufgrund von Sunspots, die länderübergreifend wahrgenommen werden, auf andere Länder überschwappen können. Es zeigt sich, dass Transmission von Vulnerabilität durch Sozialisation existiert, da Sozialisation durch strategische Komplementarität modelliert wird, und bei strategischer Komplementarität entstehen multiple Gleichgewichte, welche Sunspots, d.h. indeterminierte Gleichgewichte in der Umgebung determinierter Gleichgewichte möglich

machen. Aufgrund der sich selbst erfüllenden Erwartungen bei Sunspots wird Vulnerabilität unter den Individuen verbreitet, d.h. Vulnerabilität ist ansteckend, „contagious“. Die Kombination von Sozialisation durch strategische Komplementarität, die zu multiplen Gleichgewichten führt, und Sunspots dadurch möglich macht, führt über sich selbst erfüllende Prophezeiungen zur Transmission von Vulnerabilität. Somit existiert eine vertikale Transmissionskette durch Sozialisation, strategische Komplementarität, multiple Gleichgewichte und Sunspots und eine horizontale Transmissionskette durch die Existenz von Sunspots und sich selbst erfüllenden Prophezeiungen.

3.2 Modell

Im Folgenden wird ein OLG-Modell mit Vulnerabilität gezeigt, in dem Sunspot-Gleichgewichte auftreten. Da bei Sunspots die Entscheidungen der Individuen von den Erwartungen über die nächste Periode abhängen, und das formal einem OLG-Modell entspricht, wird dieses hier verwendet. Die Preisunsicherheit wird von extrinsischer Unsicherheit beeinflusst, d.h. durch Ereignisse, die nicht mit ökonomischen Fundamentaldaten verbunden sind, sog. Sunspots, Modelle mit rationalen Erwartungen hingegen, bestimmen die Preise auf der Basis intrinsischer Daten, also auf der Basis von Fundamentaldaten, wie Präferenzen, Ausstattung und Produktionssets eines Individuums.¹²³ Die im Modell mit Vulnerabilität auftretenden Sunspot-Gleichgewichte sind rationale Erwartungsgleichgewichte mit Zufallspreisen und extrinsischer Unsicherheit, d.h. keiner sich aus dem Modell heraus ergebenden Unsicherheit. Die Zufälligkeit der Preise ergibt sich ganz aufgrund

¹²³ Siehe Azariadis und Guesnerie (1986), S.725.

der Erwartungen, welche die Individuen bezüglich ihrer Zukunft, ihrer Umwelt haben. Wenn diese Erwartungen von jedermann geteilt werden, kann die Preiszufälligkeit selbst erfüllend sein und wird nicht verschwinden. Sie kann sogar asymptotisch sein, wenn Individuen mehr Beobachtungen akkumulieren. Dieses Phänomen nennt man Sunspot-Gleichgewicht.¹²⁴ Alle Individuen in der Ökonomie glauben an eine perfekte und stationäre Korrelation zukünftiger Preise mit Sunspotaktivität, d.h. alle Individuen sagen zukünftige Preise voraus, falls ein Sunspot auftritt. Ein stationäres Sunspot-Gleichgewicht ist ein rationales Erwartungsgleichgewicht, in welchem die Vorhersage mit aktuellem Preisverhalten bewertet wird.¹²⁵ Da es sich bei Integration von Sunspots, aufgrund der Unsicherheit und der Erwartungsbildung, um ein stochastisches OLG-Modell handelt, ist ein ganzes Kontinuum von Gleichgewichtswachstumspfaden mit rationalen Erwartungen möglich. Die rationalen Erwartungen der Individuen können von Fundamentaldaten der Ökonomie (Anfangsausstattungen und Nutzenfunktionen) oder von Sunspots, ökonomisch nicht relevanten Überzeugungen, abhängen.¹²⁶ Sunspot-Gleichgewichte bewirken also eine Verlagerung der Einflussfaktoren auf ökonomische Abläufe von intrinsischen zu extrinsischen Faktoren. Die rationalen Erwartungen der Individuen können von Fundamentaldaten und Sonnenflecken abhängen. Welcher Einflussfaktor überwiegt, hängt von den Erwartungen (beinhalten auch verhaltensökonomische Faktoren psychologischer Natur) der Individuen ab. Die Individuen verbinden Sunspots, die gar keine Bedeutung haben, mit echten, realen Schocks. Sie halten Sunspots für reale Schocks und ändern dementsprechend ihr Verhalten. Sie ordnen subjektiven Wahrscheinlichkeiten

¹²⁴ Siehe Azariadis und Guesnerie (1986), S. 725.

¹²⁵ Siehe Azariadis und Guesnerie (1986), S. 728.

¹²⁶ Siehe Geigant, Haslinger, Sobotka und Westphal (1994), S. 688.

schlechte Naturereignisse zu. Sunspots führen zu einem Update der subjektiven Wahrscheinlichkeit, wie in der Bayesianischen Statistik. Die apriori subjektiven Wahrscheinlichkeiten erhöhen sich, dass ein realer Schock eintritt, und die Individuen investieren weniger, woraufhin es ihnen schlechter geht als zuvor bei gegenwärtiger Vulnerabilität. Die Bayes' sche Regel lautet in allgemeiner Form: Ein Individuum verfügt über eine apriori Wahrscheinlichkeitsverteilung $p(e_h)$, wobei er die Ereignisse e_h mit $h = 1, \dots, H$, nicht unterscheiden kann. Das Individuum beobachtet das Signal Ω_m mit $m = 1, \dots, M$, und revidiert daraufhin seine Wahrscheinlichkeitseinschätzungen für e_h . Das Signal Ω_m tritt mit Wahrscheinlichkeit $p(\Omega_m | e_h)$ auf. Mit der Beobachtung des Signals ergibt sich eine neue Wahrscheinlichkeit für die Ereignisse e_h : $p(e_h) p(\Omega_m | e_h)$, korrigiert durch die Gesamtwahrscheinlichkeit $p(\Omega_m)$ für das Auftauchen des Signals.

Die Bayes'sche Regel lautet in diesem Fall:

$$p(e_h | \Omega_m) = p(e_h) p(\Omega_m | e_h) / p(\Omega_m).$$

Es handelt sich um bedingte Wahrscheinlichkeiten, sie sind davon abhängig, welche Informationen Ω_m die Individuen erhalten haben. Lernen die Individuen aus Beobachtungen, so bedeutet das ein Update von subjektiven Wahrscheinlichkeitseinschätzungen.¹²⁷

Das OLG-Modell besteht aus zwei Sektoren, einem Landwirtschafts- und einem Fabriksektor, der nicht landwirtschaftliche Güter produziert. Die Generationen, mit t indexiert, leben zwei Perioden. In dem Zwei-Perioden-Modell ist das Einkommen der Individuen in beiden Perioden unsicher, aber identisch und unabhängig verteilt. Die Individuen sind risikoavers und haben identische von Neumann-Morgenstern Nutzenfunktionen, $U(c_1, c_2)$, wobei c_1

¹²⁷ Siehe Holler und Illing (2009), S. 49 ff..

und c_2 der Konsum der ersten und zweiten Periode ist. Die von Neumann-Morgenstern Nutzenfunktion hat die separable Form $U(c_1, c_2) = U(c_1) + U(c_2)$, mit $U(\cdot)$ zweifach differenzierbar, ansteigend und strikt konkav.¹²⁸ Sie maximieren. Die Individuen sehen sich der Wahrscheinlichkeit gegenüber, dass ein kovariater Schock die Landwirtschaft und auch die Fabrikproduktion betreffen kann. Sie haben eine a priori subjektive Wahrscheinlichkeit diesbezüglich. Desweiteren beobachten die Individuen ein Signal, ein Sunspot, bzw. ein Ereignis, welches ihre a priori subjektiven Wahrscheinlichkeiten erhöht, dass ein realer Schock eintreten könnte. Sie ordnen subjektiven Wahrscheinlichkeiten schlechte Naturereignisse zu. Sie halten das Sunspot für einen echten, realen Schock und ändern daraufhin ihr Verhalten und ihre Erwartungen bezüglich der Preise, der Löhne und bezüglich ihres Investitionsverhaltens. Sie investieren nicht mehr, mit der Folge, dass ex post reale Auswirkungen auftreten, die sie als Resultat der Sunspots verstehen. Stellt sich heraus, dass der Schock nicht eingetreten ist, geht es ihnen aufgrund des geänderten Verhaltens noch schlechter, als nur in Gegenwart der Wahrscheinlichkeit des exogenen kovariaten Schocks

Wie sieht der Einfluss der Sonnenflecken auf die Landwirtschaft und auf das Verhalten der Individuen aus? Ändern sie ihr Investitionsverhalten bei Auftreten von Sunspot-Gleichgewichten?

Die Individuen ändern ihr Investitionsverhalten, weil sie eine anders geartete Preisunsicherheit für ihre Erwartungsbildung zugrunde legen, und weil sie ihre a priori subjektiven Wahrscheinlichkeiten mit Beobachtung des Sunspots geändert haben, sie halten das Sunspot für einen echten, realen Schock.

¹²⁸ Siehe Eswaran und Kotwal (1990), S. 474 f.. Siehe auch Eswaran und Kotwal (1985) zu den angenommenen Risikopräferenzen, und vergleiche Blackorby, Davidson und Donaldson (1977) zur strikten Konkavität bei risikoaversen Individuen. Die Symmetrieannahme von c_1 und c_2 impliziert, dass die Individuen keine intrinsische Zeitpräferenz haben, was auf die Verlagerung auf extrinsische Faktoren hindeutet, siehe Eswaran und Kotwal (1990), S. 475.

Es gibt zwei mögliche Zustände, bzw. Ereignisse, welche mit Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{2}$ angenommen werden:¹²⁹

Der „gute“ Zustand (Zustand 2) ist in diesem Modell das stochastische Ereignis (=SE), welches eventuell schlecht ist, mit $Y = C+I$ bzw. $Y = C+S$, mit $S > 0$ und $I > 0$.

Und der „schlechte“ Zustand (Zustand 1), das bedeutungslose Ereignis, das Sunspot (=SS), welches die Individuen mit dem stochastischen Ereignis (=SE) verknüpfen (SE+SS), wo gilt $Y=C + I$, b.z.w. $Y= C + S$, mit $S = 0$ und $I = 0$. Der gesamte Nutzen lautet:

$$E(u) = 1/2 (C_{gut,SE} + I_{gut,SE}) + 1/2 (C_{schlecht,SE+SS} + I_{schlecht,SE+SS}) \quad (1)$$

Es wird der Nutzen jedes Zustandes, der eintreten kann, maximiert und miteinander verglichen. Im „guten“ Zustand (Zustand 2) hätte man Ersparnis $S_{gut,SE}$, also $Y_{gut,SE} - C_{gut,SE} = S_{gut,SE}$ plus das Einkommen $Y_{gut,SE}$, plus Nutzen aus $C_{gut,SE}$, was demnach besser wäre, als der „schlechte“ Zustand (Zustand 1), in dem nicht gespart wird, aufgrund der Sunspotbeobachtung. Es gilt: $Y_{schlecht,SE+SS} < Y_{gut,SE}$, da $Y_{gut,SE} = C_{gut,SE} + S_{gut,SE}$ größer ist als $Y_{schlecht,SE+SS} = C_{schlecht,SE+SS}$ ist.

Angenommen, der „schlechte“ Zustand (=SE+SS) tritt mit positiver Wahrscheinlichkeit in Periode 1 ein.

Dann lautet das Maximierungsproblem der Individuen:

¹²⁹ Siehe Eswaran und Kotwal (1990) bezüglich der Verwendung einer Formel mit $\frac{1}{2}$ Wahrscheinlichkeiten und zwei Zuständen, einem guten und einem schlechten Zustand. Eswaran und Kotwal (1990) bezeichnen dabei das Einkommen im schlechten Zustand 1 mit $z - \sigma$, wobei $0 < \sigma < z$ gilt. Der schlechte Zustand bedeutet dabei, dass die Individuen keinen Zugang zum Kapitalmarkt haben, es ihnen dadurch schlechter geht. Das Einkommen im guten Zustand 2 wird mit $z + \sigma$ bezeichnet, der gute Zustand bedeutet dabei, dass die Individuen Zugang zum Kapitalmarkt haben. Die Wahrscheinlichkeit jedes Zustands ist $\frac{1}{2}$. Das Einkommen jedes Individuums in jeder Periode setzt sich zusammen aus einer sicheren Komponente z und einer fairen Wette mit Auszahlungen $-\sigma$ und $+\sigma$. Siehe Eswaran und Kotwal (1990), S. 474.

$$\max_{c_1} u(c_1) + 1/2 u(C_{schlecht,SE+SS} + I_{schlecht,SE+SS}) + 1/2 u(C_{gutt,SE} + I_{gut,SE}) \quad (2)$$

Unter der Nebenbedingung: Einkommen \geq Konsum

Das Maximierungsproblem der Individuen im „schlechten“ Zustand lässt sich auch schreiben als:

$$\max_{C_{schlecht,SE+SS}} E(u(C_{schlecht,SE+SS})) + 1/2 u(Y_{schlecht,SE+SS} - (C_{schlecht,SE+SS} - Y_{gut,SE})) + 1/2 u(Y_{gut,SE} - (C_{schlecht,SE+SS} - Y_{gut,SE})). \quad (3)$$

Die Bedingung erster Ordnung, für eine optimale innere Lösung lautet:

$$u'(c_1) - 1/2 u'(\cdot) - 1/2 u'(\cdot) = 0 \quad (4)$$

Der maximierte Nutzen im „schlechten“ Zustand, d.h. der maximierte erwartete Zwei-Perioden-Nutzen, falls Zustand 1 (schlechter Zustand: SE+SS) realisiert wird, lautet:

$$U'_{schlecht, SE+SS} = u'(C_{schlecht,SE+SS}^{optimal}) + 1/2 u'(Y_{schlecht,SE+SS} - (C_{schlecht,SE+SS}^{optimal} - Y_{gut,SE})) + 1/2 u'(Y_{gut,SE} - (C_{schlecht,SE+SS}^{optimal} - Y_{gut,SE})), \quad (5)$$

wobei $Y_{schlecht,SE+SS} < Y_{gut,SE}$ ist. Bei Eswaran und Kotwal (1990) geht es den Individuen schlechter, weil sie keinen Zugang zum Kapitalmarkt haben, dadurch haben sie ein geringeres Einkommen, d.h. $(z - \sigma) < (z + \sigma)$. Die Differenz im Einkommen der beiden Zustände ergibt sich dabei durch die unsichere Komponente σ des Einkommens. Im Modell mit Vulnerabilität und Sunspots geht es den Individuen schlechter, weil sie ein Sunspot beobachtet haben, dass sie für einen realen Schock halten. Das Einkommen bei Sunspotbeobachtung (= schlechter Zustand = Zustand 1) ist geringer als das Einkommen ohne Sunspotbeobachtung (= guter Zustand = Zustand 2), es gilt

$Y_{schlecht,SE+SS} < Y_{gut,SE}$, wobei sich die Differenz im Einkommen der beiden Zustände über die unsichere Komponente einer Sunspotvariablen ergibt.

Die Individuen verknüpfen das Sunspot mit dem stochastischen Ereignis.

Angenommen der „gute“ Zustand tritt ein, also das stochastische Ereignis, tritt noch nicht mit positiver Wahrscheinlichkeit in Periode 1 ein: Die Individuen investieren wie bisher und sparen (Vorsichtssparen).

Das Maximierungsproblem der Individuen im „guten“ Zustand lautet:

$$\max_{C_{gut,SE}} E(u(C_{gut,SE})) + 1/2u(Y_{schlecht,SE+SS} - (C_{gut,SE} - Y_{schlecht,SE+SS})) + 1/2u(Y_{gut,SE} - (C_{gut,SE} - Y_{schlecht,SE+SS})). \quad (6)$$

Es gilt der maximierte Nutzen im „guten“ Zustand:

$$U'_{gut, SE} = u'(C_{gut,SE}^{optimal}) + 1/2u'(Y_{schlecht,SE+SS} + (Y_{gut,SE} - C_{gut,SE}^{optimal})) + 1/2u'(Y_{gut,SE} + (Y_{gut,SE} - C_{gut,SE}^{optimal})), \quad (7)$$

wobei $Y_{gut,SE} - C_{gut,SE} = S_{gut,SE}$ ist, d.h. Ersparnis (Vorsichtssparen) findet statt und wird zum jeweiligen Einkommen der beiden Zustände hinzu addiert.

Es gilt: $U'_{gut,SE} > U'_{schlecht,SE+SS}$. Der Nutzen aus dem „guten“ Zustand ist größer als der Nutzen aus dem „schlechten“ Ereignis, aufgrund fehlender Ersparnis und fehlender Investition. Zudem ist der Konsum im „schlechten“ Zustand geringer als im „guten“ Zustand, aufgrund der geringeren Gegenwartspräferenz bei erhöhter Schockwahrscheinlichkeit nach Sunspotbeobachtung.

Der gesamte Nutzen lautet:

$$E U(Y, C, S) = 1/2 U_{gut,SE} + 1/2 U_{schlecht,SE+SS} \quad (8)$$

Wenn das Sunspot aufgetreten ist und die Individuen ihr Investitionsverhalten geändert haben, hat das zur Folge, dass Konsum, Investition und Ersparnisbildung abhängig vom Sunspot sind. Das bedeutet, dass der Konsum, der ersten Periode, wenn das Sunspot aufgetreten ist, geringer ist, als im Falle des stochastischen Ereignisses, sie konsumieren heute weniger, wegen der geringeren Gegenwartspräferenz, um morgen mehr zum Konsumieren zu haben, da die Unsicherheit einer erhöhten Schockwahrscheinlichkeit, sie eine höhere Zukunftspräferenz haben lässt: $C_{1,schlecht,SE+SS} < C_{1,gut,SE}$, da im Falle des stochastischen Ereignisses, noch Investitionen stattfinden ($I > 0$), und gespart wird. Es gilt: $Y_{schlecht,SE+SS} = C_{schlecht,SE+SS} + I_{schlecht,SE+SS}$. Im Falle des beobachteten Sunspots finden keine Investitionen statt ($I = 0$), und keine Ersparnisbildung ($S = 0$). Es gilt dann: $Y_{schlecht,SE+SS} = C_{schlecht,SE+SS}$ und $S = I = 0$. Der Konsum entwickelt sich demnach je nach Ausprägung von Gegenwarts- und Zukunftspräferenz.

Das Einkommen der zweiten Periode lautet: $Y_2 = C_{1,schlecht,SE+SS} + I_{1,schlecht,SE+SS} + C_2 + (1+r)I_2$

Da optimales $C_{1,schlecht,SE+SS}^{optimales} < C_{1,gut,SE}^{optimal}$, d.h. der optimale Konsum der ersten Periode ist im Falle des Auftretens des Sunspots geringer, als der optimale Konsum der ersten Periode, ohne Sunspot. Es gilt: $U_{schlecht,SE+SS} < U_{gut,SE}$, d.h. es geht den Individuen schlechter nach Verknüpfung des Sunspotereignisses mit dem stochastischen Ereignis, da der Nutzen im Falle der Verknüpfung geringer ausfällt. Zudem haben sie kein Einkommen aus Kapitalerträgen, aufgrund fehlender Ersparnis und fehlender Investition. D.h., das Einkommen der zweiten Periode im Falle der Verknüpfung von Sunspot und stochastischem Ereignis ist geringer als ohne Sunspotbeobachtung, es gilt: $Y_{2,schlecht,SE+SS} < Y_{2,gut,SE}$.

Was resultiert aus der Beobachtung des Sunspots?

In Periode 2, nachdem sie das Sunspot für einen echten, realen Schock gehalten haben, geht es ihnen noch schlechter als in Periode 1 mit der apriori subjektiven Wahrscheinlichkeit eines stochastischen Ereignisses, welches eventuell schlecht ist. Sie haben nicht einmal gespart, obwohl sie bei einem stochastischen Ereignis gespart hätten.¹³⁰ Sie haben in Periode 1 weniger konsumiert und nichts gespart und nichts in Boden, Ernte und Vieh investiert ($I_{schlecht,SE+SS} = 0$, $S_{schlecht,Se+SS} = 0$).

Für die Individuen bedeutet das, Vulnerabilität wird verstärkt, sie sind der Wahrscheinlichkeit eines realen Schocks noch mehr ausgesetzt:

1) Sie können oder wollen nicht diversifizieren. Vulnerabilität kann jedoch durch Diversifizierung reduziert werden. Im Falle des stochastischen Ereignisses nimmt Diversifizierung zu. Bei Diversifizierung von Boden, wie in Vietnam, wenn die Individuen mit verstärkten wetterbedingten Schocks konfrontiert sind und erhöhte Erwartungen bezüglich des landwirtschaftlichen Risikos haben, resultiert ein höherer zukünftiger Konsum aus der Diversifizierung. Bei Diversifizierung von Arbeit, wie es in Thailand der Fall ist, kommt es zur Abwanderung der Individuen in die Städte. Indem mehr sichere Jobs angeboten werden und eine Verbesserung der Ausbildung und der Fähigkeiten der ländlichen Bevölkerung möglich ist, wandern die Individuen in die Städte ab. Dort wird dann in Humankapital investiert. Vulnerabilität kann durch Nichtfarmaktivitäten reduziert werden. Bei den zurückgelassenen Farmen hingegen, findet keine Humankapital- und keine R&D-Investition statt, und damit auch kein Wachstum. Der Wachstumseffekt verlagert sich auf die Städte, dort wird das Wachstum gesteigert.

¹³⁰ Vulnerable Haushalte halten kleine Sparguthaben für den Fall, dass ein stochastisches Ereignis eintritt, welches eventuell schlecht ist. Sie sparen nicht, um Vermögen anzusammeln. Zur Terminologie „Buffer Stock Saving“, siehe Deaton (1991) und zu weiteren Erläuterungen diesbezüglich siehe Romer (2006), S. 370 f..

2) Da sie nicht in Ernte, Boden und Vieh (= Assets) investiert haben, haben sie weniger Ertrag aus Boden, Ernte und Vieh (=Kapitaleinkommen). Die Unsicherheit bezüglich Kapitaleinkommen steigt bei Wahrnehmung eines Sunspots. Sie verkaufen sogar den vorhandenen Assetbestand.

3) Sie wählen andere Anbauprodukte, wie z.B. anderen Reis, nicht mehr kommerziellen Reis, sondern Subsistenzreis. Der Ertrag sinkt.

4) Sie reduzieren das Anbaugebiet und bauen auf einem kleineren Landstück an. Der Ertrag sinkt ebenfalls.

5) Sie verwenden keine Düngemittel mehr, da diese einen teuren Input darstellen. Der Ertrag sinkt. Der Boden wird nicht mehr effizient genutzt.

6) Die Risikoaversion der Individuen ist gestiegen. Sie sind noch mehr vulnerabel gegenüber Schocks. Die Vulnerabilität ist gestiegen.

Konsum, Investitionen, Ersparnis, Humankapitalbildung und speziell R&D-Investitionen sind gesunken und gleich Null. Der Ertrag aus dem Boden, Ernte und Vieh ist gesunken. Vulnerabilität ist gestiegen.

3.3 Die „reale“ Sonnenfleckentheorie

Die reale Sonnenfleckentheorie soll unter Berücksichtigung der Fundamentaldaten in der Entscheidung der Individuen das Beobachten eines Sunspots als realen Schock verhindern und das Identifizieren des Sunspots als bedeutungsloses Ereignis erleichtern, wodurch die Individuen in ihren Entscheidungen nicht mehr fehlgeleitet werden. Sie investieren weiterhin.

Desweiteren sollen mit der realen Sonnenfleckentheorie zyklische Anpassungsprozesse erklärt werden, welche sonst mit der realen

Konjunkturtheorie erklärt wurden.¹³¹ D.h. Anpassungszyklen sollen, wie sonst bei der realen Konjunkturtheorie, nun mit der realen Sonnenfleckentheorie über den Einbezug von Fundamentaldaten erklärt werden. Demzufolge können Sunspots Anpassungsprozesse bewirken. Beweisen lässt sich das, indem die Existenz eines zweiperiodischen Sunspots nachgewiesen wird, eines Sunspot-Zyklusses (2-Cycles).¹³²

Zur Verdeutlichung der „realen“ Sonnenfleckentheorie soll das Modell mit Vulnerabilität und Sunspots ergänzt werden in Anlehnung an das Modell von Azariadis und Guesnerie (1986). Ziel der realen Sonnenfleckentheorie soll eine bessere Voraussicht der Individuen und damit eine Identifikationsmöglichkeit von Sunspots sein. Bei der realen Sonnenfleckentheorie beziehen die Individuen Fundamentaldaten wie Preise, Löhne und Beschäftigung in ihre Entscheidungen bezüglich Ersparnis, Konsum und Investition mit ein, und können so ein realistisches Urteil über das Sunspot treffen, wodurch sie Sunspots als bedeutungslose Ereignisse identifizieren können und von realen Schocks abgrenzen können. Die Sparfunktion der Individuen bei rationalen Erwartungen unter Einbezug der Fundamentaldaten, welche im Gegensatz zur Sparfunktion bei perfekter Voraussicht steht, entspricht bei Identifikationsmöglichkeit von Sunspots der Sparfunktion, bzw. dem Sparvolumen bei Stochastik. Löhne und Preise werden berücksichtigt. π ist die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Sunspots, $1 - \pi$ ist die Wahrscheinlichkeit, dass kein Sunspot auftritt. Die Ableitung der Sparfunktion nach π ergibt die Bedingung erster Ordnung, die

¹³¹ Die reale Konjunkturtheorie erklärt zyklische Anpassungsprozesse aus realen Schocks auf die Produktionsfunktion, also durch exogene Änderungen der Produktivität. Ein positiver Technologieschock erhöht Produktion, Produktivität und Löhne, und ergibt ein größeres Angebot an Produktionsfaktoren, welches investiert wird. Der Technologieschock baut sich jedoch schnell wieder ab, wodurch es zu Anpassungsprozessen in die entgegengesetzte Richtung kommt. Jedoch bedarf es serienkorrelierter Schocks, um zyklische Anpassungsprozesse zu erhalten. Siehe Geigant, Haslinger, Sobotka und Wetsphal (1994), S. 769 f..

¹³² Siehe zum Nachweis der Existenz eines zweiperiodigen Sunspots, Azariadis und Guesnerie (1986).

die Wahrscheinlichkeit eines Sunspot-Gleichgewichts angibt. Die Sparfunktion bei rationalen Erwartungen unter Einbezug von Preisen und Löhnen ist eine Umformung der Sparfunktion bei perfekter Voraussicht, welche zusammenfallen bei $\pi = 0$.¹³³

In vielen Modellen rationaler Erwartungen (Lucas (1972), Radner (1979), Grossman und Stiglitz (1976)) beziehen Individuen Fundamentaldaten in ihre Entscheidungen mit ein, in anderen Modellen rationaler Erwartungen, in Sunspotmodellen, hingegen, haben Fundamentaldaten keinen Einfluss bei der Entscheidungsfindung der Individuen. In realen Sunspotmodellen soll durch Einbezug von Fundamentaldaten eine bessere Voraussicht auf wirtschaftliche Ereignisse erreicht werden. Mit der realen Sonnenfleckentheorie sollen Anpassungszyklen mit Hilfe von Fundamentaldaten wie Löhne, Preise und Beschäftigung erklärt werden.

Azariadis und Guesnerie (1986) haben in ihrem Artikel „Sunspots and Cycles“ die Existenz eines Sunspot-Gleichgewichtes zweiter Ordnung, d.h. eines Sunspotzyklus nachgewiesen, und ein Sunspot-Zyklus existiert nur, wenn ein Sunspot-Gleichgewicht existiert, und wenn ein deterministisches periodisches Gleichgewicht zweiter Ordnung existiert, existiert in deren Umgebung auch ein Sunspot-Zyklus. D.h. wenn ein deterministisches periodisches Gleichgewicht zweiter Ordnung existiert, existieren in deren Umgebung auch ein Sunspot-Gleichgewicht und auch ein Sunspot-Zyklus. Die hinreichende Bedingung für die Existenz eines Sunspot-Gleichgewichts, weist die Existenz einer Klasse von Ökonomien nach, in denen Sunspot-Gleichgewichte existieren können. Da stationäre Gleichgewichte zu Sunspot-Gleichgewichten „springen“ können, kann man sagen, wenn ein deterministisches periodisches Gleichgewicht existiert, so existiert auch ein Sunspot-Gleichgewicht, und wenn ein

¹³³ Siehe Azariadis und Guesnerie (1986), S. 728.

deterministisches periodisches Gleichgewicht existiert, existiert auch ein Sunspot-Zyklus. Azariadis und Guesnerie (1986) konkretisieren dieses Theorem: Ein Sunspot-Gleichgewicht mit zwei Zuständen existiert, falls, und nur falls, ein deterministisches periodisches Gleichgewicht zweiter Ordnung existiert. Die Individuen glauben, dass eine perfekte stationäre Korrelation von Zukunftspreisen und Sunspotaktivität besteht, d.h. die Individuen bewerten zukünftige Preise unter dem Gesichtspunkt der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Sunspots. Die Vorhersage der Zukunftspreise ist durch aktuelles Preisverhalten bewertet. Alle Individuen glauben, dass zwischen Sunspots und tatsächlichen Preisen eine Beziehung besteht. Desweiteren geht es darum, dass die Individuen ein Ereignis mit zwei Werten betrachten können, entweder Sunspot-Aktivität (a) oder keine Sunspot-Aktivität (b). Das Auftreten von (a) und (b) wird durch einen Markow-Prozess mit der stationären Transition-Wahrscheinlichkeitsmatrix dargestellt: $\Pi = \begin{bmatrix} \pi_{aa} & \pi_{ba} \\ \pi_{ab} & \pi_{bb} \end{bmatrix}$, wobei die Elemente $\pi_{i,j}$ die Wahrscheinlichkeit bezeichnen, mit der ein Sunspot in der zukünftigen Periode i und in der gegenwärtigen Periode j auftreten kann, $i = a, b$ und $j = a, b$. Demnach können in i beide Zustände (a) und (b) auftreten, und in j können auch beide Zustände auftreten.¹³⁴ Ein stationäres Sunspot besteht aus vier positiven Werten ($p_a, p_b, \pi_{aa}, \pi_{bb}$), wobei π_{aa} und π_{bb} im Intervall $(0, 1)$ liegen, und $p_a \neq p_b$ ist. Je nach dem, ob Ereignis (a) oder (b) auftritt, gilt der zum jeweiligen Zustand dazugehörige Preis p_a und p_b . Es gilt $p_a = \Phi(a)$ und $p_b = \Phi(b)$, wobei die Prophezeiungen b.z.w. Erwartungen selbst erfüllend sind.¹³⁵

¹³⁴ In einem anderen Modell von Guesnerie (2001), S. 3 ff., werden zwei verschiedene Naturphänomene, Sunspots und Moonspots betrachtet, wodurch die Modellergebnisse komplexer werden, siehe dazu speziell Guesnerie (2001), S. 16ff..

¹³⁵ Siehe Azariadis und Guesnerie (1986), S. 729.

Die hinreichende Bedingung für die Existenz eines Sunspot-Gleichgewichtes bei Azariadis und Guesnerie (1986) soll eine Möglichkeit darstellen, Sunspots zu identifizieren. Die hinreichende Bedingung für die Existenz eines Sunspots ergibt sich bei Azariadis und Guesnerie (1986) aus der Ableitung der Funktion¹³⁶

$$F(P, \pi_{aa}, \pi_{bb}) = Pz(P, \pi_{aa}) - z\left(\frac{1}{P}, \pi_{bb}\right), \quad (1)$$

Es soll die Differenz der Sparfunktionen in den beiden Zuständen, unterschiedlich bewertet, je nach dem sie betreffenden Zustand, Sunspot in beiden Perioden oder kein Sunspot in beiden Perioden, mit den dazugehörigen unterschiedlichen Preisverhältnissen dargestellt werden, wobei P das Preisverhältnis von p_a zu p_b ist, und $z(R, \pi)$ die Sparfunktion bei rationalen Erwartungen unter Stochastik darstellt. Es gilt, die Sparfunktion bei rationalen Erwartungen ohne Stochastik in Bezug auf den Reallohn ist $z(R, 0) = s(R)$ für alle R , und die Sparfunktion bei rationalen Erwartungen unter Stochastik in Bezug auf einen Reallohn gleich Eins, lautet $z(1, \pi) = s(1)$ für alle π , wobei $z(R, \pi)$ zwischen $s(R)$ und $s(1)$ für alle R und π liegt

Wird nach P abgeleitet, wobei $P = p_a / p_b$ ist, ergibt sich:

$$\partial_P F(P, \pi_{aa}, \pi_{bb}) = s(P)(1 + \eta(P, \pi_{aa}) + \eta(P, \pi_{bb})), \quad (2)$$

wobei s die Sparfunktion bei perfekter Voraussicht ist, $s(P)$ ist die Sparfunktion bei perfekter Voraussicht, abhängig vom Preisverhältnis. Desweiteren, ist $\eta(P, \pi)$ die Lohnelastizität des Sparens bei Stochastik in Bezug auf den Preis. Wird der Lohn miteinbezogen, ergibt sich der Bezug zum Reallohn, wobei $\eta(R, \pi)$ die Lohnelastizität des Sparens unter Stochastik in Bezug auf den Reallohn ist, mit $\eta(1, \pi) = (1 - \pi) \varepsilon(1)$. In Gleichung (2)

¹³⁶ Hier wurde P für w eingesetzt, weil im Modell mit Sunspots w die Variable für den Lohn ist. Bei Azariadis und Guesnerie steht w für das Preisverhältnis. Siehe Eswaran und Kotwal (1990).

ergibt sich die Sparfunktion, abhängig vom Preisverhältnis, $s(P)$ bei perfekter Voraussicht, bewertet mit den jeweiligen Anteilen der Lohnelastizitäten der beiden Zustände, Sunspot in beiden Perioden oder kein Sunspot in beiden Perioden.

Setzt man $P = 1$,¹³⁷ ergibt sich:

$$\partial_P F(1, \pi_{aa}, \pi_{bb}) = s(1)(1 + \eta(1, \pi_{aa}) + \eta(1, \pi_{bb})). \quad (3)$$

Kombiniert man Lemma 2 aus Azariadis und Guesnerie (1986), welches besagt, dass die Lohnelastizität des Sparens bei rationalen Erwartungen unter Stochastik mit Sunspotwahrscheinlichkeit $\eta(1, \pi) = (1 - \pi)\varepsilon(1)$ für alle π ist, wobei der Reallohn gleich Eins gesetzt wird, ergibt sich:

$$\partial_P F(1, \pi_{aa}, \pi_{bb}) < 0, \text{ falls } (2 - \pi_{aa} - \pi_{bb}) \varepsilon(1) < -1. \quad (4)$$

Daraus folgt die hinreichende Bedingung für die Existenz eines Sunspots:

$$\varepsilon(1) < 0, \quad \pi_{aa} + \pi_{bb} < 2 - \left(\frac{1}{|\varepsilon(1)|}\right).^{138} \quad (5)$$

Für das Modell mit Vulnerabilität und Sunspots folgt aus dieser Existenzbedingung, dass Individuen ein Sunspot identifizieren können, falls sie dieselbe Lohnelastizität des Sparens und damit dieselbe direkte Preiselastizität der Nachfrage aufweisen, $\varepsilon(1) < 0$, wie die Individuen mit perfekter Voraussicht, $\varepsilon(R)$. Sie verringern die Nachfrage nach dem Gut, wenn der Preis um ein Prozent steigt. Es gilt:

$$\varepsilon(R) = \varepsilon(1) < 0. \quad (6)$$

¹³⁷ Für jeden positiven Ursprung $P \neq 1$ von F , gibt es zwei positive Werte für p_a und p_b , dass die Bedingungen $D^a \equiv 1/p_a - z(p_a/p_b, \pi_{aa}) = 0$ und $D^b \equiv 1/p_b - z(p_b/p_a, \pi_{bb}) = 0$, für $p_a \neq p_b$, gelten. Genauso genügt $1/P = z(P, \pi_{aa}) / z(1/P, \pi_{bb})$ und deshalb ist $F(\cdot) = 0$. Siehe Azariadis und Guesnerie (1986), S. 730.

¹³⁸ Beweis siehe Azariadis und Drazen (1986), S. 730.

Die Individuen bei rationalen Erwartungen unter Stochastik verringern die Nachfrage nach dem Gut, wenn der Preis des Gutes um ein Prozent steigt. Die direkte Preiselastizität der Nachfrage gibt an, um wie viel Prozent sich die nachgefragte Menge eines Gutes ändert, wenn sich der Preis dieses Gutes um ein Prozent ändert. Wenn $\varepsilon(R) < 0$ ist, dann gilt bei Stochastik „perfekte Voraussicht“ für Individuen mit rationalen Erwartungen, die in der Lage sind, Sunspots als bedeutungslose Ereignisse zu identifizieren. „Perfekte Voraussicht“ im Modell mit rationalen Erwartungen und Stochastik bedeutet, die Individuen haben trotz Stochastik eine weitumfassende Sicht bei der Beurteilung ihres Sparverhaltens, bzw. ihrer Investitions- und Konsumentscheidungen, die der perfekten Voraussicht in Modellen ohne Stochastik entspricht, aufgrund des Einbezugs von Fundamentaldaten, wie Löhne und Preise.

Wenn die Individuen ein Sparverhalten mit einer Lohnelastizität des Sparens $\eta(1, \pi) = (1 - \pi) \varepsilon(1)$ haben und einer direkten Preiselastizität der Nachfrage von $\varepsilon(1) < 0$, dann existiert ein Sunspot-Gleichgewicht der zweiten Ordnung, das Anpassungszyklen erklären kann, und das die Individuen als Sunspot identifizieren können, d.h. sie unterscheiden das Sunspot-Gleichgewicht vom realen Schock, es gibt kein Update der apriori subjektiven Wahrscheinlichkeiten. Was bedeutet dieses Sparverhalten mit einer Lohnelastizität des Sparens von $\eta(1, \pi) = (1 - \pi) \varepsilon(1)$ und einer direkten Preiselastizität der Nachfrage von $\varepsilon(1) < 0$ für die Individuen im Modell mit Vulnerabilität und Sunspots? Die Individuen entscheiden bei rationalen Erwartungen unter Stochastik, wenn der Reallohn gleich Eins ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Sunspot auftreten kann, beeinflusst die direkte Preiselastizität der Nachfrage, d.h. sie verringern die nachgefragte Menge nach dem Gut, wenn sich der Preis dieses Gutes um ein Prozent erhöht.

Genauso, bei Betrachtung der Einkommenselastizität der Nachfrage, welche auch negativ ist, zeigt sich, dass die Individuen die Nachfrage nach einem Gut (inferiores Gut) nach einer Einkommenserhöhung verringern, d.h. sie sparen mehr, wenn sie den Konsum reduzieren.

Bei Azariadis und Guesnerie (1986) ergibt sich aus der Analyse, dass ein Sunspot-Zyklus (2-Cycles) existiert, sofern bei einer Lohnänderung der Einkommenseffekt größer ist als der Substitutionseffekt. Deshalb werden die Lohnelastizität des Sparens und die direkte Preiselastizität der Nachfrage sowie die Einkommenselastizität der Nachfrage betrachtet. Azariadis und Guesnerie (1986) argumentieren, dass die Transitions-Wahrscheinlichkeits-Matrix, die die einzelnen Wahrscheinlichkeiten für Auftreten und Nichtauftreten eines Sunspots in beiden Perioden aufzeigt, in ihren Diagonalelementen π_{aa} und π_{bb} nicht auf Veränderungen von Einkommens- und Substitutionseffekt reagiert, wodurch die Kontinuität des Sparverhaltens impliziert, dass ein Sunspot existiert, immer wenn ein Sunspot-Zyklus existiert. Desweiteren argumentieren sie, dass angenommen, ein Sunspot existiert, und es gilt $\varepsilon(1) < 0$, dann kann unter Berücksichtigung der Lohnelastizität des Sparens bei Stochastik in Bezug auf den Reallohn $\eta\left(\frac{w}{p}, \pi\right)$ und daraus abgeleiteter Lohnelastizität des Sparens bei Stochastik mit einem Reallohn gleich Eins, $\eta(1, \pi) = (1 - \pi) \varepsilon(1)$, durch Reduktion der Diagonalelemente π_{aa} und π_{bb} bei einer Lohnänderung der Einkommenseffekt, welcher durch Realeinkommen, aufgrund von Preisänderungen entsteht, relativ zum Substitutionseffekt, verstärkt werden kann, wodurch die Existenz stationärer Sunspot-Gleichgewichte erleichtert wird.¹³⁹

Im stationären Sunspot-Gleichgewicht, welches ein rationales Erwartungsgleichgewicht ist, herrscht „perfekte Voraussicht“, und die

¹³⁹ Siehe Azariadis und Guesnerie (1986), S. 734.

Entscheidungen der Individuen werden mit aktuellem Preis- und Lohnverhalten bewertet. Unter Einbezug der Fundamentaldaten (= "perfekte Voraussicht") können Individuen Sunspots von realen Schocks unterscheiden. Die Bedingung für die Identifikation eines Sunspot-Gleichgewichts lautet:

$$\varepsilon(R) = \varepsilon(1).$$

Proposition 1: Wenn ein Sunspot-Gleichgewicht (rationales Erwartungsgleichgewicht, perfekt korreliert mit Nicht-Fundamentaldaten) existiert, die Lohnelastizität des Sparens der Individuen im Sunspot-Gleichgewicht der Lohnelastizität der Individuen im Gleichgewicht bei perfekter Voraussicht entspricht, und wenn die direkten Preiselastizitäten der Nachfrage bei beiden Gleichgewichten, sowie die Einkommenselastizitäten der Nachfrage bei beiden Gleichgewichten übereinstimmen, sind die Individuen in der Lage, Sunspots als bedeutungslose Ereignisse zu identifizieren und von realen Schocks abzugrenzen. Eine weitere Bedingung für eine Identifikation von Sunspots wäre, dass bei einer Lohnänderung der Einkommenseffekt größer als der Substitutionseffekt wäre. Dann existieren ein Sunspot-Zyklus und somit auch ein Sunspot.

Argumentation zu Proposition 1: Sparentscheidungen in Sunspotmodellen bewirken ökonomische Entscheidungsprozesse, die zu Ergebnissen führen können, die einem Gleichgewicht mit perfekter Voraussicht entsprechen. Wenn das zutrifft, sind Individuen durch ihre Weitsicht in der Lage, Sunspots als bedeutungslose Ereignisse von realen Schocks zu unterscheiden. Das Sunspot-Gleichgewicht kann einem Gleichgewicht bei perfekter Voraussicht ähneln, wenn dieselbe Lohnelastizität des Sparens, dieselbe Preiselastizität der Nachfrage, sowie dieselbe Einkommenselastizität der Nachfrage im Gleichgewicht bei perfekter Voraussicht, wie im Sunspot-Gleichgewicht

existieren. Die Einkommenselastizität der Nachfrage gibt an, um wie viel Prozent sich die nachgefragte Menge nach einem Gut ändert, wenn sich das Einkommen um ein Prozent ändert. In einem Gleichgewicht bei perfekter Voraussicht können Individuen Sunspots von realen Schocks unterscheiden. $\eta(R, \pi) = \pi \varepsilon(R)$ für alle π , ist die Lohnelastizität des Sparens in einem Gleichgewicht bei perfekter Voraussicht, die besagt, um wie viel sich die Güternachfrage und damit das Sparverhalten ändert, wenn der Lohn um eine Einheit steigt. Desweiteren gilt $\eta(1, \pi) = (1 - \pi) \varepsilon(1)$ für alle π ¹⁴⁰, wobei $(1 - \pi)$ die Wahrscheinlichkeit ist, dass Individuen Sunspots als bedeutungslose Ereignisse identifizieren, es ist die Lohnelastizität des Sparens bei Stochastik, mit der Möglichkeit der Identifikation von Sunspots als nicht realen Schock, aufgrund des Einbezugs der Fundamentaldaten, wie Löhne und Preise, wodurch eine „perfekte Voraussicht“ erreicht wird, trotz Stochastik. D.h. die Individuen ändern ihr Sparverhalten, wenn sie Fundamentaldaten mit in ihre Entscheidungen einbeziehen, sie identifizieren Sunspots dann als bedeutungslose Ereignisse und grenzen sie von realen Schocks ab, die direkte Preiselastizität der Nachfrage bei perfekter Voraussicht ist gleich der direkten Preiselastizität der Nachfrage bei rationalen Erwartungen und Stochastik, genauso die Einkommenselastizität der Nachfrage bei perfekter Voraussicht ist gleich der Einkommenselastizität der Nachfrage bei rationalen Erwartungen und Stochastik, es gilt: $\varepsilon_{x,P}(R) = \varepsilon_{x,P}(1)$ und ebenso gilt $\varepsilon_{x,Y}(R) = \varepsilon_{x,Y}(1)$. Überwiegt bei einer Lohnänderung der Einkommenseffekt gegenüber dem Substitutionseffekt, existiert ein Sunspot. Identifizieren die Individuen in ihrem Verhalten, die Tatsache, dass der Einkommenseffekt größer als der Substitutionseffekt ist, d.h. dass sie sich mehr für ihr Einkommen an Gütern kaufen können, oder bei verringerter Nachfrage auf eine Preiserhöhung weniger konsumieren und mehr sparen,

¹⁴⁰ Siehe zur Definition Azariadis und Guesnerie (1986), S. 729.

sind sie in der Lage, Sunspots zu identifizieren. Der Einkommenseffekt entsteht durch Reallohneinkommen aufgrund von Preisänderungen. D.h. der Einbezug von Preisen und Lohn, also der Einbezug des Reallohnes, in die Entscheidungen, ermöglicht es den Individuen, Sunspots zu identifizieren.

Durch den Einbezug der Fundamentaldaten ergibt sich:

- 1) eine Änderung des Sparverhaltens,
- 2) die Identifikation eines Sunspot-Gleichgewichts als ein bedeutungsloses Ereignis und Abgrenzung von realem Schock,
- 3) können Anpassungszyklen damit erklärt werden,

wodurch aus einer Sunspot-Theorie eine reale Sunspot-Theorie wird.

Obwohl Sunspots nicht korreliert sind mit Fundamentaldaten und nicht so wirken, wie ein realer Schock, der Produktion, Produktivität und Löhne erhöht, können Individuen durch Einbezug von Fundamentaldaten (Beschäftigung, Löhnen und Preisen) in ihre Entscheidungen, die sich dann über die Elastizitäten (Lohnelastizität des Sparens, direkte Preiselastizität der Nachfrage und Einkommenselastizität der Nachfrage) in ihren Verhaltensänderungen äußern, trotzdem Sunspots als bedeutungslose Ereignisse identifizieren und von realen Schocks abgrenzen.

3.4 Transmission von Vulnerabilität durch Sunspot-Spillover und strategische Komplementarität, sowie durch Sozialisation in Verbindung mit Sunspots

In diesem Abschnitt soll die Erklärung von „Cross-Country“-Vulnerabilitätskrisen und deren Transmission durch Sozialisation mit Hilfe von „überschwappenden“ Sunspots, Sunspot-Spillover, aufgezeigt werden. Bei

Sunspot-Spillover handelt es sich um Sunspots, die länderübergreifend wirken, wie eine Ansteckung („Contagion“), und Länder noch mehr vulnerabel machen können. Fratzscher (1990) hat solch eine „Contagion“ in Bezug auf Währungskrisen festgestellt. In seinem Artikel zeigt er, dass Währungskrisen über die Länder transferiert werden, d.h. ansteckend sind. Analog dazu soll untersucht werden, ob Vulnerabilitätskrisen, aufgrund von Sunspots, die länderübergreifend wahrgenommen werden, auf andere Länder überschwappen können. Nach Fratzscher (1990) ist die Anfälligkeit eines Landes abhängig vom Grad ihrer Veranlagung, nicht-fundamentale Wahrnehmungen in ihre Wirtschaftspläne mit einzubeziehen, wie Angst, Pessimismus, Optimismus, Ungeduld. Sie können zu sich selbst erfüllenden Prophezeiungen werden. Im Zusammenhang mit „Cross-Country“-Vulnerabilitätskrisen stellt sich die Frage, ob diese sich selbst erfüllenden Prophezeiungen auch länderübergreifend sein können. Dazu wird angenommen, Land A sei von Vulnerabilität betroffen und beobachte ein Sunspot, dass sie für einen realen Schock halten. Land B sei noch nicht vulnerabel, beobachte aber auch dieses Sunspot. Sie verfügen nun über die gleichen sich selbst erfüllenden Prophezeiungen und stimmen Land A bezüglich der Sunspotwahrnehmung zu. Dieser Transfer von sich selbst erfüllenden Prophezeiungen läuft über den Mechanismus der Wissens-Spillover ab, die jedoch hier nicht-fundamentale Wahrnehmungen miteinbeziehen, und somit als Sunspot-Spillover zu bezeichnen sind. Über den Sunspot-Transfer, die Sunspot-„Contagion“, kommt es dazu, dass Land B nun auch von Vulnerabilität betroffen ist. Die sich selbst erfüllenden Erwartungen der Individuen aufgrund der Sunspotbeobachtung, haben dazu geführt, dass die Individuen aus Land B ihre apriori subjektiven Wahrscheinlichkeiten bezüglich ihrer Wirtschaftspläne nach Sunspotbeobachtung nun auch geändert haben, und es ex post zu realen

Veränderungen in der Ökonomie von Land B kommt. Die Investition und Ersparnis der Individuen geht zurück, und in Verbindung mit erhöhter Wahrscheinlichkeit von Finanzkrisen oder Naturkatastrophen, sind die Individuen in Land B nun auch von Vulnerabilität betroffen. Diese Sunspot-Spillover haben zu einem länderübergreifenden Transfer der Vulnerabilitätskrise geführt. Politik- und Handlungsempfehlungen lauten bei Fratzscher (1990) finanzielle und politische Unabhängigkeit, der Grad der Unabhängigkeit sei entscheidend für die Selbstbestimmung. Übertragen auf „Cross-Country“-Vulnerabilitätskrisen und Sunspot-Spillover bedeutet das: Aus finanzieller und politischer Unabhängigkeit folgt die „Unabhängigkeit von nicht-fundamentalen Bewegungen“, d.h. keine Beeinflussung durch Sunspots und sich erfüllenden Prophezeiungen aus anderen Ländern, wodurch Sunspot-Beobachtungen als real unbedeutende Zufallsphänomene gedeutet, und Sunspot-Spillover verhindert werden können.

In Anlehnung an Fratzscher (1990) und Chatterjee, Cooper und Ravikumar (1993) soll ein Modell für die Transmission von Vulnerabilitätskrisen durch länderübergreifende Sunspot-Spillover entwickelt werden. Es handelt sich um ein Zwei-Länder-Modell mit je zwei Sektoren, einem Finanz- und einem Produktionssektor. Im Finanzsektor von Land A existiert Vulnerabilität, im Produktionssektor von Land A noch nicht. In Land B existiert auch noch keine Vulnerabilität in beiden Sektoren.

Proposition 1: Wenn ein Sunspot in einem Land existiert, in dem ein Sektor von Vulnerabilität betroffen ist, existiert auch Transmission von sich selbst erfüllenden Erwartungen bezüglich Vulnerabilität, aufgrund von strategischer Komplementarität.

Argumentation zu Proposition 1: Wenn $n-1$ Individuen des Finanzsektors von Land A aufgrund einer Sunspotbeobachtung etwas tun oder denken und mitteilen, erfährt es auch das n -te Individuum im Produktionssektor von Land A und handelt ebenso. Und genauso, wenn $n-1$ Individuen aus Land A, aufgrund der Sunspotwahrnehmung in ihrem Land ihr Verhalten ändern, tut dies auch das n -te Individuum in Land B im Produktions- oder Finanzsektor, und wenn $n-1$ Individuen in Land B im Produktions- oder Finanzsektor ihr Verhalten bezüglich der Wirtschaftspläne ändern, tut dies auch das n -te Individuum im Produktions- oder Finanzsektor von Land B. Vulnerabilität kann vom Finanzsektor von Land A in den Produktionssektor von Land A übergreifen und genauso auch auf die beiden Sektoren von Land B. Würde man annehmen, dass diese Transmission nicht möglich wäre, würde man Autarkie annehmen, und das wäre in einer globalen und vernetzten Welt mit Wissens-Spillovern, strategischer Komplementarität, Finanzkrisen, Knappheit von Ressourcen und Naturkatastrophen mit globalen Ausmaßen nicht möglich. Würde man annehmen, dass strategische Komplementarität nicht vorliegt, würden keine multiplen Gleichgewichte und keine Sunspots existieren, aber das würde nicht der Realität entsprechen, in welcher soziale Interaktion und sich selbst erfüllende Erwartungen immer mehr Raum einnehmen in der Entscheidungsfindung der Individuen.

Horizontale Transmission von Vulnerabilität, d.h. zwischen Sektoren und Ländern, läuft aufgrund von länderübergreifenden sich selbst erfüllenden Erwartungen, Sunspot-Spillovern, ab. Behavioral Economics, und speziell Sunspots lassen sich modellieren über strategische Komplementarität. Wenn $n-1$ Individuen, aufgrund einer Sunspotbeobachtung, sich selbst erfüllende Erwartungen bezüglich Vulnerabilität haben, hat diese sich selbst erfüllenden Erwartungen auch das n -te Individuum in einem anderen Sektor oder in einem

anderen Land. Die soziale Interaktion zwischen Individuen und zwischen Ländern entsteht durch strategische Komplementarität zwischen den sich selbst erfüllenden Erwartungen der Individuen bezüglich Vulnerabilität. Durch strategische Komplementarität entstehen multiple Gleichgewichte, unter denen neben determinierten Gleichgewichten auch indeterminierte Gleichgewichte, Sunspots, existieren können.¹⁴¹ Chatterjee, Cooper und Ravikumar (1993) haben die Existenz eines Sunspots bei strategischer Komplementarität zwischen Markteintrittsentscheidungen der Individuen über die Sektoren nachgewiesen. Wenn man davon ausgeht, dass Markteintrittsentscheidungen in einen Sektor mit dem Wechsel zwischen den Sektoren verbunden ist, und diese strategische Komplementarität zwischen Markteintrittsentscheidungen zu multiplen Gleichgewichten und damit auch zu Sunspot-Gleichgewichten führen kann, sind Sunspot-Spillover damit erklärt, und damit auch die Transmission von sich selbst erfüllenden Erwartungen.

In Anlehnung an Bisin und Verdier (2001), die die Transmission kultureller Züge dargestellt haben, soll aufgezeigt werden, ob Transmission¹⁴² von Vulnerabilität existiert, d.h. ob Vulnerabilität ansteckend, „contagious“, sein kann. Bisin und Verdier (2001) beziehen in ihren Mechanismus zur Erklärung

¹⁴¹ Siehe zur Verbindung von strategischer Komplementarität und Sunspots auch Chatterjee, Cooper und Ravikumar (1993). Entstehen durch strategische Komplementarität zwischen Markteintrittsentscheidungen der Individuen multiple Gleichgewichte, so können auch Sunspots existieren, da bei multiplen Gleichgewichten in der Umgebung von deterministischen Gleichgewichten auch indeterminierte Gleichgewichte, Sunspots, existieren können. Bei Chatterjee, Cooper und Ravikumar (1993) handelt es sich um eine strategische Komplementarität zwischen den Markteintrittsentscheidungen der Individuen über die Sektoren. Chatterjee, Cooper und Ravikumar (1992) zeigen, dass diese Ergebnisse auch für Ökonomien gelten, so lange die Nachfrageelastizität mit der Anzahl der Firmen im Steady State ansteigt. Chatterjee, Cooper und Ravikumar (1993) diskutieren, dass Sunspot-Zyklen nur auftreten können, falls intratemporale strategische Verbindungen, d.h. strategische Komplementaritäten, hinreichend stark ausgeprägt sind. Siehe Chatterjee, Cooper und Ravikumar (1993), S. 809.

¹⁴² Transmission ist hier im Sinne von Ansteckung, „Contagion“, bzw. Übertragung von Vulnerabilität zu verstehen.

der Transmission kultureller Züge Sozialisation¹⁴³ mit ein. Sie unterscheiden zwischen direkter vertikaler Sozialisation, d.h. Erziehung durch die Familie, im Eltern-Kind-Verhältnis, und „oblique“ Sozialisation, d.h. Sozialisation durch die Gesellschaft. Beides seien, gemäß Bisin und Verdier (2001), kulturelle Substitute.¹⁴⁴ Für das Modell sollen zwei mögliche Arten von Eigenschaften der Bevölkerung angenommen werden, die Individuen seien vulnerabel, bezeichnet mit i , oder nicht vulnerabel, bezeichnet mit j . Vulnerabilität wird hier als Eigenschaft von Individuen und Ökonomien definiert. Der Sozialisationsmechanismus für den Übergang der Eigenschaften vulnerabel oder nicht vulnerable, wird charakterisiert durch die Wahrscheinlichkeiten für den Übergang p^{ii} und p^{ij} . Es handelt sich dabei um die Wahrscheinlichkeit, dass ein Individuum auf die Eigenschaft i (p^{ii}) oder auf die Eigenschaft j (p^{ij}) sozialisiert wird, wobei „sozialisiert auf“ bedeutet, dass das Individuum die Eigenschaft annimmt. Die direkte vertikale Sozialisation zwischen Eltern und Kind wird produziert mit der Wahrscheinlichkeit d^i . Zudem existiert gemäß Bisin und Verdier (2001) eine indirekte vertikale Sozialisation, die mit Wahrscheinlichkeit $(1-d^i)$ produziert wird. Die indirekte vertikale Sozialisation tritt auf, wenn ein Individuum per Zufall aus der Gesellschaft heraus sozialisiert wird. Es gilt für die Wahrscheinlichkeiten des Übergangs: $p^{ii} = d^i(q^i) + (1 - d^i(q^i))q^i$ und $p^{ij} = (1 - d^i(q^i))(1 - q^i)$, wobei q^i den Bruchteil der Bevölkerung mit beiden Eigenschaften darstellt.¹⁴⁵ Transmission von Vulnerabilität bezieht den Mechanismus der Sozialisation mit ein, somit sind auch die Wahrscheinlichkeiten zu berücksichtigen. Transmission wird durch Sozialisation modelliert, und Sozialisation wird durch strategische

¹⁴³ Unter Sozialisation versteht man den Prozess, bei dem ein Kind von seinen Eltern lernt, was in der Gesellschaft als akzeptiert gilt und was nicht.

¹⁴⁴ Die Bedingung, dass bei Bisin und Verdier (2001) beide Züge als kulturelle Substitute anzusehen sind, gilt, falls die direkte Sozialisation unabhängig von dem Bruchteil der Bevölkerung mit beiden Zügen, q^i , ist. Siehe dazu Bisin und Verdier (2001), S. 307.

¹⁴⁵ Siehe Bisin und Verdier (2001), S. 302.

Komplementarität modelliert, d.h. Transmission wird durch strategische Komplementarität modelliert. Der Nutzen aus der Sozialisation abzüglich der Sozialisationskosten plus die Erträge, in denen sich die strategische Komplementarität widerspiegelt, unter Berücksichtigung der Produktionsfunktion der direkten vertikalen Sozialisation und den Wahrscheinlichkeiten p^{ii} , p^{ij} und d^i , sowie $(1-d^i)$, ergibt eine Verteilung, bei der beide Eigenschaften, vulnerabel und nicht vulnerabel, erhalten bleiben.¹⁴⁶ Die Produktionsfunktion direkter vertikaler Sozialisation hängt von q^i ab, dem Bruchteil der Bevölkerung mit beiden Eigenschaften, wodurch die mögliche Abhängigkeit der Transmission von der Verteilung der beiden Eigenschaften dargestellt werden kann. Zudem wird die direkte vertikale Sozialisation durch die Aufwandsvariable τ^i angetrieben. Es ergibt sich die grundlegende Gleichung für die Dynamik der Eigenschaften: $q^i = q^i(1 - q^i)(d^i(q^i) - d^j(1 - q^i))$.¹⁴⁷ Die zur Modellierung von Transmission notwendige strategische Komplementarität wird wie folgt integriert. π^{ii} seien die Erträge, wenn es zur Transmission von Vulnerabilität kommt, d.h. wenn ein Individuum aus der Familie mit der Eigenschaft „vulnerabel“, Präferenzen für die Eigenschaft „vulnerabel“ hat, und auf Vulnerabilität sozialisiert wird, und π^{ij} seien die Erträge, wenn es nicht zur Transmission von Vulnerabilität kommt, und das Individuum aus der Familie mit der Eigenschaft „vulnerabel“, Präferenzen für die Eigenschaft „nicht vulnerabel“ hat und nicht auf Vulnerabilität sozialisiert wird. π^{ii} seien die Erträge aus der Sozialisation, wenn es zur Transmission von Vulnerabilität kommt, definiert als: $\pi^{ii} = p^{ii} V^{ii}$, und π^{ij} seien die Erträge aus der Sozialisation, wenn es nicht zur Transmission von Vulnerabilität kommt, definiert als: $\pi^{ij} = p^{ij} V^{ij}$, mit den

¹⁴⁶ Siehe zum Erhalt der Heterogenität der Charakterzüge in einer begrenzten Bevölkerung Bisin und Verdier (2001), S. 303.

¹⁴⁷ Siehe auch Bisin und Verdier (2001), S. 302 f..

Wahrscheinlichkeiten p^{ii} , p^{ij} für den Übergang der beiden Eigenschaften und mit V^{ii} , V^{ij} , dem jeweiligen subjektiven Nutzengewinn, ein Kind mit der jeweiligen Eigenschaft zu haben. Die strategische Komplementarität sieht folgende Beziehungen zwischen den beiden Erträgen der Sozialisation vor: $(\pi^{ij}(q^i, q^j) - \pi^{ij \text{ niedrig}}(q^i)) / (\pi^{ij \text{ max}}(q^j) - \pi^{ij \text{ min}}(q^j))$, wenn $\pi^{ij \text{ max}}(q^j) - \pi^{ij \text{ min}}(q^j) = 0$ ist, gibt es keine soziale Interaktion und keine Sozialisation.¹⁴⁸

1. Existenz der Transmission von Vulnerabilität

Es stellt sich die Frage, was eher wahrscheinlich ist, die Transmission von Vulnerabilität über die direkte vertikale Sozialisation, dass ein Individuum aus der Familie vom Typ „vulnerabel“ auch auf Vulnerabilität sozialisiert wird, oder dass ein Individuum aus der Familie vom Typ „vulnerabel“, nicht auf Vulnerabilität sozialisiert wird, also keine Transmission von Vulnerabilität stattfindet. Wann gilt $i \rightarrow i$? Und wann gilt $i \rightarrow j$? Wann ist Vulnerabilitätstransmission gültig, und wann nicht? Existiert die Transmission von Vulnerabilität?

Proposition 2: Wenn die Erträge aus der Transmission von Vulnerabilität $i \rightarrow i$ geringer sind, als die Erträge aus fehlender Transmission von Vulnerabilität $i \rightarrow j$, dann ist die Transmission von Vulnerabilität weniger wahrscheinlich, als das Fehlen der Transmission von Vulnerabilität $i \rightarrow j$.

Argumentation zu Proposition 2: Ein Individuum aus einer Familie vom Typ „vulnerabel“ wird eher stark und nicht vulnerabel sein durch die Sozialisation. Wenn gilt: $p^{ii}V^{ii} < p^{ij}V^{ij}$, d.h. $p^{ii} < p^{ij}$, dann überwiegt keine oder eine geringe Transmission von Vulnerabilität, aufgrund sich weniger lohnender Transmission von Vulnerabilität. Bei Annahme des Gegenteils, $p^{ii}V^{ii} >$

¹⁴⁸ In Anlehnung an Rabin (2004), wo strategische Komplementarität in „Kindness“-Funktionen modelliert wurde.

$p^{ij}V^{ij}$, d.h. $p^{ii} > p^{ij}$, würde eine Transmission von Vulnerabilität existieren, das ist aber nur der Fall, wenn auch der Nutzengewinn dann $V^{ii} > V^{ij}$ wäre, der ist jedoch bei Vulnerabilität und Transmission in Proposition 2 : $V^{ii} < V^{ij}$, was bedeutet, es gilt $p^{ii} < p^{ij}$, wonach demnach keine Transmission von Vulnerabilität lohnend ist und keine Transmission von Vulnerabilität existiert.

2. Unter welchen Bedingungen existiert Transmission von Vulnerabilität

Es handelt sich um den Fall der Transmission von Vulnerabilität durch Sozialisation in Kombination mit Sunspots (SS) und sich selbst erfüllende Erwartungen, d.h. Transmission von Vulnerabilität durch Sunspotbeobachtung, es gilt: $i_{SS} \rightarrow i_{SS}$.

Proposition 3: Obwohl die Erträge aus $i_{SS} \rightarrow i_{SS}$ geringer sind, als die Erträge aus $i_{SS} \rightarrow j_{SS}$, ist $i_{SS} \rightarrow i_{SS}$ im Rahmen der Transmission durch Sozialisation, aufgrund der Sunspotbeobachtung wahrscheinlicher. Es gilt: $p_{SS}^{ii}V_{SS}^{ii} < p_{SS}^{ij}V_{SS}^{ij}$, aber $p_{SS}^{ii} > p_{SS}^{ij}$.

Argumentation zu Proposition 3: Die Transmission von Vulnerabilität überwiegt bei Sunspotbeobachtung, aufgrund der Macht der sich selbst erfüllenden Prophezeiungen bezüglich Vulnerabilität, die sich unter den Individuen verbreitet. Wäre das Gegenteil gültig mit $p_{SS}^{ii}V_{SS}^{ii} > p_{SS}^{ij}V_{SS}^{ij}$, und $p^{ii} < p^{ij}$, d.h. keine Transmission von Vulnerabilität bei Sunspotbeobachtung existieren würde, wäre die dem Sunspot innewohnende Eigenschaft der sich selbst erfüllenden Erwartungen ausgeblendet, was nicht dem Sunspot-Konzept entspricht.

Ergebnis: Transmission von Vulnerabilität durch Sozialisation existiert, da Sozialisation durch strategische Komplementarität modelliert wird, und bei strategischer Komplementarität entstehen multiple Gleichgewichte, welche

Sunspots, d.h. indeterminierte Gleichgewichte in der Umgebung determinierter Gleichgewichte möglich machen. Aufgrund der sich selbst erfüllenden Erwartungen bei Sunspots wird Vulnerabilität unter den Individuen verbreitet, d.h. Vulnerabilität ist ansteckend, „contagious“. Die Kombination von Sozialisation durch strategische Komplementarität, die zu multiplen Gleichgewichten führt, und Sunspots dadurch möglich macht, führt über sich selbst erfüllende Prophezeiungen zur Transmission von Vulnerabilität. Somit existiert eine vertikale Transmissionskette durch Sozialisation, strategische Komplementarität, multiple Gleichgewichte und Sunspots und eine horizontale Transmissionskette durch die Existenz von Sunspots und sich selbst erfüllenden Prophezeiungen unter den Individuen. Die Transmission von Vulnerabilität durch Sozialisation in Verbindung mit der Existenz von Sunspots, führt über sich selbst erfüllende Erwartungen zur Ansteckung, „Contagion“, von Vulnerabilität zwischen Individuen. Wenn $n-1$ Individuen Erwartungen bezüglich nahender Vulnerabilität haben, hat diese Erwartungen auch das n -te Individuum.

Betrachtet man innerhalb dieses Prozesses die direkte vertikale Sozialisation und die indirekte vertikale Sozialisation, sowie die horizontale Sozialisation erkennt man die einzelnen Stufen des Ablaufprozesses der Transmission von Vulnerabilität durch Sozialisation. Die erste Stufe umfasst die direkte vertikale Sozialisation, die Transmission von Vulnerabilität durch Sozialisation zwischen Eltern und Kind. Die zweite Stufe umfasst die nicht direkte vertikale Sozialisation, d.h. die Sozialisation zwischen Bevölkerung, Individuum ausgesucht per Zufall, und Kind. Die dritte Stufe umfasst wieder die nicht direkte vertikale Sozialisation, aber dieses Mal die umgekehrte nicht direkte vertikale Sozialisation, wobei ein Kind über strategische Komplementarität und wechselseitige Erwartungen bezüglich Vulnerabilität eine Bevölkerung mit

Vulnerabilität anstecken kann. Die vierte Stufe umfasst die horizontale Sozialisation, d.h. die Sozialisation zwischen zwei Bevölkerungen, wobei durch strategische Komplementarität Land A, welches von Vulnerabilität betroffen ist, durch horizontale Sozialisation Land B mit Vulnerabilität ansteckt, bzw. Vulnerabilität überträgt. Drei Stufen vertikale Sozialisation und eine Stufe horizontale Sozialisation führen zur Transmission von Vulnerabilität zwischen Individuen und Ökonomien.

Proposition 4: Die Transmission von Vulnerabilität durch Sozialisation zwischen zwei Ökonomien verläuft über direkte vertikale, nicht direkte vertikale und umgekehrte nicht direkte vertikale Sozialisation, sowie anschließende horizontale Transmission. Das Ablaufschema umfasst vier Schritte, drei vertikale und einen horizontalen Abschnitt: Ansteckung mit Vulnerabilität zwischen Individuum (Eltern) und Individuum (Kind) im Sinne von Sozialisation, sowie Bevölkerung und Kind im Sinne von Sozialisation, und über die umgekehrte nicht direkte vertikale Sozialisation, der Ansteckung von Kind und Bevölkerung über die strategische Komplementarität und wechselseitige Erwartungen bezüglich Vulnerabilität, folgt Sozialisation, und folgende horizontale Transmission, von Bevölkerung A zu Bevölkerung B, durch strategische Komplementarität. Mikroökonomische und makroökonomische Betrachtungen sind dabei miteinander verbunden.

Argumentation zu Proposition 4: Man nehme das Gegenteil an, dass es keine Transmission von Vulnerabilität durch Sozialisation zwischen den Ländern gäbe, dann würde auch keine Sozialisation zwischen den Individuen existieren, was jegliche Lern- oder Erziehungsprozesse verneinen würde, was ein Widerspruch zu zwischenmenschlichem altruistischem Generationsverhalten wäre.

Die Analyse der Transmission von Vulnerabilität und der Gefahr länderübergreifender Vulnerabilitätskrisen hat gezeigt, wie sehr mikroökonomische und makroökonomische Zusammenhänge miteinander verbunden sind. Sie sind zwei unabdingbare und sich gegenseitig beeinflussende Elemente im Gesamtkosmos „Ökonomie“.

3.5 Politikmaßnahmen

Nachdem Individuen Sunspots als reale Schocks betrachtet haben und ihr Investitionsverhalten daraufhin geändert haben, wodurch es ihnen noch schlechter ging, als wenn das Sunspot nicht aufgetreten wäre und nur der reale Schock, kann mit Ausbildungs- und R&D-Subventionen (=Investitionen in Humankapital und Forschung, um das Wachstum anzukurbeln), geholfen werden. Konkret heißt das Ziel Ertragssteigerung. Es handelt sich um Subventionen für landwirtschaftliche Farmbetriebe bezüglich Düngemittleinsatz, für Investitionen in Boden, Ernte und Vieh, für den Kauf von Assets (Vieh), Subventionen für den Anbau kommerziellerer Produkte und für die Erweiterung der jeweiligen Anbaugelände. Es gilt, Vulnerabilität zu reduzieren und die Risikoaversion der Individuen zu senken, durch die Möglichkeit der Ersparnisbildung, durch den Zugang zu Kreditmärkten oder durch ein Angebot an Versicherungsmöglichkeiten und der Möglichkeit, Sicherheiten zu bieten. Dadurch kann Individuen der Weg aus der Verschlechterung ihrer Lebensbedingungen nach einer Fehlinterpretation eines Sunspots als realen Schock, erleichtert werden. Durch eine reale Sunspot-Theorie könnte diese Fehlinterpretation sogar verhindert werden, und eine Möglichkeit zur Identifikation eines Sunspots als bedeutungsloses Ereignis durch Einbezug von Fundamentaldaten, wie Löhnen und

Beschäftigung, in die Entscheidung der Individuen gegeben sein. Das Sparverhalten der Individuen in Bezug auf den Lohn ist dabei von Bedeutung, woraus sich auch das Investitionsverhalten der Individuen ableiten lässt. Bezogen auf die Transmission von Vulnerabilität durch Sozialisation und die Ansteckung von Vulnerabilitätskrisen über die Länder sind folgende Politikmaßnahmen zu empfehlen, Ertragssteigerungen durch Kreditmöglichkeiten und Subventionen. Ertragssteigerungen, die über die strategische Komplementarität zur Stärkung der Individuen und damit zur Stärkung der Ökonomie beitragen und eine Transmission von Vulnerabilität verhindern können, indem die Individuen Präferenzen haben, um auf die nicht vulnerable Eigenschaft sozialisiert zu werden. Die Beeinflussung der Sozialisation in der Gesellschaft steht dabei im Mittelpunkt, wobei wiederum das Augenmerk auf Bildung, Erziehung, Lernprozesse, Wissens-Spillover und Humankapitalinvestitionen liegt. Staatliche Ausbildungsförderung könnte demnach die Transmission von Vulnerabilität durch Sozialisation verhindern. Hiermit zeigt sich erneut Humankapital als Wachstumsmotor, indem Vulnerabilität reduziert werden, und das Wachstum angekurbelt werden kann. Mikroökonomisch ausgerichtete Politikempfehlungen sind dabei mit makroökonomisch ausgerichteten Politikempfehlungen verbunden.

3.6 Schlussfolgerungen

Es wurde ein Modell mit Vulnerabilität und Sunspots vorgestellt, in dem die Individuen nach der Beobachtung eines Sunspots ihre apriori subjektiven Wahrscheinlichkeiten ändern. Sie ordnen subjektiven Wahrscheinlichkeiten schlechte Naturereignisse zu, und halten das Sunspot für einen echten, realen Schock. Dementsprechend ändern sie ihr Investitions-, Spar- und

Konsumverhalten. Tritt dann der echte Schock nicht ein, geht es ihnen, aufgrund ihres geänderten und angepassten Verhaltens, noch schlechter als bei Gegenwart des stochastischen Ereignisses, welches eventuell schlecht ist. Die Individuen haben nicht mehr in Boden, Ernte und Vieh investiert, der Ertrag ist gesunken. Investitionen in Humankapital und Forschung finden auch nicht mehr statt. Wachstum bleibt aus. Die Individuen sind noch mehr vulnerabel gegenüber Schocks als vor Beobachtung des Sunspots. Sie sind risikoaverser geworden. Schocks sind schwer zu bewältigen für die ländliche Bevölkerung. Um Anpassungszyklen zu erklären, wird normalerweise die reale Konjunkturtheorie verwendet, welche Preise und Beschäftigung ins Nutzenkalkül mit einbezieht. Jedoch, kann auch die reale Sonnenfleckentheorie, die ebenfalls Preise, Löhne und Beschäftigung mit einbezieht, als Erklärung für Anpassungszyklen dienen. Die Individuen ändern, aufgrund des Einbezugs der Fundamentaldaten in ihre Entscheidung, ihr Sparverhalten in Bezug auf den Lohn, sie sind in der Lage, Sunspots als bedeutungsloses Ereignis zu identifizieren und sie von realen Schocks abzugrenzen. Sie werden nicht irregeleitet, und ändern ihr Verhalten nur zu ihrem Guten. Somit kann die reale Sonnenfleckentheorie dazu dienen, den Individuen eine weitgefassere Sicht über die ökonomischen Zusammenhänge zu geben und durch Einbezug von Fundamentaldaten in die Entscheidung, nicht fehlgeleitet zu werden durch Sunspots, die damit als bedeutungsloses Ereignis identifiziert werden können. Eine Transmission von Vulnerabilität durch Sunspot-Spillover wäre möglich, sowie durch Sozialisation in Verbindung mit Sunspots. Diese Transmission von Vulnerabilität zwischen Individuen und zwischen Ländern gilt es, zu verhindern, damit in Zukunft Vulnerabilität im mikroökonomischen Kontext und im makroökonomischen Kontext reduziert werden kann, und somit nachfolgende Generationen davon profitieren können.

3.7 Kritische Würdigung

Das Modell konnte zeigen, wie sich Individuen in einer vulnerablen Ökonomie verhalten, wenn sie Sunspots beobachten. Da ein wesentlicher Bestandteil des Modells die „Behavioral Economics“ sind, ist es geprägt von einer unsicheren, nicht ganz greifbaren Komponente, der psychologischen Komponente, in der, z.B. auch Angst, Erinnerungen, Unterbewusstsein eine Rolle spielen können. Das menschliche Verhaltensspektrum ist vielfältig und wandlungsfähig, je nach Situation anpassungsfähig oder auch nicht. Es ist schwer einschätzbar und das vielfältige Verhalten nicht völlig in einem Modell abbildbar. In diesem Modell wurden, z.B. Angst, Erinnerungen und das Unterbewusstsein von Individuen nicht berücksichtigt. Das Modell basiert auf rationaler Erwartungsbildung. In einem Modell mit Unsicherheit, unvorhersehbaren Ereignissen und rationaler Erwartungsbildung bleibt stets eine nicht greifbare Komponente, die bei Beobachtungen auch zu Fehleinschätzungen führen kann, da der Bereich der „Behavioral Economics“ psychologische Faktoren (z.B. Angst) miteinbezieht, die abwegige, irrationale Verhaltensänderungen möglich machen und den Modellverlauf verändern können. Die Sonnenfleckentheorie in der heutigen Zeit als veraltet geltend, wurde durch neue Aspekte „aufgefrischt“ und erweitert, z.B. um die Vorteile der realen Konjunkturtheorie. Die reale Sonnenfleckentheorie kann somit die Funktionen der realen Konjunkturtheorie übernehmen. Was die Möglichkeit der Identifikation von Sunspots betrifft, ist aus der Informationsökonomik der Aspekt der asymmetrischen Informationen nicht berücksichtigt worden. Im Modell wird davon ausgegangen, dass alle Individuen die gleichen Informationen haben. Es gibt jedoch in der Realität private Informationen, die nicht jedem zugänglich sind, und die oft im Verborgenen bleiben. Es gibt Probleme des moralischen Risikos, die im Modell nicht berücksichtigt wurden.

Das ist der Fall, wenn die informierten Individuen eine Aktion wählen (z.B. Anstrengung), die von anderen nicht beobachtet werden kann. Und es gibt im Modell unberücksichtigte Probleme der Adverse Selection, wobei private Informationen sich auf ein unveränderliches Charakteristikum einer Person oder eines Gegenstandes (Fähigkeit oder Qualität) beziehen. Die Probleme der Adverse Selection und des moralischen Risikos sind Probleme der Informationsübermittlung, die dadurch entstehen, dass die informierten Individuen einen Anreiz haben, ihre Mitteilungen im eigenen Interesse zu manipulieren. Zudem äußert nicht jeder seine Erwartungen, aber nur wenn alle die gleichen Informationen, das gleiche Sparverhalten bei gleicher Lohnelastizität haben, ergibt sich der Sunspot-Identifikationseffekt. Es zeigt sich wieder die Ganzheitlichkeit, dass die Ökonomie nur als Ganzes Vulnerabilität bekämpfen kann. Trotz der Eingeschränktheit des Realitätsbezuges kann dieses Modell ein wesentlicher Ansatz zu einer Lösungsmöglichkeit sein, um vulnerable Individuen im ökonomischen Prozess nicht mehr fehlzuleiten, da es ihre Verhaltensmuster und Hintergründe bei Sunspotbeobachtung aufzeigt, und sie darüber aufklärt, wodurch Vulnerabilität reduziert werden und Wachstum erhöht werden kann.

4. Vulnerabilität, Zerstörung und das Konzept der dauerhaften Erntemenge

4.1 Einleitung

Die Existenz oder Nichtexistenz natürlicher Ressourcen kann als geographische Determinante bedeutend sein für die Einkommensbestimmung. Natürliche Ressourcen werden zusätzlich zu Kapital, Arbeit, Humankapital und Technologie zur Produktion des Outputs verwendet, solche wie Farmland, Wälder und Mineralien, die zu Kapital und Arbeit hinzukommen. Mehr natürliche Ressourcen pro Kopf in einem Land seien ein Kennzeichen für Reichtum. Aber es gibt gegensätzliche Meinungen, ob Wachstum durch natürliche Ressourcen gesteigert werden kann oder nicht.¹⁴⁹ Natürliche regenerierbare Ressourcen, Umweltverschmutzung, Vulnerabilität und das Konzept der dauerhaften Erntemenge, können in einen Zusammenhang gebracht werden. Das Konzept der dauerhaften Erntemenge, das MSY-Konzept (MSY = „Maximum Sustainable Yield“) und Vulnerabilität sind aufgrund ökologischer Instabilität, die beiden innewohnt, miteinander verbunden.¹⁵⁰ Dabei sind Vulnerabilität und das Konzept der Nachhaltigkeit¹⁵¹ in Zusammenhang mit Wachstum zu betrachten. Geht man davon aus, dass die Existenz natürlicher Ressourcen Wachstum steigert, bedeutet das, Vulnerabilität wird reduziert. Ein „reicheres“ Land, das auch eine Steigerung des Wachstums aufweisen kann, hat mehr Möglichkeiten der Kreditaufnahme oder andere Absicherungsmöglichkeiten zur Vulnerabilitätsreduktion. Es stellt sich die Frage, ob das Konzept der Nachhaltigkeit dabei berücksichtigt wird

¹⁴⁹ Vergleiche hierzu Weil (2013), S. 470 ff..

¹⁵⁰ Ströbele (1987) erwähnt den Tatbestand, dass mit dem MSY-Konzept ökologische Instabilität eingeführt wird. Dies habe ich in Verbindung zu Vulnerabilität gesetzt, da Vulnerabilität und Zerstörung ebenfalls ökologische Instabilität aufweist.

¹⁵¹ Der Begriff Nachhaltigkeit, bzw. nachhaltige Entwicklung, gemäß der Brundtland Kommission, besagt, dass die Bedürfnisse der gegenwärtigen Generation berücksichtigt werden, ohne dabei die Bedürfnisse zukünftiger Generationen zu beeinträchtigen, Schlüsselemente sind die Bedürfnisse und die Idee der Begrenzung. Es handelt sich dabei um intergenerative Gerechtigkeit. Siehe Haslinger (1997 c), S. 3 und Keil (1997), S. 17 f..

und ob das bioökonomische Gleichgewicht ¹⁵² durch die im Modell angenommene Zerstörung gestört ist, und wie man den „gestörten“ Zustand „heilen“ kann und die Ressource nachhaltig weiter nutzen kann. Erstens, das Gleichgewicht lässt sich wieder herstellen durch ein Zusammenwirken der Arten, dem Systemmanagement, mit welchem komplexe Systeme durch Lernen aus der Biologie erhalten werden können, z.B. durch das Zusammenwirken der Arten, statt deren Ausrottung. Man sollte aus biologischen Mustern lernen, z.B. die Abläufe innerhalb einer Biozönose, in welcher Produzenten, Konsumenten und Destruenten zusammenwirken. Zweitens, man sollte die Gegenwartspräferenz reduzieren und die Zukunftspräferenz erhöhen, z.B. indem der Diskontierungsfaktor gesenkt wird oder Investitionen getätigt werden. Vulnerabilität liefert diese Reduzierung der Gegenwartspräferenz, wodurch sich der durch Zerstörung „gestörte“ Zustand im Modell von alleine „heilt“: Das bioökonomische Ungleichgewicht heilt sich von alleine durch Vulnerabilität. Es wird dadurch aus einer Schwäche Nutzen gezogen, wie bei antifrügilen Systeme. Der Grund für die Selbstheilungskräfte liegt darin, dass Vulnerabilität die Gegenwartspräferenz der Individuen in der Ökonomie reduziert. Aufgrund der Unsicherheit bei Vulnerabilität wollen die Individuen lieber für die Zukunft vorsorgen, und verringern die Bestandsentnahme durch Ernte in der Gegenwart. Die regenerierbare, übernutzte Ressource kann sich regenerieren. Vulnerabilität heilt das bioökonomische Gleichgewicht, sodass wieder in der Nähe (oberhalb) des MSY produziert und geerntet werden kann. MSY-Konzept und Vulnerabilität sind demzufolge miteinander vereinbar, nicht nur aufgrund der gemeinsamen ökologischen Instabilität.

¹⁵² Ein bioökonomische Gleichgewicht wird bestimmt durch ein Outputniveau $q_i^*(x^*)$, $i = 1$, und einen Ressourcenbestand X^* , sodass $q_i^*(X^*)$ ein Bestandsgleichgewicht des Ressourcenbestandes X^* ist, wobei das kurzfristige Angebot $q_i^A(X^*)$ mit der nachhaltigen Entnahme $q_i^N(X^*)$ beim Ressourcenbestand X^* übereinstimmt. Siehe Wiesmeth (2012), S. 257.

Die begrenzte Natur von nicht regenerierbaren Ressourcen impliziert, dass eine Ökonomie sich einem Tradeoff zwischen Gegenwart und Zukunft gegenüber sieht: Je mehr heute von der Ressource verwendet wird, desto weniger bleibt für die Zukunft.¹⁵³ Wie verhält es sich bei natürlichen, regenerierbaren Ressourcen, wenn es zur Knappheit¹⁵⁴ dieser Ressourcen kommen würde? Hat die Knappheit oder Begrenztheit einer natürlichen regenerierbaren Ressource, die von den Land- bzw. Farmarbeitern genutzt wird, Auswirkungen auf Vulnerabilität? Durch Übernutzung, als eine Möglichkeit der Zerstörung, können natürliche regenerierbare Ressourcen auch knapp werden.¹⁵⁵ Und wie wirkt sich die zunehmende Klimaveränderung, aufgrund von Umweltverschmutzung, inklusive Naturkatastrophen, auf Vulnerabilität aus? Es stellt sich die Frage, ob die Individuen sich der Knappheit der natürlichen Ressourcen bewusst sind, und wie sie damit umgehen. Die Knappheit natürlicher nicht regenerierbarer Ressourcen verursacht den Verfall im Lebensstandard der Individuen. Ökonomien, die von Vulnerabilität betroffen sind, sind eher auf natürliche regenerierbare Ressourcen angewiesen, als solche, die nicht von Vulnerabilität betroffen sind. Die Nachhaltigkeit dieser vulnerablen Ökonomien ist besonders vom Erhalt ihrer Bestände an natürlichen Ressourcen abhängig. Dennoch, ein Bestand kann erhalten werden und die Ökonomie kann

¹⁵³ Diskussionen über die Beziehung zwischen natürlichen Ressourcen und ökonomischem Wachstum wurden im Konzept der nachhaltigen Entwicklung manifestiert, definiert 1987 von der United Nations Commission on Environment and Development im Report of the World Commission on Environment and Development (WCED), 1987, genannt „Brundtland Report“. Siehe Haslinger (1997 c), S. 3.

¹⁵⁴ Zum Knappheitsbegriff, speziell ökolog. Knappheit, vgl. Gabler Wirtschaftslexikon (2014), S.2363 f.. Man unterscheidet zwischen absoluter ökologischer Knappheit und qualitativ ökologischer Knappheit. Ökologische Knappheit entsteht, wenn Entropie, hier ein Maß für den Grad der Zerstreuung, bzw. für den Grad der nicht verfügbaren Energie, größer ist als der biologische Abbau, dann versteht man sie als absolut. Die qualitativ ökologische Knappheit kann temporär oder lokal existieren, selbst bei ausreichend verfügbaren Ressourcen, z.B. lokale Boden- oder Grundwasserverschmutzung und Tankerunfälle.

¹⁵⁵ Siehe allgemein zum Begriff der ökologischen Unsicherheit, und zum Problem der Unsicherheit aufgrund von menschlichen Eingriffen in das ökologische System, Wätzold (1997).

trotzdem vulnerabel bleiben, da die Grenze der Flexibilität so gering ist, und sie bei einem kovariaten Schock zurückgeworfen werden kann. Falls Ressourcenbestände größer sind, würde eine größere Flexibilität bestehen, um die externen Schocks zu bewältigen. Unter diesen Umständen kann mehr natürliches Kapital auch mehr Widerstandskraft gegenüber Schocks bedeuten, und daher eine ökonomisch nachhaltige Ökonomie.¹⁵⁶ Aufgrund der geringeren Gegenwartspräferenz bei Vulnerabilität, bleibt der Bestand größer als bei der optimalen Erntemenge. Zudem entstehen bei einer geringeren Ernteentnahme auch weniger Erntekosten, sodass bei Vulnerabilität der Bestand der regenerierbaren Ressource über dem Bestand bei optimaler Ernteentnahme liegt.

Auf der anderen Seite kann die Knappheit natürlicher nicht regenerierbarer Ressourcen Vulnerabilität verstärken, da sie einen zusätzlichen Verfall in den Lebensstandards bringen kann, und damit noch weniger Möglichkeiten, zu investieren, zu sparen, zu konsumieren, oder das Risiko zu bewältigen. Schulungen seitens des Staates diesbezüglich würden den Informationsstand zum nachhaltigen Umgang mit der Umwelt und Umweltwahrnehmung der beteiligten Individuen aktualisieren. Institutionen wären daher sinnvoll, um diese Schulungen durchführen zu können. Institutionen müssen daher mit der Entwicklung mitwachsen.

In der bisherigen Literatur zu Vulnerabilität und Ressourcenökonomik, gibt es Beiträge, wie von Ströbele (1986), und Weil (2013), die sich nur mit Ressourcen und Wachstum beschäftigen, aber Vulnerabilität nicht miteinbeziehen. Unsicherheit fehlt demnach in der Betrachtung. Auf der anderen Seite beziehen Beiträge zur Vulnerabilität wiederum die Ressourcenökonomik nicht mit ein, da sie als Teil der Wachstumstheorie eine

¹⁵⁶ Siehe Pearce und Turner (1990), S. 51.

makroökonomische Betrachtung zur Folge hat, und Vulnerabilität bisher nur mikroökonomisch betrachtet wurde. Venghaus (2011) hat Vulnerabilität in Zusammenhang mit effizienter Energieverwaltung in der Unternehmenstheorie diskutiert. Zudem ist die Ökologie mit ihren vielfältigen ökologischen Interdependenzen in der Vulnerabilitätsliteratur noch nicht berücksichtigt worden. Diese müssen jedoch ebenso in der Regenerationsfunktion abgebildet werden, denn wird eine Ressource zerstört, hat das Auswirkungen auf abhängige Ressourcen, die sich dann auch verringern, z.B. weil deren Nahrungsquelle zerstört wurde. Zwischen natürlichen regenerierbaren Ressourcen (Wasser, Boden) bestehen Ressourcenbeziehungen. Um alle Facetten der Zerstörung in einem Parameter zu integrieren, und ihre Einflüsse auf das Ressourcenwachstum und ökonomische Zusammenhänge darzustellen, wird ein Zerstörungsparameter in die Regenerationsfunktion integriert, der vier Zerstörungsvarianten abdeckt: Umweltverschmutzung, Klimawandel, Naturkatastrophen und Übernutzung, bzw. Ausbeutung. Das Ressourcenmanagement soll helfen, die Zerstörung zu mildern. Ziel ist es dabei, den Schutz und Erhalt der Ressourcen durch einen nachhaltigen Umgang mit den Ressourcen zu sichern. Probleme bei der Zielverwirklichung sind Übernutzung und Zerstörung von Lebensräumen, sowie das Aussterben der Arten durch Zerstörung. Es geht um nachhaltige Entwicklung in Ländern, die von Vulnerabilität betroffen sind. Ott und Soretz (2006) haben z.B. für nicht vulnerable Ökonomien untersucht, welche Bedeutung die unvollständige Wahrnehmung individueller Einflüsse auf die Entwicklung der Umweltqualität hat, und ob Nachhaltigkeit gegeben ist. Pearce und Turner (1990) haben eine nachhaltige Ökonomie betrachtet, aber nicht in Zusammenhang mit einem vulnerablen bioökonomischen Gleichgewicht mit erweiterter Regenerationsfunktion diskutiert. Pearce und Turner (1990) haben das Problem der Übernutzung und Ausrottung der Spezies dargestellt. Der Beitrag

des Modells Vulnerabilität und Zerstörung liegt in der Kombination von Vulnerabilität, Ressourcenökonomik und Zerstörung, und welche wachstumstheoretischen Betrachtungen daraus folgen, für den mikroökonomischen Bereich des Farmers im makroökonomischen Kontext. Es handelt sich um eine Verbindung von mikro- und makroökonomischen Betrachtungsweisen, da Vulnerabilität mit Wachstum verbunden wird, und um das Aufzeigen der Chancen einer Ökonomie aus Vulnerabilität, die als Schwäche interpretiert wird, Nutzen zu ziehen, woraus eine Wachstumssteigerung entstehen kann.

In den 1970er Jahren gab es Pessimismus über zukünftige Ressourcen, aufgrund einer Periode steigender Ressourcenpreise, genannt „The Limits of Growth“.¹⁵⁷ Wird Knappheit erzeugt durch Übernutzung (Ressourcenmangel durch Ausbeutung oder Fehlverhalten) der natürlichen, regenerierbaren Ressource, durch Umweltverschmutzung, Klimawandel, oder Naturkatastrophen, wobei es sich bei allen um eine Zerstörung dieser Ressource handelt, so steigt der Schattenpreis der Ressource. Der Schattenpreis, welcher die Knappheit der Ressource ausdrückt, steigt, wenn die Ressource knapp ist. Fehlende Eigentumsrechte bei Umweltverschmutzung führen dazu, dass sich keiner für die Zerstörung zuständig fühlt, und sich deshalb niemand darum kümmert. Es gibt kein Eigentumsrecht für die Ressource „saubere Umwelt“, so ist der Preis für Umweltemissionen gleich Null. Es besteht ein unbeschränkter Zugriff auf die Ressource „saubere Umwelt“. Für diejenigen, die die Umwelt verschmutzen, gibt es keinen Anreiz, in nicht umweltverschmutzende Formen der Produktion zu substituieren (Substitution). Die Folge ist, dass Vulnerabilität ansteigt. In einem Land, das von Naturkatastrophen, also klimatischen Schocks betroffen

¹⁵⁷ Siehe Weil (2013), S. 494 f..

ist, könnte Vulnerabilität zusätzlich steigen durch Umweltverschmutzung, Raubbau an der Natur und klimatischen Veränderungen, wie das Schmelzen der Pole und Gletscher, der Anstieg des Meeresspiegels, sowie der globalen Erwärmung, Hurrikans, Überschwemmungen, Erdbeben, Tsunamis und Dürrekatastrophen wären die Folge. Die Vulnerabilität erhöht sich. Durch Umweltverschmutzung kann das Auftreten exogener kovariater Schocks in Art und Häufigkeit zunehmen, wodurch Vulnerabilität steigt. Auch durch Übernutzung der natürlichen, regenerierbaren Ressource, kommt es zu einer Zerstörung der natürlichen, regenerierbaren Ressource, die Knappheitsverhältnisse führen zu steigender Vulnerabilität. Das soll dieses Modell zeigen. Vulnerabilität steigt mit steigender Umweltverschmutzung und steigendem Zerstörungsgrad. Bei regenerierbaren Ressourcen führt die Ausbeutung, wenn die Ressource sich nicht mehr selbst regenerieren kann und übernutzt wird, zum Verfall der Lebensstandards. Das natürliche Gleichgewicht und das Konzept der dauerhaften Erntemenge bei regenerierbaren Ressourcen soll dem entgegenwirken und das Steigen der Vulnerabilität eindämmen oder eventuell auch ganz verhindern und eine gesamtwirtschaftlich optimale Nutzung ermöglichen. Ist es möglich, trotz Vulnerabilität, das Konzept der dauerhaften Erntemenge aufrechtzuerhalten? Kann das MSY-Konzept dazu dienen, Übernutzung und Ausrottung zu verhindern? Was verbindet Vulnerabilität und das MSY-Konzept? Es ist die ökologische Instabilität.¹⁵⁸ Das Konzept der dauerhaften Erntemenge wurde als Lösungskonzept gewählt, weil es genau wie Vulnerabilität ökologische Instabilität bei einer Erntemenge von $Y = MSY$ enthält. Die Ergebnisse des bioökonomischen Gleichgewichtsmodells zeigen, dass eine Erntemenge $X^* > MSY$ bei Vulnerabilität sinnvoll wäre, genauso wie beim MSY-Konzept, wo

¹⁵⁸ Ströbele (1987) identifiziert ökologische Instabilität bei einer Erntemenge von $Y = MSY$, siehe Ströbele (1987), S. 172.

auch eine Erntemenge von $X^* > MSY$ sinnvoll wäre. Definiert wird eine dauerhafte Erntemenge als eine biologisch maximale dauerhafte Erntemenge. Die Charakterisierung dauerhafter Erntemengen erfolgt mit: $Y = f(x)$. Ziel daraus soll der maximal erzielbare nachhaltige Ertrag („Maximum Sustainable Yield“ = MSY) sein. Nur ein sehr spezieller Fall erlaubt diese ökonomisch optimale Erntemenge. Eine Erntemenge Y mit einem konstanten Bestand X , gilt als bioökonomisches Gleichgewicht (Y, X) , d.h. eine Erntemenge Y ist auf Dauer möglich, ohne dass sich der Ressourcenbestand X anhaltend verändert. Erntemenge Y ergibt sich durch Konstantsetzen von $X = \text{konstant}$ und $Y = \text{konstant}$ in $\dot{X}_t = f(X_t) - Y_t$, d.h. $\dot{X} = 0$.¹⁵⁹ Im Folgenden wird gezeigt, wie das Konzept der dauerhaften Erntemenge, welches im bioökonomischen Gleichgewicht erfüllt ist, eine Orientierungshilfe sein kann, um Übernutzung zu verhindern. Bei regenerierbaren Ressourcen wird der optimale Erntepfad gesucht.¹⁶⁰ Wichtig hierfür ist das bioökonomische Gleichgewicht, in welchem stets die geerntete Menge dem Regenerationszuwachs der Ressource entspricht. Zu diskutieren ist, ob das bioökonomische Gleichgewicht durch Zerstörung „gestört“ wird, und wiederhergestellt werden kann, und welche Selbstheilungskräfte sichtbar werden.

4.2 Modell

Es handelt sich um ein intertemporales Modell unter Unsicherheit. Der Zeithorizont ist unendlich, es existiert ein repräsentativer Farmarbeiter bzw. Farmunternehmer und eine natürliche, regenerierbare Ressource. Der Farmunternehmer ist risikoavers und hat zusätzlich zu Vulnerabilität und der

¹⁵⁹ Siehe Ströbele (1987), S. 127 ff..

¹⁶⁰ Bei nicht regenerierbaren Ressourcen wird der optimale Abbaupfad gesucht.

Wahrscheinlichkeit eines exogenen kovariaten Schocks, das Problem des Klimawandels, der Umweltverschmutzung und Umweltzerstörung, sowie der Übernutzung der natürlichen regenerierbaren Ressource zu bewältigen.

Es könnten zwei Konzepte von Vulnerabilität¹⁶¹ relevant sein im Modell mit Vulnerabilität und Zerstörung. Erstens, Vulnerabilität als unversichertes Ausgesetztsein gegenüber dem Risiko. Dieses Konzept von Vulnerabilität stammt aus der Literatur bezüglich Risikoteilung. Normalerweise misst es, ob Einkommensschocks in Konsumveränderungen resultieren. Falls idiosynkratische Einkommensschocks keinen signifikanten Einfluss auf Konsum haben, existiert perfekte Risikoteilung innerhalb der jeweiligen betroffenen Gruppe. In diesem Sinne ist Vulnerabilität als unversichertes Ausgesetztsein gegenüber dem Risiko nahe bei der Definition der Weltbank bezüglich Vulnerabilität, gemäß derer Vulnerabilität ein Maß für die Fähigkeit ist, sich nach dem Schock zu erholen (World Bank (2000)). Übertragen auf das Modell mit Vulnerabilität, Zerstörung und dem Konzept der dauerhaften Erntemenge heißt das, Vulnerabilität ist ein Maß für die Fähigkeit, der Ressource, sich nach dem Schock zu erholen. Das zweite Konzept wird in Anlehnung an „Vulnerabilität bezüglich Armut“, „Vulnerabilität bezüglich Zerstörung“ genannt. Vulnerabilität bedeutet dabei einen mit den Wahrscheinlichkeiten gewichteten Durchschnitt zukünftiger Umweltzustände der umweltspezifischen Grade des Mangels. Es gilt:

$$\text{Vulnerabilität gegenüber Zerstörung } V_Z = \sum_{i=1}^N p_i x_i^{\alpha\beta},$$

wobei α das Risiko darstellt mit $0 < \alpha < 1$, β den Zerstörungsparameter mit den Zerstörungsvarianten Umweltverschmutzung, Klimawandel, Naturkatastrophen und Übernutzung/Ausbeutung, N die Gesamtzahl der

¹⁶¹ Siehe Klasen und Waibel (2013), S. 25 f. und S. 30 ff..

zukünftigen Umweltzustände, p_i ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Zustand der Welt i auftritt und x_i ist der zustandsspezifische Grad des Mangels. Steigt das Risiko α , steigt der umweltspezifische Grad des Mangels x_i , und Vulnerabilität steigt. Mit steigender Zerstörung, ausgedrückt durch den Parameter β , steigt der umweltspezifische Grad des Mangels ebenfalls, und Vulnerabilität steigt auch.¹⁶²

Zuerst wird die ökonomische Seite betrachtet. Der repräsentative Farmunternehmer bewirtschaftet seinen Boden, sein Feld. Der Ertrag aus dem Boden, die Ernte, ist unsicher, aufgrund der Vulnerabilität. Es besteht Unsicherheit bezüglich der Kapitaleinkommen. Der Boden stellt eine natürliche, regenerierbare Ressource dar, die sich nach Übernutzung in der Regel selber regenerieren kann. Jedoch, kann auch bei einer natürlichen, regenerierbaren Ressource eine Übernutzung eintreten, z.B. wenn exogene kovariate Schocks (Naturkatastrophen), der Klimawandel oder die Folgen der Umweltverschmutzung sie zerstören und in der Nutzung an ihre Grenzen stoßen lassen, da Nutzungsmöglichkeiten durch Zerstörung begrenzt sind. Dann kann auch bei einer natürlichen regenerierbaren Ressource intertemporale Knappheit produziert werden, wodurch der Schattenpreis der Ressource steigt und aus einer natürlichen, regenerierbaren Ressource kann eine nicht mehr regenerierbare Ressource werden. Die Übernutzung der Ressource kann durch Fixkosten verschärft werden, wenn Umstrukturierungskosten für Produktionsfaktoren der Ernte auftreten. Das ist der Fall, wenn, z.B. eine zuvor ökonomisch nicht genutzte regenerierbare Ressource, bei der der Bestand zu Anfang noch hoch ist, ökonomisch genutzt wird. Aus Wettbewerbsgründen ist es für den Unternehmer dann kurzfristig

¹⁶² Vergleiche zu den beiden Konzepten Klasen und Waibel (2013), S. 25 ff.. Die beiden Konzepte wurden abgewandelt in Hinblick auf die Kernpunkte des Modells mit Vulnerabilität, Zerstörung und dem Konzept der dauerhaften Erntemenge: Vulnerabilität in Bezug zur Knappheit von Ressourcen, Zerstörung und Nachhaltigkeit.

optimal, in sehr gute Ernteausstattungen zu investieren, aber langfristig mit sinkenden Erntemengen die Ertragssituation nicht mehr so gut ist, die Ressource aber trotzdem weiterhin genutzt wird. Grund für die andauernde Nutzung ist, dass der einzelne Unternehmer wenigstens die variablen Kosten decken möchte, da er schon die vorher in die Ernteausrüstung investierten „sunk cost“ gezahlt hatte. Aufgrund fehlender Kapitalverzinsung und fehlender Abschreibungen, steigt weiterhin der Anreiz, die schon unter das gesamtwirtschaftlich optimale Niveau gefallen Ressourcenbestände noch stärker zu nutzen, wodurch ökonomische Ineffizienz und die Wahrscheinlichkeit von Ausrottung steigen können. Die Übernutzung der Ressource wird demnach durch Fixkosten verschärft. Desweiteren sind bei fehlenden Eigentumsrechten Nutzungskosten nicht internalisierbar und daraus folgt ebenfalls eine Übernutzung der Ressource. Bei freiem Zutritt zur Ressourcennutzung kann eine ineffiziente Nutzung folgen. Die Finanzierung von „Sunk Cost“ und Eigentumsrechte (Nutzungskosten) sollen dazu dienen, diese ineffiziente Nutzung zu beschränken.¹⁶³ Um unsichere zukünftige ökologische Nutzen und ökologische Interdependenzen abzubilden, wird die Regenerationsfunktion um Vulnerabilität und Unsicherheit und einen Zerstörungsparameter β , sowie Kosten des Klimawandels, der Umweltverschmutzung erweitert. Das ist eine Neuerung.

Der gesamtwirtschaftliche Nettonutzen (da Kosten bestandsabhängig sind) wird unter der Nebenbedingung der erweiterten Regenerationsfunktion maximiert. Über die Hamiltonfunktion ergeben sich die notwendigen Bedingungen, abgeleitet nach Y und X . Daraus folgt bei Ableiten nach Y , dass der Grenznutzen gleich den Grenzkosten plus dem Schattenpreis ist. Der gestiegene Schattenpreis erhöht die Grenzkosten. Steigt λ , steigt

¹⁶³ Siehe Ströbele (1987), S. 148 f..

Vulnerabilität, d.h. mit der erhöhten Knappheit der Ressource ist für die Land- und Farmarbeiter eine neue Situation mit erhöhter Vulnerabilität eingetreten, auf die sie reagieren. Sie können durch Kreditaufnahme und Eigentumsrechte Vulnerabilität reduzieren. Die Investitionen für die Wiederherstellung der Ressource und eventuelle Düngemittel zur Unterstützung sind möglich. Die Übernutzung wird rückgängig gemacht. Folge ist, dass der Schattenpreis der Ressource λ wieder sinkt. Die Knappheit der natürlichen, regenerierbaren Ressource wurde beseitigt, und Vulnerabilität zumindest auf das Ausgangsniveau gesenkt.

Proposition 1: Die Zerstörung einer natürlichen, regenerierbaren Ressource durch Übernutzung, Naturkatastrophen, Umweltverschmutzung und Klimawandel, ausgedrückt durch den Zerstörungsparameter β , führt zu deren Knappheit, wodurch der Schattenpreis der Ressource λ steigt, und wodurch Vulnerabilität negativ beeinflusst wird. Vulnerabilität kann durch die Knappheit der natürlichen, regenerierbaren Ressource, bzw. durch den steigenden Schattenpreis der Ressource, zunehmen.

Beweis zu Proposition 1: Man betrachte die Definition von Vulnerabilität gegenüber Zerstörung $V_Z = \sum_{i=1}^N p_i x_i^{\alpha\beta}$. Steigt der Zerstörungsparameter β wegen zunehmender Zerstörung, steigt der Grad des Mangels x_i , wodurch die Vulnerabilität V_Z steigt.

4.3 Gleichgewicht

4.3.1 Biologisches und ökonomisches Gleichgewicht

Biologisches Gleichgewicht: Die Grundlage für die spätere Ernteentnahme ist das biologische Wachstum einer natürlichen, regenerierbaren Ressource,

welches bei Vulnerabilität und Zerstörung durch Unsicherheit und den Zerstörungsparameter β beeinflusst wird.¹⁶⁴ Das biologische Gleichgewicht kann bei Vulnerabilität und Zerstörung nicht aufrechterhalten werden. Der durch Übernutzung zerstörte Bestand ist zu niedrig, um nachhaltig zu sein. Zudem verbleibt für eine mögliche Regeneration ein zu geringes Nahrungsangebot durch die Zerstörung.

Das biologische Wachstum hängt von der Größe des Bestandes und der Nahrung ab. Begrenzte Verfügbarkeit von Nahrung begrenzt das Wachstum des Bestandes. Die Wachstumsfunktion der natürlichen, regenerierbaren Ressource bei Vulnerabilität und Zerstörung lautet:

$$X_{t+1} = E \left(\frac{1}{1+\rho} \right) \sqrt{(X_t/\alpha)^\beta}, \quad (1)$$

wobei X_t der Bestand am Ende von Periode t ist. Sie gibt die Beziehung zwischen der Bestandsgröße in aufeinanderfolgenden Perioden mit dem Parameter $\alpha > 0$ an, der ein Maß für die Verfügbarkeit des Nahrungsangebotes darstellt. Der Bestand sinkt mit steigender Zerstörung.

Wird die nachhaltige Entnahmemenge Q_t^F (auch „Total Catch“-Quote genannt) in Gleichung (1) integriert, folgt:

$$X_{t+1} = E \left(\frac{1}{1+\rho} \right) \sqrt{((X_t - Q_t^F)/\alpha)^\beta} \quad (2)$$

Steigt der Zerstörungsparameter β durch die Zerstörung, ist das biologische Wachstum zu gering, um nachhaltig zu sein. Das biologische Gleichgewicht ist nicht gegeben bei Vulnerabilität und Zerstörung.

¹⁶⁴ Vergleiche zum biologischen Wachstum natürlicher, regenerierbarer Ressourcen Hanley, Shogren und White (1997), S. 276 ff., sowie Perman, Ma, McGilvray und Common (2003), S. 557 ff., sowie Wiesmeth (2012), S. 254 f. und Hummel (1997), S. 90 ff..

Die nachhaltige Entnahmemenge kann sich am MSY orientieren, der die maximale Erntemenge angibt, welche nachhaltig ist und in jeder Periode aus einem gegebenen Bestand entnommen werden kann, ohne diesen zu reduzieren. Vorausgesetzt der Bestand kann sich aufgrund biologischen Wachstums wieder erholen und seine optimale Größe in der folgenden Periode wieder erhalten. Bei Vulnerabilität und Zerstörung ist diese Regenerationsfähigkeit jedoch erschwert.

Ökonomisches Gleichgewicht: Der repräsentative Farmunternehmer i maximiert seinen Gewinn in Gegenwart von Vulnerabilität. Seine Produktionsfunktion, mit der er den Output produziert, lautet:¹⁶⁵

$$q_i(X) = \delta_i E (1/(1+\rho)) ((1 - \mu)(X - Y_i)), \quad (1)$$

wobei X der Bestand der natürlichen, regenerierbaren Ressource ist, Y_i ist die Entnahme der Ressource durch den Farmunternehmer i , μ ist der Aufwand der Entnahme, und δ_i ist ein Effizienzparameter, der frühere Kapitalakkumulationen des Farmunternehmers, sowie seine Erfahrungen und Fähigkeiten, beinhaltet. Je größer δ_i , desto mehr Humankapital hat der Farmunternehmer im Laufe seines Lebens akkumuliert, und kann dieses Wissen dementsprechend im Produktionsprozess einsetzen. Die Unsicherheit existiert bezüglich der Kapitaleinkommen des Farmunternehmers. Gesucht wird die optimale Erntemenge im Gleichgewicht.

Seine Gewinnfunktion lautet:¹⁶⁶

$$\pi_i = p \delta_i E (1/ (1+\rho)) ((1 - \mu)(X - Y_i)) - w \mu - K_i , \quad (2)$$

¹⁶⁵ In Anlehnung an Wiesmeth (2012), S. 248.

¹⁶⁶ In Anlehnung an Wiesmeth (2012), S. 249.

wobei p der Preis ist und w der Lohn, beide sind fix. K_i sind die fixen Kosten der Produktion.

Die Ableitung nach dem Aufwand μ , ergibt die notwendige Bedingung:

$$\partial \pi_i / \partial \mu = p \delta_i \mu E(1 / (1 + \rho)) (X - Y_i) - w = 0. \quad (3)$$

Nach μ aufgelöst und in die Produktionsfunktion $q_i(X)$ eingesetzt, ergibt sich folgende optimale Erntemenge im Gleichgewicht:

$$q_i(X^*) = \delta_i E(1 / (1 + \rho)) (X - Y_i) - (w/p) \quad \text{falls } q_i < X - (w/(p \delta_i)) \quad \text{und} \\ q_i(X^*) = 0 \quad \text{sonst.} \quad (4)$$

Proposition 2: Der Effizienzparameter δ_i , der frühere Kapitalakkumulationen des Farmarbeiters, sowie seine Erfahrungen und Fähigkeiten beinhaltet, könnte die Gleichgewichtserntemenge $q_i(X^*)$ positiv beeinflussen, wenn man ihn durch Politikmaßnahmen, wie z.B. staatliche Ausbildungsförderung und Subventionen für Dünger und Ernteausrüstungen, erhöhen würde.

Beweisskizze zu Proposition 2: Betrachtet man Gleichung (4), wird ersichtlich, dass bei Erhöhung von δ_i , auch die Gleichgewichtserntemenge steigt. Da es sich um einen Parameter handelt, der Humankapitalakkumulationen und Akkumulationen von physischem Kapital beinhaltet, können Politikmaßnahmen in Bezug auf Humankapital und physischem Kapital wirken.

Da Lohn und Preis fix sind, spielen sie, als konstante Bestandteile, keine Rolle bei der Beeinflussung der optimalen Erntemenge. Der Ressourcenbestand abzüglich Entnahme ist von Unsicherheit, aufgrund Vulnerabilität betroffen.

Wenn der Farmunternehmer nach dem Konzept der dauerhaften Erntemenge arbeitet, dann gilt $Y_i^* = f(X)$, mit $\dot{X} = 0$. Die Erntemenge Y_i^* erlaubt einen

konstanten Bestand X . Man befindet sich in einem bioökonomischen Gleichgewicht. Die Entnahme Y_i^* ist gleich der unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten maximal zu entnehmenden Ressourcenmenge q_i^N . Die vom Farmunternehmer angebotene Erntemenge ist q_i^A . Sie entspricht der Gleichgewichtsmenge $q_i(X^*)$ bei Vulnerabilität.

4.3.2 Bioökonomisches Gleichgewicht

Es handelt sich hierbei um eine dynamische Analyse zur intertemporal optimalen Allokation regenerierbarer Ressourcen. Bei einer dynamischen Betrachtung ist es wichtig, gegenwärtige und zukünftige Nutzungen eines Ressourcenbestandes miteinander zu vergleichen und gegeneinander abzuwägen. Das Maximierungsproblem der natürlichen, regenerierbaren Ressource unter Unsicherheit mit erweiterter Regenerationsfunktion lautet wie folgt:¹⁶⁷

$$\text{Kostenfunktion:} \quad K = K(X, Y) \quad \text{mit } K_Y > 0, K_X < 0 \quad (1)$$

Der Bestand der natürlichen, regenerierbaren Ressource ist dargestellt durch X , die Entnahme durch menschliche Nutzung wird mit Y bezeichnet. Die Kostenfunktion ist eine steigende Funktion der Ernteentnahme Y und eine sinkende Funktion des Bestandes X .

Die Erntekosten $K(X)$ sind abhängig vom Bestand X . D.h. jede geerntete Einheit der Ressource verursacht eine Veränderung der Erntekosten. Schon

¹⁶⁷ Ströbele (1987) hat ein Modell mit abhängigen Erntekosten und der üblichen Bestandsgleichung, bzw. Regenerationsfunktion $\dot{X} = f(X) - Y$ aufgestellt. Im vorliegenden Modell mit Vulnerabilität und Umwelt soll eine erweiterte Regenerationsfunktion verwendet werden, die Unsicherheit bezüglich des Bestands X mit einbezieht und Kosten der Umweltverschmutzung, sowie einen Zerstörungsparameter β im Exponenten, der den Grad der Zerstörung nach Umweltverschmutzung, Klimawandel, Naturkatastrophe oder Übernutzung der natürlichen, regenerierbaren Ressource ausdrückt.

aus diesem Grund, weist der Ressourcenbestand einen positiven Schattenpreis auf. Die Nutzungskosten $K(Y)$ einer natürlichen, regenerierbaren Ressource hängen in der Realität von Entnahmemenge Y und auch vom existierenden Gesamtbestand der Ressource ab. Die Erntekosten für Getreide hängen von der hinreichenden Dichte der Besiedelung der Erntefelder ab, oder davon, ob die zu bewirtschaftenden Felder weit auseinander liegen und nur dünn besiedelt sind.¹⁶⁸

Der gesamtwirtschaftliche Nettonutzen ist zu maximieren. Durch Maximierung des Integrals über alle erwarteten zukünftigen Nutzen ergibt sich der intertemporal optimale Nutzungspfad einer regenerierbaren Ressource. In dieser sozialen Wohlfahrtsfunktion ist der Bestand X von Zerstörung bedroht, ausgedrückt durch den Zerstörungsparameter β im Exponenten, es gilt $\beta > 0$. β steht für die Zerstörung durch eine Naturkatastrophe, Übernutzung, Umweltverschmutzung oder Klimawandel und μ ist der Diskontierungsfaktor:

$$\int_0^{\infty} (U(Y) - K(X, Y)) e^{-\mu\beta t} dt \quad \max! \quad (2)$$

Unter folgender Nebenbedingung, die den Bestand einer natürlichen, regenerierbaren Ressource (Boden), und deren Knappheit bei Übernutzung oder Zerstörung darstellen soll.

In einer erweiterten Regenerationsfunktion können auch unsichere, zukünftige ökologische Nutzen und ökologische Interdependenzen, wie die Abhängigkeit anderer Populationen vom Bestand der Ressource, der für diese als Nahrungsquelle dient, abgebildet werden.¹⁶⁹

¹⁶⁸ Ströbele (1987), S. 135.

¹⁶⁹ Ströbele (1987) hatte Kritik an den üblich verwendeten Regenerationsfunktionen geäußert. Seiner Meinung nach fehlten Unsicherheit bezüglich zukünftigen ökologischen Nutzens und ökologische Interdependenzen. Siehe Ströbele (1987), S. 151. Zur Berücksichtigung ökologischer Interdependenzen wurden dynamische Mehr-Arten-Modelle entwickelt, die ökologische Ansätze zu Zwei-Arten-Beziehungen berücksichtigen. Das am meisten diskutierte ökologische Modell zur

Die Kosten der Wiederherstellung, die sich für die regenerierbare Ressource nach Umweltverschmutzung und deren Folgen für das Klima ergeben, werden ausgedrückt durch die Kosten K_{UV} . Die Nebenbedingung lautet:

$$\dot{X} = E (1 / (1+\rho)) f (X)^{-\beta} - Y^{\beta} - \partial K_{UV}^{\beta}. \quad (3)$$

Es besteht Unsicherheit bezüglich Kapitaleinkommen (Boden, Ernte = Ertrag), und damit besteht Unsicherheit bezüglich des Bestands X der natürlichen, regenerierbaren Ressource. Die Unsicherheit bezüglich des Bestands der natürlichen, regenerierbaren Ressource wird ausgedrückt durch $E (1 / (1+\rho)) f (X)^{-\beta}$. Die Entnahme, welche auch von Zerstörung betroffen ist, wird ausgedrückt durch Y^{β} .

Das intertemporale Optimierungsproblem bei Übernutzung und Umweltzerstörung einer regenerierbaren Ressource, lautet wie folgt.¹⁷⁰

Die Hamiltonfunktion ergibt:

$$H = (U(Y) - K(X, Y)) e^{-\mu\beta t} + \lambda e^{-\mu\beta t} E (1 / (1+\rho)) f (X)^{-\beta} - Y - \partial K_{UV}(X) \quad (4)$$

Abgeleitet nach X und Y , ergeben sich die notwendigen Bedingungen. Die Ableitung nach Y , der Erntemenge lautet:

$$\partial H / \partial Y = 0: U'(Y) = \beta (\partial K / \partial Y)^{\beta-1} + \lambda \beta \quad (5)$$

Das heißt, der Grenznutzen ist gleich den Grenzkosten plus Schattenpreis der natürlichen, regenerierbaren Ressource, wobei die Zerstörung auf den Schattenpreis und auf die Grenzkosten wirkt.

Darstellung der Wechselbeziehungen zweier interagierender Populationen wurde von Lotka (1925) und Volterra (1931) entwickelt. Siehe Hummel (1997), S. 95 f..

¹⁷⁰ In Anlehnung an Ströbele (1987), S. 135 ff..

Bei Ableitung nach X ergibt sich:

$$\frac{\partial H}{\partial X} = \beta \mu \lambda - \dot{\lambda} : \dot{\lambda} = \beta \mu \lambda + \beta (\partial K / \partial X)^{\beta-1} - \beta \lambda E (1 / (1 + \rho)) f'(X)^{\beta-1} - \beta \partial K_{UV}(X)^{\beta-1}. \quad (6)$$

Wobei $\partial K / \partial X$ die Veränderung der Erntekosten bei Nutzung einer Einheit Ressource sind, und $(\partial K / \partial X) - \lambda f'(X)$ ist die Rente durch Hinzufügen oder Nichternten einer marginalen Einheit Ressource, eine Besonderheit bei regenerierbaren Ressourcen. Die Auswirkungen der Eigenertragsrate durch natürliche Nutzung auf die Nutzungskostenänderung bedeuten, dass eine hohe Eigenertragsrate eine Reduzierung der Nutzungskosten im Falle der üblicherweise verwendeten Regenerationsfunktion bewirkt. Bei Integration eines Zerstörungsparameters β und Unsicherheit bezüglich des Bestands X , ergibt sich folgendes: Der Zerstörungsparameter β erhöht den Schattenpreis und die Eigenertragsrate, wodurch über einen steigenden Schattenpreis sich steigende Vulnerabilität ergibt, denn die Knappheit der regenerierbaren Ressource nimmt mit steigendem Schattenpreis zu, wodurch Vulnerabilität steigt. Je knapper die regenerierbare Ressource ist, desto höher ist die Vulnerabilität. Die Knappheit der natürlichen, regenerierbaren Ressource, welche gleich dem Schattenpreis λ der Ressource ist, beeinflusst Vulnerabilität negativ. Vulnerabilität kann durch die Knappheit der Ressource, bzw. durch den steigenden Schattenpreis der Ressource steigen. Umweltverschmutzung und Umweltzerstörung können Vulnerabilität negativ beeinflussen, Vulnerabilität kann durch diese Umweltsituationen steigen. Zudem sinkt der Grenznutzen durch den Zerstörungsparameter β , und die Grenzkosten steigen durch β .

Proposition 3: Der Schattenpreis λ steigt mit der Abdiskontierungsrate μ und dem Parameter der Zerstörung β . Mit steigendem Schattenpreis, steigt auch die Vulnerabilität der Ökonomie.

Beweisskizze zu Proposition 3: Betrachtet man Gleichung (6), wird ersichtlich, dass der Schattenpreis steigt, wenn μ und β steigen. Die Vulnerabilität steigt, weil die Knappheit der regenerierbaren Ressource die Nutzungsmöglichkeiten einschränkt und sich negativ auf die Lebensstandard der Individuen auswirkt, was Risiko und damit Vulnerabilität erhöht. Ebenso zeigt sich bei Betrachtung der Definition von Vulnerabilität gegenüber Zerstörung $V_z = \sum_{i=1}^N p^i x_i^{\alpha\beta}$, dass wenn β erhöht wird, sich x_i der Grad des Mangels erhöht, was wiederum Vulnerabilität V_z erhöht.

Proposition 4: In einem bioökonomischen Gleichgewicht wird das Outputniveau $q_i(X^*)$ und der Ressourcenbestand X^* derart bestimmt, dass gilt:

- 1) $Y_i^* = f(X)$, wobei $\dot{X} = 0$. Es gilt das Konzept der dauerhaften Erntemenge.
- 2) $q_i^A(X^*) = q_i^N(X^*)$, d.h. die vom Farmunternehmer angebotene Produktionserntemenge $q_i^A(X^*)$ ist gleich der unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit maximal zu entnehmenden Erntemenge $q_i^N(X^*)$. Sind diese beiden Mengen gleich, ist die natürliche, regenerierbare Ressource von selber in der Lage, sich wieder zu regenerieren. Dann findet keine Übernutzung statt. Wäre die angebotene Menge größer als die unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten maximal zu entnehmende Menge, dann gäbe es eine Übernutzung und die natürliche, regenerierbare Ressource könnte sich nicht wieder von alleine regenerieren.

3) $q_i^N(X^*) = MSY = Y_i^*$, d.h. die unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit maximal zu entnehmende Erntemenge $q_i^N(X^*)$ ist gleich dem maximal unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten zu erreichenden Ertrag ($MSY =$ „Maximal Sustainable Yield“), und dieses ist gleich der Ernteentnahme Y_i^* aus der natürlichen, regenerierbaren Ressource vom Farmunternehmer i .

Die Entnahme Y_i^* ist gleich dem Aufwand der Ernteentnahme, bzw. dem Ertrag des Unternehmers i : $Y_i^* = \mu_i$.

Argumentation zu Proposition 4: Der Farmunternehmer könnte bei einem geringer ausfallenden Ernteertrag ($1 - \mu_i$) versuchen, mehr aus der Ressource zu entnehmen, um seinen Ertrag zu steigern. Das hätte folgende Konsequenzen:

1) Das Konzept der dauerhaften Erntemenge wäre verletzt.

2) Wenn die Entnahme größer ist als die unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten maximal zu entnehmende Erntemenge, $q_i^A(X^*) > q_i^N(X^*)$, dann kann sich die natürliche, regenerierbare Ressource nicht mehr von alleine regenerieren. Es findet eine Übernutzung statt.

Die Folge aus 1) wären unregelmäßige Erntemengen, eventuell in zyklischen Abläufen. Dadurch wäre der Farmunternehmer anfälliger und mehr vulnerabel. Die Vulnerabilität würde steigen.

Die Folge aus 2) wäre, dass eine Übernutzung der natürlichen, regenerierbaren Ressource zu deren Knappheit führen würde, wodurch der Schattenpreis dieser natürlichen, regenerierbaren Ressource steigen würde. Damit käme es auch zu steigender Vulnerabilität.

Der repräsentative Farmunternehmer wäre in beiden Fällen mehr vulnerabel gegenüber einem exogenen kovariaten Schock. Damit die Vulnerabilität nicht

steigt, müsste er zwei Hinweise bei der Entnahme aus der natürlichen, regenerierbaren Ressource beachten:

1) Er müsste bei Ertragsüberlegungen eine nachhaltige Entwicklung bei der Entnahme beachten, d.h. $q_i^A(X^*) = q_i^N(X^*)$.

2) Er müsste im Optimalfall das Konzept der dauerhaften Erntemenge einhalten, d.h. $Y_i^* = f(X)$, $\dot{X} = 0$.

Der unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten maximal zu erreichende Ertrag (*MSY*) ist jedoch nur dann die ökonomisch optimale Erntemenge, wenn zwei gegenläufige Effekte sich kompensieren.¹⁷¹ Mehr dazu unter 4.4.

4.4 Langfristiges Gleichgewicht

Betrachtet man ein bioökonomisches Gleichgewicht, gibt es keine Änderung der Nutzungskosten mehr. Es ergibt sich folgende langfristige Gleichgewichtslösung bei Gleichsetzen der beiden notwendigen Bedingungen:

$$U'(Y) = \partial K / \partial Y + \lambda \quad (7)$$

$$U'(Y) - \partial K / \partial Y = \lambda \quad \text{und} \quad (8)$$

$$\dot{\lambda} = \mu \lambda + \partial K / \partial X - \lambda f'(X), \quad (9)$$

wobei diese Gleichung für λ in obige Gleichung eingesetzt wird. Es folgt:

$$U'(Y) - (\partial K / \partial Y) = -(\partial K / \partial X) / \mu - f'(X), \quad (10)$$

¹⁷¹ Ströbele (1987) sagt dazu einschränkend, dass diese beiden gegenläufigen Effekte sich nur zufällig kompensieren, dass $Y^* = MSY$ ist, vergleiche dazu Ströbele (1987), S. 136.

wobei $-(\partial K / \partial X)$ die Erhöhung der Erntekosten beschreibt, und $\mu - f'(X)$ die Nettoabdiskontierungsrate ist.

Es stellt sich die Frage, ob das bioökonomische Gleichgewicht durch Zerstörung gestört ist. Unter Berücksichtigung des Zerstörungsparameters β und den Kosten der Umweltverschmutzung ergibt sich:

$$U'(Y) = \beta (\partial K / \partial Y)^{\beta-1} + \beta \lambda \quad (11)$$

$$(U'(Y) / \beta) - (\partial K / \partial Y)^{\beta-1} = \lambda \quad \text{und} \quad (12)$$

$$\dot{\lambda} = \beta \mu \lambda + \beta (\partial K / \partial X)^{\beta-1} - \beta \lambda E (1/(1 + \rho)) f'(X)^{\beta-1} - \beta \partial K_{UV}(X)^{\beta-1}. \quad (13)$$

Wenn die Zerstörung, ausgedrückt durch den Zerstörungsparameter β , zunimmt, sinkt der Grenznutzen. Die Grenzkosten steigen, wenn β zunimmt.

Einsetzen von $\dot{\lambda}$ in obige Gleichung ergibt:

$$(U'(Y) / \beta) - (\partial K / \partial Y)^{\beta-1} = \beta \mu \lambda + \beta (\partial K / \partial X)^{\beta-1} - \beta \lambda E (1/(1 + \rho)) f'(X)^{\beta-1} - \beta \partial K_{UV}(X)^{\beta-1} \quad (14)$$

$$(U'(Y) / \beta) - (\partial K / \partial Y)^{\beta-1} = -(\beta (\partial K / \partial X)^{\beta-1} + \beta \partial K_{UV}(X)^{\beta-1}) / \beta \mu - E (1/(1 + \rho)) f'(X)^{\beta-1}. \quad (15)$$

Proposition 5: Der mit steigendem Zerstörungsparameter β sinkende Grenznutzen und die mit steigendem β steigenden Grenzkosten sind gleich den mit steigendem β steigenden Erntekosten und mit steigendem β steigenden Kosten für Umweltverschmutzung, dividiert durch die erwartete Abdiskontierungsrate, die mit steigendem Zerstörungsparameter β ansteigt. Ein steigendes β bedeutet dabei, dass die Zerstörung zunimmt. Das bioökonomische Gleichgewicht ist durch Zerstörung gestört.

Beweisskizze zu Proposition 5: Betrachtet man Gleichung (15), wird ersichtlich, welche Funktionen dem Zerstörungsparameter β zukommen. Der

Grenznutzen sinkt, die Grenzkosten steigen, die Erntekosten steigen und die Kosten für Umweltverschmutzung steigen, die Nettoabdiskontierungsrate steigt, d.h. steigt β , steigt die Zerstörung. Im Optimum sind heutige Nettogrenznutzen, negativ beeinflusst durch den Zerstörungsparameter β , gleich dem Gegenwartswert aller zukünftigen Grenzkosten, ebenfalls steigend mit steigendem β . Es kann zu Fehlallokationen kommen.

Bei Fehlallokationen ergeben sich folgende Korrekturmöglichkeiten, deren Ziel es ist, den Bestand auf einem Niveau zu stabilisieren, mit dem die maximal nachhaltige Ernte (MSY) erreichbar ist.

Die Verbindung zwischen Gegenwart und Zukunft ermöglichen zwei gegenläufig wirkende Effekte, die jedoch zu zwei vom MSY abweichenden Tendenzen führen: Einmal die Bestandsveränderung, die eine Kostenveränderung bewirkt, und die Bestandsveränderung, welche eine Veränderung der Regenerationsfähigkeit der natürlichen, regenerierbaren Ressource bewirkt. Zusammen mit $Y_i = f(X)$ und der Darstellung des langfristig optimalen Gleichgewichts, ergibt sich: $MSY = Y_i^*$, sofern zwei gegenläufig wirkende Effekte sich kompensieren:

1) $X^* < MSY$: Dann ist X^* in der Nähe des Bestands, bei dem $f'(X) = \mu$ erfüllt ist und $\partial K / \partial X$ sehr klein ist. D.h. es besteht die Tendenz zu einem optimalen Bestand, der geringer ist als der Bestand, der mit der maximal nachhaltig erzielbaren Ernte verbunden ist. Die stark ausgeprägte Gegenwartspräferenz wird nur durch abnehmenden Grenznutzen abgemildert. Die gegenwärtigen Nutzen aus der heutigen Bestandszehrung, sind ausgeprägter als die zukünftig damit einhergehenden Einbußen bei den Nutzungsmöglichkeiten.

2) $X^* > MSY$: Die Erntekosten hängen nicht nur von der geernteten Menge ab, sondern auch von der Bestandsgröße. Daraus folgt, je größer der Bestand, desto geringer die Erntekosten pro Ernteeinheit (Fall: $\partial K/\partial X$ weit von Null entfernt). Woraus sich die zweite Tendenz ergibt, den Bestand auf einem höheren Niveau zu lassen, als es für die maximal nachhaltig erzielbare Erntemenge (MSY) erforderlich wäre, da man bei den Erntekosten spart. Bei einem positiven Schattenpreis ergibt sich X^* , der sicherstellt, dass $f'(X) < \mu$ gilt (zweite notwendige Bedingung damit erfüllt), da $\partial K/\partial X$ negativ ist. X^* muss größer sein als der Bestand für den gilt $f'(X) = \mu$. Betrachtet man die zweite notwendige Bedingung, zeigt sich, dass selbst im Falle $\mu = 0$, die unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten maximal erreichbare Erntertragsmenge (MSY) nicht optimal ist. D.h. bei einer Entnahme des Farmunternehmers $Y^* < MSY$ ist stets ein größerer Bestand als X^* optimal, da die durch einen höheren Bestand entstandene Kostenersparnis die geringer ausfallende Ernte in Nutzeinheiten wieder ausgleicht. Die ökonomische Betrachtung unterscheidet sich in zwei Punkten von der biologischen:

- 1) Im Spezialfall kompensieren beide Effekte einander qualitativ.
- 2) Offen ist, in welchem Umfang sich die beiden Effekte tatsächlich quantitativ so kompensieren, dass der ökonomisch optimale Bestand in der Nähe des biologisch produktivsten liegt.¹⁷²

Wie ändern sich diese Ergebnisse unter dem Gesichtspunkt der Vulnerabilität und der Zerstörung? Wie beeinflusst risikoaverses Verhalten und Vulnerabilitätsdenken diese beiden Fälle? Gibt es eine Annäherung an die dauerhafte Erntemenge?

¹⁷² Vergleiche Ströbele (1987), S. 136 ff. und Endres (2013), S. 374 ff..

Proposition 6:

Zu 1): $X^* < MSY$: Die Gegenwartspräferenz des repräsentativen Farmunternehmers fällt bei Risiko und Vulnerabilität schwächer aus. Die sich daraus ergebende etwas stärker ausfallende Zukunftspräferenz, aus Sicherheitsdenken des Farmunternehmers heraus, lässt ihn heute weniger ernten, wodurch der Abstand zwischen X^* und MSY kleiner wird, bis gilt $X^* = MSY$, das Konzept der dauerhaften Erntemenge kann erfüllt sein.

Zu 2): $X^* > MSY$: Einsparungen bei den Erntekosten sind auch bei Vulnerabilität sehr erwünscht und bevorzugt.

Bei Vulnerabilität gilt daher eher $X^* > MSY$ als $X^* < MSY$. Das ökonomische Optimum liegt bei Vulnerabilität und Zerstörung eher oberhalb in der Nähe des biologischen Optimums. Ist die Zukunftspräferenz des repräsentativen Farmunternehmers jedoch so stark ausgeprägt, dass sie seiner Gegenwartspräferenz entspricht, dann gilt wieder das Konzept der dauerhaften Erntemenge $X^* = MSY$. Vulnerabilität reguliert Ernteentnahme und Erntekosten, sodass das ökonomische Optimum in der Nähe, oberhalb des biologischen Optimums liegt, und sich das bioökonomische Gleichgewicht von alleine heilt, da die Gegenwartspräferenz gering ausgeprägt ist, wegen des bei Vulnerabilität vorherrschenden Risikos.

Argumentation zu Proposition 6: Bei Vulnerabilität führt das vorherrschende Risiko zu einer stärker ausgeprägten Zukunftspräferenz bei den Individuen, aufgrund des Wunsches für die Zukunft vorzusorgen. Die Gegenwartspräferenz fällt geringer aus, was zu einer geringeren Ernteentnahme und damit zu Erntekostenreduktion führt. Vulnerabilität heilt das bioökonomische Gleichgewicht. Vulnerabilität und das Konzept der dauerhaften Erntemenge sind miteinander verbunden, aufgrund der

ökologischen Instabilität, die beiden innewohnt. Vulnerabilität ist daher mit dem MSY-Konzept als Lösungskonzept vereinbar, da bei beiden, aufgrund der ökologischen Instabilität, ein optimaler Bestand empfohlen wird, der größer als der MSY ist, bzw. der oberhalb des MSY liegt: $X^* > MSY$. Damit wäre die ökologische Instabilität, die sich bei einer Erntemenge von $Y = MSY$ ergibt, berücksichtigt worden.

4.5 Kritik am MSY-Konzept und Ausblick: Das BOSY-Konzept (BOSY= Bioeconomic Optimum Sustainable Yield), bzw. Semi-OSY

Das Management erneuerbarer Ressourcen basierte in der Literatur lange Zeit auf dem MSY-Konzept, die Individuen in der Realität verwenden es noch heute. Dem MSY-Konzept liegt die Annahme zugrunde, dass bei jeder gegebenen Population ein Überschuss geerntet werden kann, ohne dass es zu einer Bestandsveränderung kommt. Der MSY wird auf dem Populationsniveau erreicht, auf dem die Wachstumsrate der Population maximiert wird, bzw. auf dem die Überschussproduktion am größten ist, da die Überschussproduktion dem MSY auf jedem Populationsniveau entspricht.

Kritik am MSY führte dazu, dass nach neuen Managementsystemen bezüglich erneuerbarer Ressourcen gesucht wurde. Die Kritik bestand vom biologischen Standpunkt darin, dass bei einer Ernte ökologisch abhängiger Spezies nicht für jede einzelne Spezies der MSY gelten kann. So wurde die Methode der Bildung einer gewichteten Summe eingesetzt, die das Ergebnis beeinflussen sollte. Desweiteren hieß es, müsste das MSY-Konzept Populationsveränderungen, aufgrund von Unsicherheit miteinbeziehen, da z.B. viele Ressourcenbestände, wie speziell die Meeresfischerei, unvorhersehbaren Ereignissen unterliegen. Hohe Erträge können nur mit

hohen Populationsniveaus erreicht werden, und bei geringeren Populationsniveaus nicht aufrechterhalten werden. Um solche Fluktuationen in der Population miteinzubeziehen, müsste das MSY-Konzept erweitert werden.

Vom ökonomischen Standpunkt bestand die Kritik darin, dass die Kostenseite unberücksichtigt bleibt, nur der Nutzen wird betrachtet. Die Kosten einer Übernutzung sind jedoch bei einer kommerziellen Ressourcennutzung genauso zu betrachten, wie der Nutzen. Ob eine MSY-Erntepolitik ökonomisch sinnvoll wäre, ist von Fall zu Fall zu unterscheiden. Nach Clark (2005) gilt MSY eher als eine Beschränkung, als ein Mittel, um Übernutzung zu verhindern. Kommerzielle Übernutzung kann zu einer bedrohlichen Übernutzung biologischer Ressourcen führen, dass die Population auf ein Niveau reduziert wird, weit unter dem MSY. Vom sozialen Standpunkt wäre dies weit entfernt vom „Optimalen“. Dann wäre öffentliche Intervention zu rechtfertigen, und MSY wäre ein geeigneter, guter Orientierungswert.

Aus den Kritikpunkten des MSY-Konzeptes entstand ein Trend, dieses zu ersetzen durch ein Konzept des „optimum sustainable yield“ (OSY). Dieses OSY-Konzept basiert auf dem Standard-Kosten-Nutzen-Kriterium maximierender Gegenwartswerte von ökonomischen Nettoerträgen¹⁷³, wodurch die Kostenseite miteinbezogen wäre und eine Übernutzung durch zu hohe Nutzungskosten verhindert werden könnte. Wichtig, wäre jedoch auch noch die Berücksichtigung von Eigentumsrechten, um Übernutzung, aufgrund des unbeschränkten Zugangs („Open Access“) zu beschränken.¹⁷⁴

¹⁷³ Dieses Kriterium ist wichtig für private und öffentliche Ressourcenmanagemententscheidungen, die Spezifizierung von Kosten und Nutzen ist jedoch in beiden Fällen unterschiedlich. Privates Ressourcenmanagement: tatsächliche internalisierte Kosten, öffentliches Ressourcenmanagement: soziale und externe Kosten. Siehe Clark (2005), S. 3.

¹⁷⁴ Siehe Clark (2005), S. 1 ff..

Im OSY-Konzept wäre demnach die ökonomische Kritik berücksichtigt. Um auch die ökologische Kritik miteinzubeziehen, müsste das OSY-Konzept für bestimmte Spezies unterschieden werden, die zu bezeichnen sind, also artenspezifisch sein, um der Artenvielfalt und der Berücksichtigung von Spezies gerecht zu werden. Zudem müsste der Unsicherheitsfaktor, aufgrund von Vulnerabilität und Zerstörung miteinbezogen werden. Und Fluktuationen von Populationen müssten berücksichtigt werden, in einer Anpassung des MSY, bzw. durch einen variablen OSY.

Es ergeben sich folgende zusätzliche Anforderungen an das OSY-Konzept:

- 1) Artenspezifisch: OSY-Gruppen bilden, je nach Spezies, um der Artenvielfalt gerecht zu werden (mehrere OSY),
- 2) Risiko beinhalten/ Risikofaktor, und Erwartungen (Erwartungswert) miteinbeziehen, um Unsicherheit miteinzubeziehen,
- 3) Variabilität, d.h. variabler OSY (anpassungsfähiger OSY, in mehreren Stufen), um Fluktuationen der Populationen abzudecken.

Ziel: Die Ausrottung von Beständen und Lebensräumen verhindern.

Es sollte jedoch erwähnt werden, dass nur wenige biologische Ressourcenbestände bisher mit dem Gegenwartswert-Kriterium gemanagt worden sind. Seit den späten 1970er Jahren wurden immer komplexere Managementsysteme verwendet, aber das MSY-Konzept blieb trotz Kritik in den meisten Fällen das Hauptziel.¹⁷⁵

Wenn auch lange Zeit das MSY-Konzept als unbefriedigend angesehen wurde, so ist es beim heutigen Wissenstand doch akzeptabel. Denn berücksichtigt man, dass die optimale Erntemenge erst im „Trial-and-Error“-

¹⁷⁵ Siehe Clark (2005), S. 1 ff..

Verfahren approximiert werden muss, und dass Y^* die optimale Erntemenge für viele Regenerationsfunktionen, Zeitpräferenzraten und Technologien in der Nähe des MSY liegen muss, ist das MSY-Konzept durchaus akzeptabel. Aufgrund der ökologischen Instabilität bei einer Fangmenge von $Y = \text{MSY}$, wäre es jedoch sinnvoll, eine Fangmenge zu wählen, die etwas geringer ist als die des MSY-Konzeptes,¹⁷⁶ wie sich auch aus dem Modell mit Vulnerabilität und Zerstörung ergibt, sodass sich ein Bestand ergibt, der oberhalb des MSY liegt, also größer MSY ist.

D.h. Vulnerabilität (und Zerstörung) ist mit dem MSY-Konzept als Lösungskonzept vereinbar, da bei beiden ein optimaler Bestand empfohlen wird, der größer als MSY ist, bzw. der oberhalb des MSY liegt: $X^* > \text{MSY}$. Damit wäre die ökologische Instabilität, die sich bei einer Fangmenge von $Y = \text{MSY}$ ergibt, und die sich bei Vulnerabilität und Zerstörung ergibt, berücksichtigt worden.

4.6 Beziehungen zwischen Vulnerabilität, Schattenpreis und Zerstörung

Wie verändert sich der Schattenpreis bei Vulnerabilität und Unsicherheit bezüglich des Bestandes (Boden) und bei Zerstörung durch Naturkatastrophen, Umweltverschmutzung und Klimawandel?

Durch Vulnerabilität und Unsicherheit des Bestandes, sowie Zerstörung durch Naturkatastrophe, Umweltverschmutzung und Klimawandel kann bei einer natürlichen, regenerierbaren Ressource intertemporale Knappheit erzeugt werden, wodurch der Schattenpreis dieser Ressource λ steigt. Es ist eine Übernutzung eingetreten, da die Nutzungsmöglichkeiten durch die Zerstörung

¹⁷⁶ Siehe Ströbele (1987), S. 172.

geringer geworden sind, an ihre Grenzen gestoßen sind. Da $\lambda \uparrow$, steigt auch Vulnerabilität $V \uparrow$. Durch was sinkt der Schattenpreis der Ressource λ wieder? Durch Investitionen in Wiederherstellung der Bestandsressource, z.B. in Dünger. Die Individuen können durch Kreditaufnahme oder Eigentumsrechte, also Nutzung mit beschränktem Zugriff, Vulnerabilität reduzieren, wodurch die Investitionen in die Wiederherstellung der zerstörten natürlichen, regenerierbaren Ressource möglich werden. Dies hat zur Folge, dass der Schattenpreis der Ressource λ sinkt.

Fehlen Eigentumsrechte, sind Nutzungskosten nicht internalisierbar, daraus folgt eine Übernutzung der regenerierbaren Ressource. Fixkosten führen zu einer erhöhten Gefährdung der Übernutzung einer regenerierbaren Ressource.¹⁷⁷ Das sind weitere Risiken, die über eine Übernutzung der natürlichen, regenerierbaren Ressource dazu führen können, dass Vulnerabilität ansteigt.

Wie groß darf der Zerstörungsgrad nur sein, dass eine Wiederherstellung noch möglich ist? Lässt die Klimaveränderung, aufgrund Umweltverschmutzung auf verstärkte Naturkatastrophen schließen (Art, Häufigkeit und Schwere der Schocks)?

Wie sehen die Zusammenhänge zwischen Vulnerabilität, Umweltverschmutzung, Klimawandel, daraus folgende Zerstörung und Übernutzung natürlicher, regenerierbarer Ressourcen aus?

Es existiert eine Wechselbeziehung zwischen Vulnerabilität \leftrightarrow ökonomischem Wachstum \leftrightarrow Wachstum und Umwelt:

¹⁷⁷ Siehe Ströbele (1987), S.148 f..

Eine saubere Umwelt ist eine Ressource ohne Eigentumsrechte, also freiem Zugang zur Nutzung für alle. Wird die Ressource übernutzt oder durch Umweltverschmutzung, Klimawandel und Umweltzerstörung vernichtet, so hat das negative Auswirkungen auf das ökonomische Wachstum, und negative Auswirkungen auf die Vulnerabilität.

Daraus ergibt sich eine Wechselbeziehung zwischen Knappheit von natürlichen, regenerierbaren Ressourcen ↔ Vulnerabilität:

Vulnerabilität wird durch Übernutzung und Umweltzerstörung negativ beeinflusst, da die Situation der Landarbeiter durch Umweltverschmutzung und Klimawandel erschwert wird. Die Nutzung der natürlichen, regenerierbaren Ressource ist durch die negativen Umweltveränderungen beschränkt geworden. D.h. eine natürliche, regenerierbare Ressource ist knapp geworden, wodurch sich die schlechteren Anbaubedingungen und schlechtere Ernten ergeben. Risiko und Vulnerabilität sind gestiegen und Absicherungsmöglichkeiten begrenzt, bzw. dem vorherigen Standard einer sauberen Umwelt angepasst.

Proposition 7: Es ergibt sich eine direkte, sofortige Wirkung auf die bestehende Vulnerabilität durch (1) Übernutzung, (2) Umweltverschmutzung. (3) Desweiteren ergibt sich eine indirekte Wirkung auf Vulnerabilität, da verzögert, durch Klimawandel und globale Erwärmung.

Argumentation zu Proposition 7 (1): Die entstandene Knappheit der Ressource, aufgrund Übernutzung durch menschliche Entnahme, oder aufgrund der Zerstörung durch Umweltverschmutzung, Klimawandel und Naturkatastrophe. Der exogene kovariante Schock, ist eingetreten und hat die natürliche, regenerierbare Ressource zerstört. Genauso wie eine Übernutzung sie zerstören kann. Sie ist durch die Zerstörung zu einer begrenzten

Ressource geworden, eingeschränkt in den Nutzungsmöglichkeiten. Die Vulnerabilität $V \uparrow$ steigt, aufgrund der Knappheit der natürlichen, regenerierbaren Ressource.

Argumentation zu Proposition 7 (2): Umweltverschmutzung hat eine direkte Wirkung auf Vulnerabilität, da saubere Umwelt eine Ressource darstellt: Es folgen schlechtere Anbaubedingungen, schlechtere Ernteerträge, ein größeres Risiko und begrenzte Absicherungsmöglichkeiten, die wenn möglich der Erweiterung bedürfen. Vulnerabilität $V \uparrow$ steigt, aufgrund der Umweltverschmutzung.

Argumentation zu Proposition 7 (3): Klimawandel und globale Erwärmung, führen zu einer Beeinträchtigung des bisherigen Anbaus (Methoden, Produkte) und der bisherigen Ernte, da heißere Temperaturen, z.B. eine neue Situation, neue Arbeitsbedingungen für die Land- bzw. Farmarbeiter bewirken. Sie müssen ihre Anbaumethoden überdenken und eventuell erneuern, anpassen, da das Klima, z.B. zu heiß ist für die bisherigen Anbaumethoden und Anbauprodukte. Bisherige Anbaumethoden und Anbauprodukte sind nicht mehr effizient. Die Folge sind schlechtere Ernteerträge, ein größeres Risiko und die Absicherungsmöglichkeiten sind begrenzt. Vulnerabilität $V \uparrow$ steigt, aufgrund des Klimawandels und der globalen Erwärmung. Auch das Auftreten der exogenen kovariaten Schocks kann in Stärke und Häufigkeit zunehmen, wodurch sich eine Rückkopplung zu 1) ergibt, wo exogene kovariate Schocks Umwelt zerstören und Knappheit von Ressourcen produzieren. Die Vulnerabilität $V \uparrow$ steigt.

Man identifiziert einen dreifachen Effekt auf Vulnerabilität, dreimal steigt $V \uparrow$. Das bedeutet, den Land- bzw. Farmarbeitern geht es noch schlechter als

bisher, aufgrund des höheren Risikos und der gestiegenen Vulnerabilität. Sie sind noch mehr vulnerabel bezüglich eines exogenen kovariaten Schocks.

4.7 Politikmaßnahmen

Um dafür zu sorgen, dass das Konzept der Nachhaltigkeit berücksichtigt wird und das Konzept der dauerhaften Erntemenge erfüllt ist, müssen neben einem beschränkten Zutritt zu Ressourcen, einer Beschränkung der totalen Entnahmemenge („Total Catch“-Quote), allozierten transferbaren Quoten, sowie Steuern,¹⁷⁸ folgende Politikmaßnahmen beachtet werden:

1) Nachhaltige Umweltpolitik: Um die Übernutzung oder Ausbeutung zu verhindern, müsste unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten geerntet werden. Eine bestimmte Erntemenge darf nicht überschritten werden. D. h. es muss eher $X^* > MSY$ gelten, wenn es nicht sogar durch Annäherung dazu kommt, dass $X^* = MSY$. Dies ist der Fall, wenn die Zukunftspräferenz eines repräsentativen Farmunternehmers so gesteigert werden kann, bis sie gleich seiner Gegenwartspräferenz ist. D.h. der repräsentative Farmunternehmer reduziert seine Ernteentnahme in der Gegenwart, zugunsten der Nutzungsmöglichkeiten in der Zukunft. Dies könnte durch Anreize, zu investieren und Kreditmöglichkeiten erzielt werden, z.B. durch den Kauf von Assets oder durch Mikrokredite zur Finanzierung von Wiederherstellungsmaßnahmen nach der Zerstörung, sodass die Knappheit der natürlichen Ressource wieder reduziert wird. Düngemiteleininsatz kann die übernutzte Ressource wiederherstellen, genauso wie eine Anpassung der Erntemenge an das Konzept der dauerhaften Erntemenge durch staatliche Kontrolle der Entnahmemengen.

¹⁷⁸ Siehe Clark (2005), S. 254 ff..

Die Knappheit der natürlichen, regenerierbaren Ressource kann reduziert werden, indem etwas für die Regenerationsfähigkeit der Ressource getan wird, z.B. durch Umweltqualitätsverbesserungen und durch Reduzierung der Ernte. Weitere Instrumente sind Kompensationszahlungen für Umweltverschmutzer, Abgaben auf die Ernte oder transferierbare Rechte.¹⁷⁹

2) Umweltpolitische Maßnahmen gegen Umweltverschmutzung und Klimawandel, bzw. globale Erwärmung für eine höhere Umweltqualität. Dadurch würden auch Naturkatastrophen in Stärke und Häufigkeit nicht zunehmen. Zudem sollte auch jeder Nutzer einer Ressource seine von ihm verursachten Kosten voll tragen, und Umweltpolitik sollte kosteneffektiv sein.

3) Eigentumsrechte an Ressourcen: Da natürliche, regenerierbare Ressourcen ohne spezifizierte Eigentumsrechte geerntet werden, fehlt das Verantwortungsbewusstsein für den Umgang mit dieser Ressource. Eigentumsrechte daran sollen deshalb dafür sorgen, dass sich die Individuen verantwortlich fühlen für ihren Teil der Ressource, den sie bewirtschaften.

4) Staatliche Ausbildungsförderung: Aus- und Weiterbildung bezüglich Ressourcenökonomik und Umweltverschmutzung, d.h. bezüglich des richtigen Umgangs mit der Ressource, um Umweltbewusstsein zu stärken. Konsequenz wäre der Bau von Schulen, bzw. Institutionen, damit die Individuen unter nachhaltigen Gesichtspunkten ernten, und sinnvoll mit der Umwelt umgehen.

5) Zugang zum Kreditmarkt: Kredite, um a) Dünger zu kaufen, der ein teurer Input ist, um Assets zu kaufen, für schlechtere Zeiten, um sie dann wieder zu

¹⁷⁹ Siehe Endres (2013), S. 390 f.. Handlungsempfehlungen bezüglich der Politik gibt auch Tietenberg (2006), S. 574 ff.. Er formuliert 5 Konzepte: Internalisierungsprinzip, Effizienzprinzip, Eigentumsrechtsprinzip, Nachhaltigkeitsprinzip und das Prinzip der aufgeklärten Konsumentensouveränität.

verkaufen und b) für ertragreiche Anbauprodukte und eine Erweiterung der Anbauzone.

6) Versicherungsmöglichkeiten.

Die Punkte 1) bis 6) senken Vulnerabilität. Den Individuen geht es besser. Wohlbefinden, Lebensstandard und Sicherheit steigen.

Es gäbe keinen Ausgleich durch Kapitalakkumulation im Fall ohne Vulnerabilität,¹⁸⁰ jedoch bei Vulnerabilität können finanzielle Hilfen, in Form von physischem Kapital, Kredite oder Subventionen und staatliche Ausbildungsförderung, also Humankapitalakkumulation, helfen. Bei Vulnerabilität können diese Politikmaßnahmen wirken.

Proposition 8: Nachhaltige Erntepolitik führt zu sinkender Vulnerabilität. D.h., erstens, hohe Vulnerabilität führt zur Angleichung $X^* = MSY$, wegen Gegenwartspräferenzabmilderung und zweitens, ergibt sich: $X^* = MSY = Y_i^*$, das Konzept der dauerhaften Erntemenge, welches einer nachhaltigen Erntepolitik entspricht, die zu sinkender Vulnerabilität führt.

Argumentation zu Proposition 8: Es ergibt sich durch Punkt Eins und Zwei, ein doppelter Effekt auf Vulnerabilität, die mehrfach sinkt. Es besteht eine wechselseitige Beziehung, d.h. strategische Komplementarität zwischen Vulnerabilität und dem Konzept der dauerhaften Erntemenge.

4.8 Schlussbemerkungen

Dieses Modell zeigt Zusammenhänge zwischen Vulnerabilität, Ressourcenökonomik und Zerstörung auf. Schon in den 1970er Jahren gab

¹⁸⁰ Siehe Endres (2013), S. 391. Endres sagt dazu, dass eine Entnahme, die über das natürliche Ressourcenwachstum hinausgeht, nicht durch Kapitalakkumulationen ausgeglichen werden kann.

es Diskussionen, zur Begrenztheit von Ressourcen und zu den Grenzen des Wachstums. Die zunehmende Knappheit natürlicher, regenerierbarer Ressourcen erhöht ihren Schattenpreis, verstärkt Vulnerabilität und bringt eine Verschlechterung des Lebensstandards, wodurch weniger Möglichkeiten bestehen, zu investieren, zu sparen, zu konsumieren oder das gegenwärtige Risiko zu bewältigen. Das Konzept der dauerhaften Erntemenge, welches im bioökonomischen Gleichgewicht erfüllt ist, kann eine Orientierungshilfe sein, um Übernutzung zu verhindern. Bei natürlichen, regenerierbaren Ressourcen führt die Übernutzung oder Ausbeutung, wenn die Ressource sich nicht mehr von alleine regenerieren kann, weil eine bestimmte Entnahmemenge überschritten wurde, zum Verfall des Lebensstandards und zu steigender Vulnerabilität. Neben Übernutzung können noch weitere Zerstörungsvorgänge Knappheit erzeugen, wie Umweltverschmutzung, Klimawandel, bzw. globale Erwärmung und Naturkatastrophen, welche alle Vulnerabilität erhöhen. Nach der Zerstörung haben die Individuen noch weniger Möglichkeiten zu investieren, zu konsumieren, zu sparen oder das Risiko zu bewältigen. Sie sind nach der Zerstörung mehr vulnerabel gegenüber einem exogenen kovariaten Schock. In diesem Modell konnten Vulnerabilität und Zerstörung und das Konzept der dauerhaften Erntemenge in Verbindung gebracht werden, aufgrund der ökologischen Instabilität, die sowohl Vulnerabilität und Zerstörung, als auch dem Konzept der dauerhaften Erntemenge (MSY-Konzept) innewohnt. Das bioökonomische Gleichgewicht wird durch Zerstörung gestört und kann auf verschiedenen Wegen „geheilt“ werden. Erstens, durch Systemmanagement und das Zusammenwirken der Arten, wobei komplexe Systeme durch Lernen aus biologischen Mustern erhalten werden können, z.B. aus Abläufen innerhalb einer Biozönose. Zweitens, durch Reduktion der Gegenwartspräferenz und Erhöhung der Zukunftspräferenz, z.B. durch Senkung des Diskontierungsfaktors oder Erhöhung von

Investitionen. Mit Hilfe von Vulnerabilität ergibt sich die Reduzierung der Gegenwartspräferenz und das durch Zerstörung gestörte Gleichgewicht heilt sich von alleine: Das bioökonomische Ungleichgewicht heilt sich von alleine durch Vulnerabilität. Aus der Schwäche Vulnerabilität wird Nutzen gezogen, wie bei antifragilen Systemen. Der Grund für die Selbstheilungskräfte liegt darin, dass Vulnerabilität die Gegenwartspräferenz der Individuen reduziert. Die Individuen wollen, aufgrund der Unsicherheit bei Vulnerabilität, lieber für die Zukunft vorsorgen und reduzieren die Entnahme der Ernte aus dem Bestand in der Gegenwart. Die regenerierbare übernutzte Ressource kann sich wieder regenerieren. Vulnerabilität heilt das bioökonomische Gleichgewicht, sodass wieder in der Nähe (oberhalb) des MSY produziert und geerntet werden kann. MSY-Konzept und Vulnerabilität sind demzufolge miteinander vereinbar, nicht nur aufgrund der ökologischen Instabilität, sondern auch deshalb, weil Vulnerabilität das bioökonomische Gleichgewicht „heilt“. Politikmaßnahmen können dabei unterstützend wirken. Zu diesen zählen eine nachhaltige Umweltpolitik, staatliche Kontrollen der Ernteentnahmemengen, um die Regenerationsfähigkeit der Ressource zu erhalten, umweltpolitische Maßnahmen gegen Umweltverschmutzung, sowie Eigentumsrechte an Ressourcen, eine staatliche Ausbildungsförderung zu Fragen der Ressourcenökonomik und Umweltverschmutzung, Zugang zum Kreditmarkt, damit Investitionen möglich werden, und Versicherungsmöglichkeiten. Mit diesen Politikmaßnahmen kann Vulnerabilität wieder gesenkt werden und Wohlbefinden, Lebensstandards und Sicherheit der Individuen verbessert werden.

4.9 Kritische Würdigung

Das Modell hat die Interaktion zwischen Ökonomie (Vulnerabilität und Zerstörung) und Ökologie (Ressourcenökonomik) aufgezeigt, und ökonomische und ökologische Interdependenzen im Zusammenhang mit Vulnerabilität dargestellt. Man betrachtet die Ökonomie wieder als Ganzes, wobei eine Ökonomie Vulnerabilität bekämpfen kann, wenn sie als Ganzes versucht, Vulnerabilität zu reduzieren. Ausreißer werden dabei nicht berücksichtigt. Jedoch, nicht jeder Farmer handelt gemäß nachhaltiger Umweltpolitik, womit es zu Ausreißern kommt, die die Modellergebnisse verändern können. Zudem gibt es sicher immer weitere, bisher noch unbekannte, unwegbare ökologische Interdependenzen, die in einer Regenerationsfunktion noch nicht abgebildet worden sind, und die das Ergebnis beeinflussen können. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass Knappheit durch Zerstörung, z.B. Übernutzung oder Umweltverschmutzung, erst einmal wieder neutralisiert werden muss. Es kann ein langwieriger Prozess sein, bis die Ressource sich wieder vollständig regeneriert hat. Der Zeitfaktor ist demnach wichtig, welcher im Modell bisher noch nicht berücksichtigt wurde. Es wird sicherlich in der Realität auch regenerierbare Ressourcen geben, die so sehr zerstört sind, dass sie sich nicht mehr vollständig von alleine regenerieren können. Das Konzept der dauerhaften Erntemenge $Y = MSY$ war lange Zeit kritisiert worden, dennoch ist es bis heute ein anerkanntes Konzept, in der Realität von den Nutzern zahlreich verwendet, und mit heutigem Wissensstand akzeptabel, um Übernutzung und Ausrottung zu verhindern. Die Problematik asymmetrischer Informationen, sowie moralisches Risiko und Adverse Selection, wurde im Modell ebenfalls nicht berücksichtigt. Es wurde mehr Betonung auf die Ressourcenökonomik

als auf die Informationsökonomik gelegt, Probleme der Informationsübermittlung wurden nicht berücksichtigt.

Dennoch, kann das Modell eine Lösungsmöglichkeit sein, wie man bei Vulnerabilität und Zerstörung mit nachhaltiger Umweltpolitik in einer Ökonomie als Ganzes Vulnerabilität reduzieren und Wachstum erhöhen kann.

5. Vulnerabilität und Gerechtigkeit

5.1 Einleitung

Ökonomien, in denen Vulnerabilität vorherrscht, und solche, die aufgrund von Vulnerabilität ökonomisch noch nicht so hoch entwickelt sind, aber eine hinreichende soziale Fähigkeit besitzen, können einen Vorteil ziehen aus der Interaktion mit anderen Ökonomien, durch Handel, technologischen Transfer und Kapitalströme.¹⁸¹ Soziale und kulturelle Qualitäten befähigen, nach Abramowitz (1986), ein Land, Vorteil aus ökonomischen Möglichkeiten zu ziehen. Ökonomien mit ausreichender sozialer Fähigkeit werden schnell aufholen,¹⁸² im Vergleich zu Ländern, mit oder ohne Vulnerabilität, die weiter entwickelt sind. Der Aufholprozess findet also eher statt in gerechteren Gesellschaften, denn Gerechtigkeit ist ein Unterkriterium von sozialer Fähigkeit. Gerechtere Gesellschaften sind ökonomisch erfolgreicher. Aus diesem Grund ist es interessant, Vulnerabilität und Gerechtigkeit in einem Modell zu betrachten. Gerechtigkeit ist in folgendem Kontext einzuordnen: Soziale Fähigkeit ist eine Dimension von Kultur und unterteilt sich in vier Elemente, 1) Erfahrung der Bevölkerung mit Produktionsstätten, die mit hohen Skalenerträgen produzieren, 2) die Fähigkeit, Nutzen aus Handel und Spezialisierung zu ziehen, was das Akzeptieren von Ideen aus dem Ausland miteinschließt, 3) die Anerkennung von wissenschaftlicher Erklärung. Punkt zwei und drei lässt sich unter der Offenheit für neue Ideen zusammenfassen. 4) Werte, sozialer Blickwinkel und soziales Bewusstsein. Gerechtigkeit ist einzuordnen unter Punkt vier, sozialer Blickwinkel und soziales Bewusstsein.

¹⁸¹ Siehe Abramowitz (1986), und Weil (2013), S. 431 ff.. Abramowitz (1986) hat gezeigt, wie Länder mit hinreichender sozialer Fähigkeit, einen Vorteil aus der Interaktion mit anderen Ländern durch Handel, technologischen Transfer und Kapitalströme ziehen. Analog dazu wurde die Annahme aufgestellt, dass dies auch auf Ökonomien zutrifft, die von Vulnerabilität betroffen sind.

¹⁸² Siehe Weil (2013), S. 431 ff..

Es soll gezeigt werden, ob eine gerechtere Gesellschaft Vulnerabilität reduzieren kann.

Bisher haben sich Ökonomen mit der Bedeutung von Kultur, z.B. in Bezug auf die Bereitschaft eines Landes, Ideen aus dem Ausland zu akzeptieren, beschäftigt. Damit erklären sie das schnelle Wachstum im 19. und 20. Jahrhundert in Japan. Andere Ökonomen stellen das soziale Bewusstsein eines Landes in den Mittelpunkt bei der Beurteilung, ob das Wachstum dadurch schneller steigt.¹⁸³ Die meisten ökonomischen Modelle gehen davon aus, dass Individuen sich nur um ihre eigenen materiellen Interessen und nicht um soziale Ziele sorgen. Als Ausnahme gilt Altruismus: Individuen sorgen sich nicht nur um ihr eigenes Wohlbefinden, sondern auch um das Wohlbefinden der anderen. Dennoch deutet psychologische Evidenz daraufhin, dass das meiste altruistische Verhalten viel komplexer ist: Individuen helfen nicht einfach nur anderen, sie machen es abhängig davon, wie großzügig diese Individuen ihnen gegenüber sind. D.h. dieselben Individuen, die altruistisch gegenüber anderen altruistischen Individuen sind, verletzen andere, sofern diese sie auch verletzen. Fairness bedeutet, falls jemand nett zu einem Individuum ist, ist dieses auch nett zu ihm. Ökonomisches Verhalten, welches durch soziale Ziele induziert wird, beschreiben Train et al. (1987) und Weisbrod (1988).

Rabin (2004) integriert Fairness in einen spieltheoretischen Rahmen, der drei stilisierte Fakten enthält: 1) Individuen sind bereit, ihr eigenes materielles Wohlbefinden zu opfern, um denen die freundlich sind, zu helfen. 2) Individuen sind bereit, ihr eigenes materielles Wohlbefinden zu opfern, um die zu bestrafen, die nicht freundlich sind. 3) Beide Punkte 1) und 2) haben einen größeren Effekt auf das Verhalten, wenn die materiellen Kosten des Opfers

¹⁸³ Weil (2013), S. 442 und S. 432.

(Opportunitätskosten) kleiner werden. Zu Punkt 1): Die Abkehr von Eigeninteressen kann für die Gesellschaft von Nutzen sein. Psychologen haben diesem Themengebiet Studien gewidmet, um die Existenz von Altruismus und Kooperation nachzuweisen. Die Experimente diesbezüglich wurden von Orbell (1978), Van de Kragt et al. (1983), Isaac et al. (1985), sowie von Kim und Walker (1984) und von Andreoni (1988 a, 1988 b) durchgeführt. Ergebnis dieser Experimente ist, dass Individuen bis zu einem Grad kooperieren, der höher ist als es von reinem Eigeninteresse impliziert worden wäre. Individuen helfen nicht aus reinem Altruismus, um bedingungslos zu helfen, sondern die Hilfe ist abhängig vom Verhalten der anderen Individuen. Die Individuen sind eher bereit, zu kooperieren, wenn die anderen auch kooperieren (= strategische Komplementarität). Glauben sie jedoch, dass die anderen Individuen nicht fair sind, dann sinkt der Ehrgeiz, anderen zu helfen (Goranson und Berkowitz (1966), Greenberg und Frisch (1972), Hoffmann und Spitzer (1982) und Kahnemann et al. (1986 a, 1986 b). Zu Punkt 2): Individuen verweigern manchmal nicht nur Hilfe, sondern opfern sich sogar, um die zu bestrafen, die unfair sind. Diese Idee wurde im Ultimatum-Spiel bei Thaler (1988) diskutiert. Empirische Untersuchungen zeigen, dass die Individuen bereit sind, die Unfairen zu bestrafen, indem sie sie ablehnen, und die Unfairen deshalb dann doch faire Vorschläge machen. Diese Idee wurde in Goranson und Berkowitz (1966), Greenberg (1978), Güth et al. (1982), Kahnemann et al. (1986 a, 1986 b) und Roth et al. (1991) erläutert. Zu Punkt 3): Die Individuen sind nicht bereit, einen große Summe Geld zu opfern, um Fairness aufrechtzuerhalten, sofern sie wenig Geld haben. Dies zeigen Leventhal und Anderson (1970). Die Individuen erliegen der Versuchung, ihre eigenen Interessen auf Kosten der anderen erreichen zu wollen, dabei die Profitabilität des Spieles für sie berücksichtigend. Kahnemann et al. (1986 a, 1986 b) zeigen die Bedeutung sozialer Ziele, und

dass diese drei stilisierten Fakten wichtige ökonomische Implikationen beinhalten. Die Neuheit in diesem Modell ist es zu zeigen, ob mit der Integration von Gerechtigkeit in ökonomische Modelle mit Vulnerabilität, sich diese Aussagen ändern, und wie sich Vulnerabilität dabei verändert.

Gerechtigkeit und der Grundsatz der Fairness beeinflussen das Verhalten der Individuen in einer Ökonomie in vielfältiger Form. Bisin und Verdier (2001) untersuchen kulturelle Transmission in einer Ökonomie. Und es gibt einige interessante Literaturbeiträge zur Modellierung sozialer Fähigkeiten, z.B. zur Modellierung von Vertrauen, bzw. Werten und Verhalten bei Tabellini (2008), oder zur Modellierung von Fairness bei Rabin (2004), der dazu „Kindness“-Funktionen aufstellt. Es gibt empirische Evidenz, dass Fairnessmotive das Verhalten der Individuen beeinflussen, wie Kahnemann, Knetsch, Thaler (1986) zeigen, dass Individuen die Preispolitik von Unternehmen bezüglich Fairness bewerten. Kahnemann, Knetsch, Thaler (2004) identifizieren Fairness bei Unternehmen als selbst gewählte Profitbeschränkung, um den Ruf eines fairen Unternehmens zu bekommen, und Fehr und Schmidt (2004) zeigen, dass sich Individuen bei Wettbewerb und bei Kooperation auch fair verhalten, selbst bei Verlust. Individuen sind in der Realität kooperativer als in den meisten Modellen mit Eigeninteresse angenommen, auch bei Verlust, so Dawes und Thaler (1988), Fehr und Gächter (2000). Der Beitrag des Modells Vulnerabilität und Gerechtigkeit zur bisherigen Literatur liegt in der Diskussion, ob sich Individuen auch bei Vulnerabilität gerecht verhalten, und wie sich die Vulnerabilität dabei verändert. Das Modell integriert Ansätze von Tabellini (2008) und Rabin (2004), um Gerechtigkeit bei Vulnerabilität zu untersuchen, und die Auswirkungen auf das ökonomische Wachstum der Ökonomie zu zeigen. Es folgt, dass Gerechtigkeit dabei helfen kann, Vulnerabilität zu bewältigen und ökonomisches Wachstum zu erhöhen. Nach Abramowitz

(1986) können Gesellschaften mit sozialer Fähigkeit im ökonomischen Wachstumsprozess schneller aufholen und sind erfolgreicher als Länder, die nicht über so viel soziales Kapital verfügen. Demnach kann Gerechtigkeit als Unterkriterium des sozialen Bewusstseins, Vulnerabilität beeinflussen, und letztlich auch das ökonomische Wachstum. Gerechtigkeit wird dabei im makro- und mikroökonomischen Kontext betrachtet. Die bisherigen Untersuchungen von Gerechtigkeit richteten sich nur auf mikroökonomische Betrachtungen, wie bei Rabin (2004), sowie Fehr und Schmidt (2004).

Soft Skills einer Ökonomie umfassen soziale Fähigkeit und soziales Kapital. Beide Dimensionen von Kultur können Absicherung oder Schutz gegenüber Vulnerabilität und Risiko sein. Die Vulnerabilität einer Ökonomie sinkt mit zunehmender sozialer Fähigkeit und mit steigendem sozialem Kapital. Es handelt sich demnach um eine gegenläufige Beziehung. Vulnerable Länder mit einem Mangel an sozialer Fähigkeit könnten Schwierigkeiten haben, der ökonomischen Stagnation zu entgehen. Gerechtigkeit als Element sozialen Bewusstseins, soll erhöht werden, wodurch die soziale Fähigkeit steigt, und damit Vulnerabilität sinkt. Durch steigendes Gerechtigkeitsbewusstsein und demzufolge gerechterem Verhalten, wird der Zusammenhalt zwischen den Individuen gestärkt, die Risikoaversion der Individuen sinkt, wodurch die Individuen gestärkt werden gegenüber Vulnerabilität. Die Individuen sind weniger vulnerabel gegenüber einem exogenen kovariaten Schock, Vulnerabilität sinkt. Dies wird in Teil 5.5.1 in einem ersten Schritt, in Anlehnung an Rabin (2004), anhand der Modellierung von Gerechtigkeit in Form von Gerechtigkeitsfunktionen diskutiert. In Teil 5.5.2 geht es dann um den zweiten Abschnitt innerhalb des Abhängigkeitsprozesses von steigender Gerechtigkeit zu sinkender Vulnerabilität, um den Prozess des stärkeren Zusammenhalts und der verstärkten Kooperation zwischen den Individuen,

wozu Tabellini (2008) und Fehr und Schmidt (2004) verwendet wurden. Durch den größeren Zusammenhalt zwischen den Individuen, ergibt sich eine verstärkte Kooperation zwischen den Individuen, wodurch die Individuen auf der Ebene der horizontalen, bzw. intragenerationalen Sozialisation, wiederum gestärkt werden gegenüber Vulnerabilität durch erhöhtes Gerechtigkeitsbewusstsein und gerechteres Verhalten, was zu sinkender Vulnerabilität führt. Weise (2006) schreibt zur Evolution von Kooperation und Konkurrenz, welche Verbindungen zwischen Konkurrenz, Kooperation und Moral bestehen. Auf der Grundlage der Allgemeinen Gleichgewichtstheorie und den beiden Wohlfahrtstheoremen sei nach Haslinger (1997b) die individuelle Moral nicht von Bedeutung, aber in Verbindung mit Unsicherheit und Informationsasymmetrie ergibt sich das Bedürfnis, Vertrauen und individuelle Moral zu zeigen, wodurch bei Vorliegen von Marktunvollkommenheiten Kooperation in den Mittelpunkt rückt, vor Konkurrenz. Nach Haslinger (1997b) sind Konkurrenz und Kooperation nicht gegensätzlich in ihren Auswirkungen, sie ergänzen sich sogar, mit Kontingenz in Bezug auf die Entscheidungen. Kooperation und Konkurrenz seien die bedeutendsten Elemente bei sozialer Interaktion, sie zählen zu den Hauptlösungen im Rahmen des Knappheitsproblems, was als Grundlage für die Existenz der Individuen gilt. Es gibt keine allgemein gültige Definition von Kooperation und Konkurrenz, deshalb wird das Gefangen-Dilemma aus der Spieltheorie für Erklärungen verwendet, wobei Kooperation die „gute“ Strategie ist und Konkurrenz die „schlechte“ Strategie. Die „gute Strategie wird jedoch, aufgrund des Eigeninteresses und individueller Anreize zugunsten der Konkurrenzstrategie nicht verwirklicht, wodurch es Probleme bei der Durchsetzung der Bedeutung von Kooperation gibt. Bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit, jedoch, ergibt sich im Gefangenen-Dilemma die soziale Gleichgewichtslösung, also eine Abkehr von der Gleichgewichtslösung aus

Eigeneinteresse, Gerechtigkeit und Kooperation setzen sich bei Vulnerabilität durch. Im Rahmen der Analyse mit Vulnerabilität und Gerechtigkeit zeigt sich, dass Kooperation wieder einen höheren Stellenwert einnimmt, da ein höheres Gerechtigkeitsbewusstsein zu einem höheren Zusammenhalt unter den Individuen führt, sie sich gerechter verhalten und vermehrt kooperieren, wodurch Vulnerabilität sinkt, weil sie in der Gemeinschaft durch stärkeren Zusammenhalt, gestärkter gegenüber Risiken sind, und Vulnerabilität besser bewältigen können, wodurch Vulnerabilität sinkt. Kooperation ist das Bindeglied in der Aktionskette bei der Verwirklichung eines höheren Gerechtigkeitsbewusstseins und sinkender Vulnerabilität.

Die Bewältigung und Reduktion von Vulnerabilität kostet Individuen Kraft und kann den Verlust von Ernte, Vieh, Boden, und demnach den Verlust von Ertrag und Gesundheit bedeuten. Betrachtet man das Investitions- und Konsumverhalten in einer Ökonomie mit Vulnerabilität und gerechten Individuen, lässt sich daraus ableiten, ob Individuen mehr oder weniger vulnerabel gegenüber dem Schock sind. Zu fragen ist, wie man in einer Landwirtschaft oder in einer Fabrikproduktion gerecht sein kann. Wie sieht eine faire Farmwirtschaft oder faire Produktion aus? Was unter 5.6 bezüglich Politikmaßnahmen diskutiert wird. Kann eine Ökonomie, die durch Kreditaufnahme Vulnerabilität reduzieren kann, gerechter handeln als eine Ökonomie, die sich nicht gegenüber Vulnerabilität absichern kann? Nutzen und Kosten der Gerechtigkeit sind bei Vulnerabilität zu untersuchen, wobei zu berücksichtigen ist, dass Gerechtigkeitskosten einen Schattenpreis darstellen, da keine Kosten direkt zuzuordnen sind. Die Individuen haben einen Preis dafür zu zahlen, wenn sie sich gerecht verhalten. Es handelt sich um Opportunitätskosten. Wenn die Individuen sich gerecht verhalten und auf den Mehrgewinn verzichten, den sie bei Wahl des eigennützigen Verhaltens

erhalten hätten, entstehen Gerechtigkeitskosten, sogenannte Opportunitätskosten der Gerechtigkeit. Gerechtigkeitsprämien können den Verlust durch die Opportunitätskosten wieder ausgleichen, sodass gilt: Grenznutzen der Gerechtigkeit gleich den Grenzkosten der Gerechtigkeit.

5.2 Definition von Gerechtigkeit

Die Definition von Gerechtigkeit ergibt sich aus Rawls „Eine Theorie der Gerechtigkeit“ (1979).

Die beiden Gerechtigkeitsgrundsätze für eine Grundstruktur der Gesellschaft nach Rawls lauten:

- 1) Gleiches Recht auf die Grundfreiheiten für alle vereinbar.
- 2) Die Gestaltung sozialer und ökonomischer Ungleichheiten ist so auszuarbeiten, dass jedermann einen Vorteil daraus hätte, und für jeden berufliche Chancengleichheit bestünde.

Desweiteren lauten für eine vollständige Theorie der Gerechtigkeit die Grundsätze für das Individuum, welche den Grundsatz der Fairness beinhalten: Aus dem praktischen Denken folgt die Ebene dreier Begriffe, der Begriff des Wertes, der Begriff des Rechts und der Begriff des moralischen Wertes. Die nächste Ebene beinhaltet Völkerrecht, soziale Systeme und Institutionen, sowie Individuen. Auf institutioneller Ebene sind die Grundsätze der Gerechtigkeit und Pareto-Optimalität gegeben und auf der Ebene der Individuen sind es Gebote und Erlaubnisse, die das Entscheidungsverhalten beeinflussen. Die Erlaubnisse gliedern sich in indifferente und selbstlose, wobei sich die selbstlosen Erlaubnisse wiederum in Wohltätigkeit, Mut und Erbarmen ausdrücken. Die Gebote beinhalten Verpflichtungen und natürliche

Pflichten, die positive und negative Pflichten umfassen. Die positiven natürlichen Pflichten beinhalten die Wahrung der Gerechtigkeit, die gegenseitige Hilfe und die gegenseitige Achtung. Die negativen natürlichen Pflichten beinhalten das Nichtschädigen und dem Nichtschuldigen nichts anzutun. Die Verpflichtungen der Individuen umfassen Fairness und Treue.¹⁸⁴ Demnach ist jemand gerecht, der den Grundsatz der Fairness beachtet.¹⁸⁵

5.3 Modellierung von Gerechtigkeit

Wie kann man Gerechtigkeit modellieren und deren Entwicklung über die Zeit darstellen? Gerechtigkeit lässt sich durch soziale Interaktion (strategische Komplementarität) modellieren. In Anlehnung an Tabellini (2008), der eine Analyse von Vertrauen und Kooperation vorgenommen hat, wird Gerechtigkeit im Modell mit Vulnerabilität untersucht. Zusätzlich wird Rabin (2004) verwendet, der die Integration von Fairness in ein psychologisches Spiel untersucht. Tabellini (2008) unterscheidet zwischen begrenzter und verallgemeinerter Moral, eine Anwendung von Bisin und Verdier (2001). Es handelt sich um Komplementarität zwischen Werten und Verhalten. Es besteht ein höherer Anreiz, gute Werte an Kinder weiterzugeben, wenn viele andere sich gut verhalten. Angewendet auf das Modell mit Vulnerabilität und Gerechtigkeit, bedeutet das, es besteht ein höherer Anreiz, Gerechtigkeit in Werten zu vermitteln, wenn viele andere sich gerecht verhalten und Gerechtigkeit in Werten vermitteln (= strategische Komplementarität).

¹⁸⁴ Siehe Rawls (1979), S. 81 ff. und S. 130 ff..

¹⁸⁵ Die Verbindung von Gerechtigkeit und Fairness ist noch an anderer Stelle von Bedeutung, wenn Fairness-Gleichgewichte nach Rabin (2004) definiert werden und zur Beurteilung von Gerechtigkeit herangezogen werden.

Es gilt, Gerechtigkeit zu modellieren, zu formalisieren. Rabin (2004) leitet dazu, aus einem materiellen Spiel ein psychologisches Spiel ab. Psychologie, bzw. Emotionen werden in ökonomische Forschung integriert. Um aus einem materiellen Spiel ein psychologisches Spiel zu konstruieren, wird angenommen, dass der subjektiv erwartete Nutzen eines jeden Spielers, wenn er seine Strategie wählt, von drei Faktoren abhängt:

- 1) von seiner Strategie,
- 2) von seinen Gedanken bezüglich der Strategiewahl der anderen Spieler,
- 3) von seinen Gedanken über die Gedanken der anderen Spieler bezüglich seiner Strategie.¹⁸⁶

Strategische Komplementarität zeigt die gegenseitige Abhängigkeit zwischen den psychologischen Beziehungen der Spieler, wodurch Gerechtigkeit modelliert werden kann.

Individuen kümmern sich nicht nur um ihr eigenes Wohlergehen, sondern auch um das Wohlergehen der anderen. Sie helfen eher, je gerechter die anderen Spieler sind. Demnach ist das meiste altruistische Verhalten komplex. Falls ein Individuum gerecht zu jemandem ist, ist dieser auch gerecht zu ihm. Ein Individuum ist gerecht zu jemandem, falls die anderen Individuen auch gerecht zueinander sind.¹⁸⁷

Die Wahrscheinlichkeit gerecht zu sein, steigt, wenn auch die anderen Individuen gerecht sind. Wenn das n-te Individuum gerecht ist, sind es auch n-1 Individuen. Strategische Komplementarität ermöglicht eine Modellierung von Gerechtigkeit im Kontext der Ökonomie und somit eine Integration von Gerechtigkeit in ökonomische Modelle.

¹⁸⁶ Siehe Rabin (2004), S. 303.

¹⁸⁷ Siehe Rabin (2004), S. 297.

5.4 Vulnerabilität und Gerechtigkeit: eine spieltheoretische Betrachtung

Um Nutzen und Kosten der Gerechtigkeit bei Vulnerabilität zu untersuchen, soll eine spieltheoretische Betrachtung¹⁸⁸ in Anlehnung an Tabellini (2008) verwendet werden.¹⁸⁹ Es wird ein Gefangenen-Dilemma dargestellt. Die Entscheidungssituation dieses Spiels lautet:

Spieler 1		Spieler 2		
		<table border="0" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">gerecht</td> <td style="padding-right: 20px;">ungerecht</td> </tr> </table>	gerecht	ungerecht
gerecht	ungerecht			
gerecht	$(g)^{1/V}, (g)^{1/V}$	$(u - l)^{1/V}, (g + w)^{1/V}$		
ungerecht	$(g + w)^{1/V}, (u - l)^{1/V}$	$(u)^{1/V}, (u)^{1/V}$		

$1/V$ ist dabei der Vulnerabilitätsparameter, der auf die einzelnen Entscheidungssituationen wirkt.

l = Verlust aus dem Betrogen worden sein, der andere Spieler gibt vor, gerecht zu spielen, ist aber ungerecht, l steigt mit zunehmender Vulnerabilität, $l \geq w$

Und $l, w > 0$.

w = Nutzen aus dem Betrügen, der Spieler gibt vor, gerecht zu sein, spielt aber ungerecht, w sinkt mit sinkender Vulnerabilität, $l \geq w$

g = Auszahlung, wenn der Spieler gerecht spielt

u = Auszahlung, wenn der Spieler ungerecht spielt

mit $g > u$.

¹⁸⁸ Siehe hierzu auch Holler und Illing (2009).

¹⁸⁹ Siehe Tabellini (2008), S. 6 ff..

Das Zahlenbeispiel lautet:

Spieler 1	Spieler 2	
	gerecht	ungerecht
gerecht	8, 8	1, 9
ungerecht	9, 1	2, 2

Das Strategienpaar (gerecht, gerecht) mit der Auszahlung (8, 8) ist ein sozial optimales Gleichgewichtsergebnis. Der selbstsüchtige Anreiz, um seine eigene Auszahlung zu verbessern, würde die sozial beste Auszahlung unerreichbar machen. Das Gleichgewichtsergebnis wäre daher (ungerecht, ungerecht) mit der Auszahlung (2, 2), welches sich aufgrund individueller Anreize ergibt. Vulnerabilität ändert jedoch diese Ergebnisse, und das sozial optimale Gleichgewicht kann verwirklicht werden. Es herrscht ein Spannungsverhältnis zwischen sozialer Optimalität und individuellen Anreizen.

Wie schafft man es nun trotzdem, dass (gerecht, gerecht) gespielt wird (= sozial optimal)?

Um das Abweichen vom sozial optimalen Gleichgewicht zum Gleichgewicht, getrieben von individuellen Anreizen, zu erklären, dienen als Mechanismus Trigger-Strategien. Holler und Illing (2009) liefern einige Informationen zu Trigger-Strategien, die für das sozial optimale Gleichgewicht im Gefangenendilemma entscheidend von Bedeutung sind, und damit auch entscheidend für das Erreichen des sozial optimalen Gleichgewichtes sind. Dazu mehr im Verlauf des Modells.

Das Lösungskonzept für das Gefangenen-Dilemma gestaltet sich bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit wie folgt:

Beide Spieler, $i = 1, 2$, haben jeweils zwei Strategien s_i zur Auswahl, gerecht zu sein (s_g) oder ungerecht zu sein (s_u). Das Spiel Gefangenen-Dilemma zeigt, dass Fairness jeden Spieler dazu bringen kann, sich zu opfern, um dem anderen Spieler zu helfen. Man betrachte das gerechte Ergebnis $(g^{1/V}, g^{1/V})$ bei Vulnerabilität, es ist sozial optimal. Falls beide Spieler voneinander wissen, dass sie gerecht spielen, dann weiß auch jeder der beiden, dass der andere seinen eigenen materiellen Gewinn opfern würde, um dem anderen Spieler zu helfen. Jeder wird dann dem anderen helfen, gerecht zu spielen, solange wie der materielle Gewinn aus dem Betrügen w nicht zu groß ist.

Proposition 1: Falls der Nutzen aus dem Betrügen w hinreichend klein genug ist, oder Null wird, ist $(g^{1/V}, g^{1/V})$ ein Fairness-Gleichgewicht bei Vulnerabilität, denn w sinkt mit sinkender Vulnerabilität und Gerechtigkeit steigt.

Beweisskizze zu Proposition 1: Falls w hinreichend klein ist, hat kein Spieler einen Anreiz, zu betrügen, und beide spielen gerecht. Die Auszahlungen für gerechtes und ungerechtes Spielen stimmen dann überein: $g^{1/V} = (g + w)^{1/V}$, mit $w = 0$. Betrügen lohnt sich nicht. Ein Fairness-Gleichgewicht ist ein Nash-Gleichgewicht, welches in einem Gefangenen-Dilemma zeigt, dass Fairness jeden Spieler dazu bringt, sich für den anderen zu opfern und zu helfen.¹⁹⁰ Die Auszahlung, wenn beide ungerecht spielen, wäre sogar geringer als die Auszahlung, wenn beide gerecht spielen.

Im Gefangenen-Dilemma verfügt jeder Spieler über eine strikt dominante Strategie. D.h. ein Spieler kann somit seine optimale Strategie unabhängig davon bestimmen, was sein Mitspieler tut. Die Entscheidung eines Spielers ist

¹⁹⁰ Siehe Rabin (2004), S. 306 ff..

unabhängig von seinen Erwartungen über das Verhalten des Mitspielers. „Gerecht zu sein“ ist für beide Spieler eine strikt dominante Strategie, denn für jeden Spieler i gilt: $u_i(s_{i2}, s_{ik}) > u_i(s_{i1}, s_{ik})$, unabhängig davon, welche Strategie k der Spieler 2 wählt. Obwohl eigentlich die Gedanken über die Gedanken der anderen Spieler zählen, gerade auch beim Gerechtspielen. Auf der anderen Seite soll Fairness jeden Spieler dazu bringen, gerecht zu spielen, aber auf der anderen Seite ist die Entscheidung im Gefangenendilemma bei strikt dominanten Strategien unabhängig von den Erwartungen der Gegenspieler. Was ist die Lösung? D.h. sie können unabhängig entscheiden, aber würden aufgrund des Fairness-Gedankens auch die Erwartungen der Gegenspieler miteinbeziehen. Fairness siegt.

Für jeden Wert von w , ist jedoch das Nash-Gleichgewicht $(u^{1/V}, u^{1/V})$ ein Nicht-Fairness-Gleichgewicht bei Vulnerabilität. Das ist der Fall, falls beide voneinander wissen, dass sie bei Vulnerabilität jeweils ungerecht spielen, dann weiß jeder Spieler, dass der andere nicht bereit ist, bei Vulnerabilität $(g + w)^{1/V}$ zu opfern, um $(u - l)^{1/V}$ zu erhalten. Daher werden sich beide Spieler nicht respektieren. Im Ergebnis $(u^{1/V}, u^{1/V})$ möchte jeder Spieler bei Vulnerabilität sein materielles Interesse verwirklichen und den anderen Spieler bestrafen. Ein Nicht-Fairness-Gleichgewicht ist ein Nash-Gleichgewicht, welches in einem Gefangenendilemma zeigt, dass Nicht-Fairness jeden Spieler dazu bringt, sich nicht für den anderen zu opfern, und sein materielles Interesse verwirklicht. Beide Spieler spielen ungerecht, beide betrügen. Der Gewinn aus dem Betrügen $(g + w)^{1/V}$ für den, der ungerecht spielt, ist größer, wenn nur einer der beiden Spieler ungerecht spielt, als wenn beide ungerecht spielen, was einen Anreiz für die Spieler darstellt, zu betrügen und den anderen in dem Glauben lassen, er würde auch gerecht spielen.

Das Strategiepaar bei Vulnerabilität $(g^{1/V}, g^{1/V})$ ergibt als Lösung ein Gleichgewicht in dominanten Strategien. Das Strategiepaar (s_{11}, s_{21}) ist ein Gleichgewicht, weil keiner der beiden Spieler, gegeben die Strategie des anderen, einen Anreiz hat, bei Vulnerabilität eine andere Strategie zu wählen. Die gleiche Lösung würde sich auch ergeben, wenn die Spieler die Möglichkeit hätten, vor ihrer Entscheidung in Kontakt zu treten und Absprachen zu treffen.

Wie sieht eine Trigger-Strategie bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit aus?

In Anlehnung an Holler und Illing (2009), die Trigger-Strategien vorgestellt haben, soll eine Trigger-Strategie für das oben erläuterte Gefangenendilemma mit Vulnerabilität und Gerechtigkeit dargestellt werden. Eine Trigger-Strategie, auch Vergeltungsstrategie genannt, die das Einhalten kooperativer Lösungen bei unendlichem Zeithorizont attraktiver machen könnte, wäre eine Vereinbarung der Spieler, die beinhaltet, dass sie in jeder Periode die Strategien s^* ($= g^{1/V}$) spielen, welche eine höhere Auszahlung erbringt, als wenn sie die Strategien s^c ($= u^{1/V}$) spielen: $u_i(g^{1/V}) > u_i(u^{1/V})$. Sobald ein Spieler von dieser Vereinbarung abweicht, um einen kurzfristigen Gewinn auf Kosten der anderen zu haben, spielen alle anderen Spieler ab der folgenden Periode für immer die Nash-Strategien $u^{1/V}$ des Stufenspiels. Der Spieler wird bestraft, indem von der folgenden Periode an nur $u^{1/V}$ gespielt wird, mit der Auszahlung $u_i(u^{1/V})$. Die Bedingung, damit sich alle an die Vereinbarung $s^* = g^{1/V}$ halten, lautet: Die Verluste der Vergeltungsstrategie übersteigen den bei einer Abweichung maximal erreichbaren Ein-Perioden-Gewinn. Je geringer zukünftige Auszahlungen diskontiert werden, umso eher gilt diese

Bedingung. Es besteht keine Verbesserung bei Abweichen vom Spielen der Strategien $u^{1/V}$.¹⁹¹

Weicht kein Spieler vom sozial optimalen Gleichgewicht mit dem Strategienpaar (gerecht, gerecht) ab, so gilt als Gleichgewichtsergebnis (gerecht, gerecht) mit der Auszahlung (8, 8).

Es handelt sich hierbei um eine Trigger-Strategie, da beim Abweichen von der Vereinbarung für immer eine Bewegung zum Nash-Gleichgewicht $s^c (= u^{1/V})$ des Stufenspiels ausgelöst wird, bzw. das Strategienpaar (ungerecht, ungerecht) gespielt wird. Es gilt:¹⁹²

$$\text{für } t = 0: s_{i_0} = s_i^* = (g)^{1/V}$$

$$\text{für } t \geq 1: s_{i_t}(h_t) = s_i^* = (g)^{1/V} \text{ falls } h_t = (s_0^*, \dots, s_{t-1}^*) \text{ und}$$

$$s_{i_t}(h_t) = s_i^c = (u)^{1/V} \text{ sonst.}$$

Dann verfolgt i eine Trigger-Strategie $\sigma_i = ((s_i^*), (s^c)) = ((g)^{1/V}, (u)^{1/V})$, mit dem Ziel, immer die gleiche Kombination $s^*(= g^{1/V})$ zu erbringen, bzw. (gerecht, gerecht) zu spielen.

Unter welchen Bedingungen kann die Trigger-Strategie σ^* ein Gleichgewicht sein?

Die Auszahlung des Spielers i , sofern keiner von der Vereinbarung abweicht, also (gerecht, gerecht) gespielt wird, lautet:

$$u_i(\sigma^*) = u_i(g)^{1/V} (1 + \delta_i + \delta_i^2 + \dots) = u_i(g)^{1/V} \sum_{t=0}^{\infty} \delta_i^t = u_i(g)^{1/V} / (1 - \delta_i),$$

wobei s^* in $u_i(s^*)$ durch $(g)^{1/V}$ ersetzt wurde.

¹⁹¹ In Anlehnung an Holler und Illing (2009), siehe auch speziell Holler und Illing (2006), S. 132.

¹⁹² In Anlehnung an Holler und Illing (2009), siehe Holler und Illing (2009), S. 132 ff..

Würde Spieler i von der Vereinbarung $g^{1/V}$ abweichen, hätte er eine Auszahlung von: $u_i(r_i(g^{1/V})) = \max u_i(s_i, s_{-i}^*) > u_i(g^{1/V})$, wobei $r_i(g^{1/V})$ die kurzfristig beste Antwort auf die Strategien des Gegenspielers s_{-i}^* im Stufenspiel ist. Bei einer Zeitpräferenzrate von $\delta < 1$ ist es aufgrund der Stationarität des Spieles vorteilhaft, abzuweichen, jedoch werden zukünftige Gewinne nicht so stark gewichtet. Das gespielte Nash-Gleichgewicht (ungerecht, ungerecht) hat die Auszahlung $u_i(u^{1/V}) < u_i(g^{1/V})$. Der diskontierte Nutzen aus einer Abweichung lautet: $u_i(r_i(g^{1/V})) + u_i(u^{1/V})(\delta_i / (1 - \delta_i))$. Eine Abweichung ist somit unvorteilhaft, wenn gilt:

$$u_i(r_i(g^{1/V})) + u_i(u^{1/V})(\delta_i / (1 - \delta_i)) < (u_i(g^{1/V}) / (1 - \delta_i)) \quad \text{b.z.w.}$$

$$u_i(r_i(g^{1/V})) - u_i(g^{1/V}) < (u_i(g^{1/V}) - u_i(u^{1/V}))(\delta_i / (1 - \delta_i)).$$

Der kurzfristige Gewinn aus einer Abweichung (= linke Seite der Ungleichung) muss kleiner als der diskontierte zukünftige Verlust, aufgrund der Bestrafung (=rechte Seite der Ungleichung) sein.

Proposition 2: Dann ist eine Abweichung vom sozial optimalen Ergebnis unvorteilhaft. Das Gleichgewichtsergebnis des Gefangenen-Dilemmas bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit wäre dann (gerecht, gerecht) für (8, 8).

Beweisskizze zu Proposition 2: Angenommen, es würde sich lohnen vom sozial optimalen Gleichgewicht abzuweichen, da der kurzfristige Gewinn aus einer Abweichung größer wäre als der diskontierte zukünftige Verlust, aufgrund der Bestrafung. Die Auszahlung bei rechtem Verhalten wäre kleiner als die Auszahlung bei ungerechtem Verhalten ($u_i(g^{1/V}) < u_i(u^{1/V})$). Abweichung von der Strategie bedeutet hier, der Spieler spielt ungerecht, d.h. die Auszahlung bei Abweichung müsste größer als die Auszahlung bei rechtem Verhalten sein. Die Auszahlung bei Abweichen von der Strategie

ist größer als die Auszahlung bei gerechtem Verhalten, sofern die Auszahlung bei ungerechtem Verhalten größer als die Auszahlung bei gerechtem Verhalten ist. Bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit jedoch, ist die Auszahlung für gerechtes Verhalten größer als die Auszahlung für ungerechtes Verhalten, b.z.w. Abweichen vom sozial optimalen Gleichgewicht. D.h. es gilt: $(u_i(g^{1/V})) > (u_i(u^{1/V}))$. Ein Abweichen vom sozial optimalen Gleichgewicht bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit lohnt sich nicht. Es besteht kein Anreiz für eine Abweichung.

Die Bedingung dafür, dass kein Anreiz zur Abweichung vom sozial optimalen Gleichgewicht besteht, lautet:

$$\delta_i > (u_i(r_i(g^{1/V})) - u_i(g^{1/V}) / u_i(r_i(g^{1/V}) - u_i(u^{1/V})).$$

Die Strategie $g^{1/V}$ ist ein teilspielperfektes Nash-Gleichgewicht, sofern diese Bedingung für immer für alle Spieler i erfüllt ist. Es besteht kein Anreiz, von der vereinbarten Trigger-Strategie abzuweichen.

Das sozial optimale Gleichgewicht (gerecht, gerecht) bleibt erhalten, keine individuellen Anreize führen zu einer Abweichung.

Man definiere $\Gamma = (N, S, u)$ als ein Stufenspiel mit dem Gleichgewicht $u^{1/V}$, und $\Gamma(\infty)$ sei das unendlich wiederholte Spiel von Γ . Dann ist $(g^{1/V}, u^{1/V})$ eine Trigger-Strategie, falls $\delta_i > (u_i(r_i(g^{1/V})) - u_i(g^{1/V}) / u_i(r_i(g^{1/V})) - u_i(u^{1/V}))$, so ist $(g^{1/V}, u^{1/V})$ ein teilspielperfektes Gleichgewicht von $\Gamma(\infty)$.¹⁹³

Demnach ist das sozial optimale Gleichgewicht (gerecht, gerecht) ein teilspielperfektes Gleichgewicht von $\Gamma(\infty)$. Es existiert eine Trigger-Strategie, die keine Abweichung als vorteilhaft erachtet.

¹⁹³ Die vorangegangene Analyse zu Trigger-Strategien wurde in Anlehnung an Holler und Illing (2009) aufgestellt. Siehe Holler und Illing (2009), S. 132 ff..

Das dargestellte Gefangenen-Dilemma mit Vulnerabilität und Gerechtigkeit beinhaltet zwei wichtige Aussagen:

1) Ein Spieler kann durch das Spiel das realistische Verhalten nicht völlig abdecken, indem er reinen Altruismus umsetzt. Zumal reiner Altruismus bei Vulnerabilität nicht möglich ist, aufgrund der hohen Risikoaversion, die reinen Altruismus erschwert.¹⁹⁴

Im Gefangenen-Dilemma bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit sind beide Nash-Gleichgewichte $(g^{1/V}, g^{1/V})$ und $(u^{1/V}, u^{1/V})$ möglich, einmal ein Fairness-Gleichgewicht $(g^{1/V}, g^{1/V})$, und einmal ein Nicht-Fairness-Gleichgewicht $(u^{1/V}, u^{1/V})$, was empirisch evident ist. Individuen würden gerecht spielen, aber wenn jeder weiß, dass der andere nicht gerecht spielt, und das Nicht-Fairness-Gleichgewicht verwirklicht wird, werden beide ungerecht spielen. Aber die Existenz beider Gleichgewichte ist nicht vereinbar mit reinem Altruismus, der aber bei Vulnerabilität auch nicht vorhanden ist.¹⁹⁵ D.h. bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit existieren zwei Gleichgewichte, ein Fairness-Gleichgewicht $(g^{1/V}, g^{1/V})$ und ein Nicht-Fairness-Gleichgewicht $(u^{1/V}, u^{1/V})$, da bei Vulnerabilität kein reiner Altruismus, aufgrund des Risikos möglich ist. Demnach können bei Vulnerabilität auch beide Gleichgewichte, das Fairness-Gleichgewicht und das Nicht-Fairness-Gleichgewicht existieren.

Wenn Spieler 1 weiß, dass Spieler 2 gerecht spielen wird in Gegenwart von Vulnerabilität, spielt Spieler 1 gerecht, und Spieler 2 spielt auch gerecht, denn Spieler 2 weiß, dass Spieler 1 seinen materiellen Gewinn dabei opfert, um ihm zu helfen, trotz gegenwärtiger Vulnerabilität. Jeder Spieler würde dann dem

¹⁹⁴ Siehe Rabin (2004), S. 307.

¹⁹⁵ Zur Nichtvereinbarkeit von Altruismus und multiplen Gleichgewichten vgl. Rabin (2004), S. 307.

anderen helfen, gerecht zu spielen, solange wie der materielle Gewinn aus dem Betrügen w nicht zu groß wird.¹⁹⁶

Proposition 3: Da w mit sinkender Vulnerabilität sinkt, ist $(g^{1/V}, g^{1/V})$ ein Fairness-Gleichgewicht bei Vulnerabilität.

Argumentation zu Proposition 3: Gerechtigkeit steigt mit sinkender Vulnerabilität. D.h. je mehr Individuen sich gerecht verhalten, desto weniger vulnerabel sind sie gegenüber einem Schock. Die Vulnerabilität ist gesunken durch den Zusammenhalt der sich gerecht verhaltenden Individuen. Der Nutzen aus dem Betrügen sinkt in dem Zusammenhang auch, wenn immer mehr Individuen sich gerecht zueinander verhalten und einander vertrauen. Deshalb sinkt w mit sinkender Vulnerabilität.

Proposition 4: Bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit existieren 2 Nash-Gleichgewichte $(g^{1/V}, g^{1/V})$, $(u^{1/V}, u^{1/V})$, 1 Fairness-GG, 1 Nicht-Fairness-GG.

Argumentation zu Proposition 4: Bei Vulnerabilität gibt es ein Fairness-Gleichgewicht und ein Nicht-Fairness-Gleichgewicht, da bei Vulnerabilität kein reiner Altruismus existiert, bzw. nicht möglich ist, aufgrund der hohen Risikoaversion, die reinen Altruismus erschwert. Das Fairness-Gleichgewicht $(g^{1/V}, g^{1/V})$ ist sozial optimal, das Nicht-Fairness-Gleichgewicht $(u^{1/V}, u^{1/V})$ wird aufgrund individueller Anreize verwirklicht, ein selbstsüchtiger Anreiz, um seine eigene Auszahlung zu verbessern.

Wenn Spieler 1 gerecht spielt und betrogen wird von Spieler 2, der nur vorgibt gerecht zu sein, obwohl er ungerecht ist, bekommt Spieler 1 die materielle Auszahlung $(u - l)^{1/V}$ und Spieler 2 bekommt die materielle Auszahlung $(g + w)^{1/V}$. Wenn Spieler 2 gerecht spielt und betrogen wird, weil Spieler 1

¹⁹⁶ Siehe Rabin (2004), S. 297 und S. 305, sowie S. 306 ff..

nur vorgibt, gerecht zu sein, obwohl er ungerecht ist, bekommt Spieler 2 die Auszahlung $(u - l)^{1/V}$ und Spieler 1 bekommt die Auszahlung $(g + w)^{1/V}$.

Proposition 5: Solange die Auszahlung $(g + w)^{1/V}$ nicht größer als $(g + \Omega)^{1/V}$ ist, wobei Ω eine Gerechtigkeitsprämie darstellt, spielen alle gerecht und keiner betrügt.

Argumentation zu Proposition 5: Solange der Gewinn aus dem Betrügen nicht zu groß ist, spielen alle gerecht. Die Gerechtigkeitsprämie soll ein Anreiz sein, gerecht zu spielen und nicht zu betrügen. Damit gilt: $(g + \Omega)^{1/V} > (g + w)^{1/V}$, muss $\Omega > w$ sein. Die Gerechtigkeitsprämie muss größer sein, als der Nutzen aus dem Betrügen. Ehrlich und gerecht zu sein, wird belohnt mit der Gerechtigkeitsprämie. Die Gerechtigkeitsprämie bei Vulnerabilität ergibt sich aus der Notwendigkeit heraus, dass zwei Nash-Gleichgewichte bei Vulnerabilität existieren, das Fairness- und das Nicht-Fairness-Gleichgewicht. Es muss eine Belohnung in Form einer Gerechtigkeitsprämie geben, damit die Spieler ehrlich und gerecht sind und sich nicht aus selbstsüchtigem Anreiz, aufgrund der Existenz des Nicht-Fairness-Gleichgewichtes $(u^{1/V}, u^{1/V})$ dafür entscheiden, zu betrügen, um ihre Auszahlung zu vergrößern. Denn würden sie betrügen, hätten sie eine größere Auszahlung, 9 statt 8, wenn sie gerecht spielen. Es würde gelten $(g + \Omega)^{1/V} < (g + w)^{1/V}$, mit $\Omega = 0$, wenn keine Gerechtigkeitsprämie als Anreiz für gerechtes Spielen existiert, und $w > \Omega$.

Zweite wichtige Aussage des Gefangenen-Dilemmas mit Vulnerabilität und Gerechtigkeit:

2) Da es sich um ein psychologisches Spiel handelt, spielt auch eine Rolle, ob der andere Spieler die Absicht hatte zu betrügen, selbst wenn er letztlich gerecht gespielt hat. Es geht um die Rolle der Absicht in den Einstellungen bezüglich Fairness: Es existiert Evidenz bezüglich dieses psychologischen

Ergebnisses, welches zeigt, dass Individuen die Fairness der anderen determinieren oder beurteilen, gemäß ihren Motiven, nicht nur gemäß vollbrachter Taten.¹⁹⁷

Die Kosten der Gerechtigkeit, bzw. des gerechten Verhaltens, sind der Nutzenentgang, wenn der Spieler kein Egoist ist, sondern entsprechend dem Gerechtigkeitsdenken auf etwas zugunsten jemand anderen verzichtet, also gerecht ist. Im Gefangenen-Dilemma handelt es sich um die Differenz $(g + w)^{1/V} - (u - l)^{1/V}$. Der Nutzen aus dem gerechten Verhalten ist $(g + \Omega)^{1/V}$, die Auszahlung bei rechtem Verhalten plus Gerechtigkeitsprämie.

Proposition 6: Im Fairness-Gleichgewicht $(g^{1/V}, g^{1/V})$ bei Vulnerabilität entsprechen die Grenzkosten der Gerechtigkeit dem Grenznutzen der Gerechtigkeit. Im Nicht-Fairness-Gleichgewicht (ungerecht, ungerrecht), $(u^{1/V}, u^{1/V})$ bei Vulnerabilität entsprechen die Grenzkosten der Ungerechtigkeit dem Grenznutzen der Ungerechtigkeit.

Argumentation zu Proposition 6: Im Fairness-Gleichgewicht bei Vulnerabilität würden die Individuen weiterhin gerecht spielen, und keinen Anreiz haben, von ihrer Strategie abzuweichen, wegen der Gerechtigkeitsprämie, die sie belohnt. Im Nicht-Fairness-Gleichgewicht bei Vulnerabilität würden die Individuen weiterhin ungerrecht spielen, und keinen Anreiz haben, von ihrer Strategie abzuweichen, wegen der höheren Auszahlung, aufgrund des hohen Nutzens aus dem Betrügen w .

¹⁹⁷ Siehe Rabin (2004), S. 307 ff..

5.5 Modell Vulnerabilität und Gerechtigkeit

5.5.1 Vulnerabilität, Gerechtigkeitsfunktionen und Fairness-Gleichgewichte

Um Gerechtigkeit in die ökonomische Analyse zu integrieren, wird, in Anlehnung an Rabin (2004), ein Modell entwickelt, in dem Gerechtigkeit in Funktionen dargestellt wird. Die strategische Komplementarität, die in den Gerechtigkeitsfunktionen zum Ausdruck kommt, zeigt dabei die soziale Interaktion, die bei gerechtem Verhalten entsteht. Aufgrund der strategischen Komplementarität können multiple Gleichgewichte auftreten. Bei Vulnerabilität existieren zwei Nash-Gleichgewichte, ein Fairness-Gleichgewicht, das $(g^{1/V}, g^{1/V})$ ist sozial optimal, und ein Nicht-Fairness-Gleichgewicht $(u^{1/V}, u^{1/V})$, welches von selbstsüchtigen Anreizen, Eigenteresse geleitet ist. Es wird erläutert, ob Individuen sich bei Vulnerabilität gerecht verhalten oder nicht. Wenn Gerechtigkeit steigt, steigt die Kooperation über den gestiegenen Zusammenhalt und Vulnerabilität sinkt. Vulnerabilität beeinflusst das Gerechtigkeitsdenken und Gerechtigkeitsverhalten. Rabin (2004) entwirft aus dem bisherigen materiellen Spiel ein psychologisches Spiel nach Geanakoplos, Pearce und Stacchetti (1989), in dem „Kindness“-Funktionen Fairness ausdrücken sollen und psychologische Nash-Gleichgewichte werden von Rabin (2004) als Fairness-Gleichgewichte bezeichnet. Ein Fairness-Gleichgewicht ist ein psychologisches Nash-Gleichgewicht, welches in einem Gefangenen-Dilemma zeigt, dass Fairness jeden Spieler dazu bringt, sich für den anderen zu opfern und zu helfen.¹⁹⁸ In einem Fairness-Gleichgewicht (Nicht-Fairness-Gleichgewicht) sind Grenzkosten der Gerechtigkeit (Ungerechtigkeit) gleich dem Grenznutzen der Gerechtigkeit (Ungerechtigkeit). Die Individuen spielen gerecht (ungerecht).

¹⁹⁸ Siehe Rabin (2004), S. 306 ff..

Proposition 7: Bei Vulnerabilität existieren zwei Nash-Gleichgewichte, ein Fairness-Gleichgewicht und ein Nicht-Fairness-Gleichgewicht, da bei Vulnerabilität aufgrund der Risikoaversion kein reiner Altruismus herrscht, aber das Fairness-Gleichgewicht bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit wird letztlich verwirklicht.

Argumentation zu Proposition 7: Welches Gleichgewicht verwirklicht wird, hängt vom Verhalten der Spieler und den Erwartungen bezüglich des Verhaltens der Gegenspieler ab. Aufgrund der Risikoaversion bei Vulnerabilität existiert kein reiner Altruismus, Risikoaversion ist mit reinem Altruismus nicht vereinbar. Aber es existieren multiple Gleichgewichte. Bei Vulnerabilität wandert die Ökonomie eher in Richtung des Fairness-Gleichgewichtes, in dem beide Spieler gerecht spielen, da bei existierender Vulnerabilität Zusammenhalt und Zusammenarbeit größer sind, als ohne Vulnerabilität. Kooperation nimmt zu, wodurch Gerechtigkeit steigt, denn es sind die gerechten Spieler, welche die Kooperation mehr schätzen als die ungerechten Spieler, sodass nur die gerechten Spieler kooperieren. Mit zunehmender Gerechtigkeit sinkt Vulnerabilität. Die Ökonomie nähert sich dem Fairness-Gleichgewicht, in dem die Spieler gerecht spielen, und verwirklicht es letztlich. In diesem Gleichgewicht existieren mehr Gerechtigkeit und eine geringere Vulnerabilität. Gerechtigkeit ist gestiegen, Vulnerabilität ist gesunken. Das Fairness-Gleichgewicht bei Vulnerabilität $(g^{1/V}, g^{1/V})$ ist sozial optimal, optimale Auszahlungen stehen in Verbindung mit sozialer Interaktion.

Es wird das Ergebnis mit dem Strategiepaar (gerecht, gerecht) betrachtet, falls die Spieler gerecht spielen, weiß jeder, dass der andere seinen eigenen materiellen Gewinn opfern würde, um dem anderen zu helfen. Jeder wird daher dem anderen helfen, gerecht zu spielen, solange bis die materiellen Gewinne aus dem Betrügen nicht zu groß sind. Daher ist das Nash-Gleichgewicht (gerecht, gerecht) ein Fairness-Gleichgewicht, falls die Werte der Auszahlungen für ungerechtes Spielen, bzw. die materiellen Gewinne aus dem Betrügen klein genug sind.¹⁹⁹ Betrachtet man die Ergebnisse bei Vulnerabilität ergibt sich folgendes. Vulnerabilität würde alle Auszahlungen und so auch die materiellen Gewinne aus dem Betrügen reduzieren, wodurch der Anreiz fehlen würde, zu betrügen, und die Spieler eher gerecht spielen würden. So gilt bei Vulnerabilität, dass das Gerechtigkeitsbewusstsein stark ausgeprägt ist. Das gestiegene Gerechtigkeitsbewusstsein, wenn mehr Individuen sich gerecht verhalten, stärkt den Zusammenhalt und die Zusammenarbeit der Individuen in einer Krise bei Vulnerabilität, wodurch sich das Sicherheitsgefühl erhöht. Die Risikoaversion der Individuen reduziert sich, und damit sinkt das Risiko, dem Schock ausgesetzt zu sein, wodurch die Individuen weniger vulnerabel sind gegenüber dem Schock. Vulnerabilität sinkt. Zudem wird bei sinkender Vulnerabilität, zunehmendem Gerechtigkeitsbewusstsein und zunehmendem beobachtetem rechtem Verhalten, das Risiko entdeckt zu werden zu groß, wenn Individuen nur vorgeben, gerecht zu spielen, ansonsten sich aber ungerecht verhalten, sodass mehr Individuen gerecht spielen. Bei sinkender Vulnerabilität ist das Nash-Gleichgewicht ein Fairness-Gleichgewicht.

¹⁹⁹ Siehe Rabin (2004), S. 306 f..

Proposition 8: Bei existierender Vulnerabilität nimmt Gerechtigkeitsbewusstsein und gerechteres Verhalten zu. Daraufhin sinkt die Vulnerabilität mit steigender Gerechtigkeit und steigender Kooperation.

Argumentation zu Proposition 8: Bei Vulnerabilität ist der Zusammenhalt gestärkt und die Individuen sind weniger vulnerabel gegenüber einem Schock. Vulnerabilität sinkt. Kooperation nimmt zwischen den gerechten Individuen zu, sie vertrauen einander mehr, aufgrund des erhöhten Gerechtigkeitsbewusstseins.

Der erste Schritt, um Gerechtigkeit in ein ökonomisches Modell zu integrieren, ist nach Rabin (2004), der Entwurf und die Definition einer „Kindness“-Funktion. In Anlehnung daran, wird für das Modell mit Vulnerabilität und Gerechtigkeit eine „Gerechtigkeitsfunktion“ entwickelt, wodurch die gegenseitige Abhängigkeit der Spieler, die strategische Komplementarität, aufgezeigt werden soll. Die Gerechtigkeitsfunktionen der beiden Spieler²⁰⁰ bei Vulnerabilität werden im Folgenden dargestellt.²⁰¹ Vulnerabilität ist dabei definiert als: $V = (1 / (1 + \rho)) E \sum p_z x_z^{1/g}$, wobei p_z die Wahrscheinlichkeiten der Zustände sind, x_z die einzelnen Ausprägungen der Zustände, die vom integrierten Gerechtigkeitsparameter g beeinflusst werden. Wenn die Gerechtigkeit g durch strategische Komplementarität steigt, sinkt x_z , wodurch der gesamte Summenausdruck sinkt, was Vulnerabilität reduziert. Das n -te Individuum verhält sich gerecht, wenn $n-1$ Individuen sich auch gerecht verhalten. Die Modellierung von Gerechtigkeit erfolgt über das Konzept der sozialen Interaktion, der strategischen Komplementarität. Es handelt sich um das Konzept „Vulnerabilität gegenüber Gerechtigkeit“, welches Vulnerabilität

²⁰⁰ Rabin (2004) entwirft zwei „Kindness“-Funktionen, die seine Ergebnisse bestätigen, d.h. seine Ergebnisse gelten, wenn multiple „Kindness“-Funktionen existieren. Siehe Rabin (2004), S. 303.

²⁰¹ Da es sich hier um Gerechtigkeitsfunktionen handelt, werden nur die Auszahlungen für gerechtes Verhalten in die Analyse aufgenommen, sodass hier ein Interesse besteht, die Auszahlungen zu erhöhen.

zu Gerechtigkeit in Verbindung setzt und zeigt, dass bei zunehmender Gerechtigkeit Vulnerabilität sinken kann. In Anlehnung an Calvo und Dercon (2005) und Haughton und Khandker (2009), die den Konzeptbegriff „Vulnerabilität gegenüber Armut“ formulierten, wurde das Konzept „Vulnerabilität gegenüber Gerechtigkeit“ entwickelt.

Bei Rabin (2004) sind die „Kindness“-Funktionen unsensibel bezogen auf Veränderungen der Auszahlungen, d.h. wenn alle Auszahlungen beider Spieler sich verdoppeln, verändert sich die Fairness nicht wesentlich, d.h. der Wert von $f_i(g_i, g_j)$ verändert sich nicht wesentlich.²⁰² Zudem sind die „Kindness“-Funktionen nach oben und unten begrenzt, d.h. die Begrenzungen führen dazu, dass das Verhalten der Spieler mit steigenden Auszahlungen weniger vom Fairness-Gedanken geleitet wird, die Individuen reagieren schnell in ihrem Verhalten auf die sich ändernden Auszahlungen.²⁰³

Hier jedoch, wird die Annahme aufgestellt, dass die Gerechtigkeitsfunktionen, d.h. deren Wert sensibel auf eine Veränderung der Auszahlungen reagiert. Die Gerechtigkeit steigt, wenn die Auszahlungen steigen, d.h. die Gerechtigkeitsfunktionen sind ansteigend und nur nach unten begrenzt, d.h. Gerechtigkeit kann nicht zu unendlich negativem Nutzen führen.

1) Die Gerechtigkeitsfunktion des Spielers i bei Vulnerabilität, d.h. Spieler i 's Gerechtigkeitsverhalten gegenüber Spieler j :

$$f_i(g_i, g_j)^{1/V} = \left[\left(\frac{1}{1+\rho} \right) E \sum_0^1 p_z x_z^{1/g} \right] \left[\left(\pi_j(g_j, g_i) - \pi_j^{equitable}(g_j) \right) / \left(\pi_j(g_j) - \pi_j^{min}(g_j) \right) \right] \quad (1)$$

Der erste Klammersausdruck auf der rechten Seite der Gerechtigkeitsfunktion ist $1/V$. Der zweite Klammersausdruck auf der rechten Seite beinhaltet mit den

²⁰² Vergleiche Rabin (2004), S. 305 und S. 319.

²⁰³ Siehe Rabin (2004), S. 305.

Auszahlungen π die strategische Komplementarität. Die Gerechtigkeitsfunktion ist nur nach unten begrenzt, $\pi_j^{min}(g_j)$ und $\pi_j^{equitable}(g_j)$ ist die faire und vernünftige Auszahlung.

Da bei Rabin (2004) eine obere und untere Begrenzung gilt, kann Fairness gleich Null werden, wenn bei Rabin (2004) der Nenner $\pi_j^{max}(g_j) - \pi_j^{min}(g_j) = 0$ ist, $f_i = 0$. Bei Vulnerabilität hingegen, ist das Gerechtigkeitsbewusstsein nie Null, wegen stärkerem Zusammenhalt, aufgrund des Risikos. Es gilt bei Vulnerabilität: $\pi_j(g_j) - \pi_j^{min}(g_j) > 0$, mit $\pi_j(g_j) > \pi_j^{min}(g_j)$, d.h. $f_i > 0$.

2) Die Gerechtigkeitsfunktion des Spielers j bei Vulnerabilität, d.h. Spieler i 's Gedanken darüber, wie gerecht Spieler j ihm gegenüber ist:

$$\tilde{f}_j(g_j, g_i)^{1/V} = \left[(1 / \left(\frac{1}{1+\rho} \right) E \sum_0^1 p_z x_z^{1/g}) \right] \left[(\pi_i(g_i, g_j) - \pi_i^{equitable}(g_i)) / (\pi_i(g_i) - \pi_i^{min}(g_i)) \right] \quad (2)$$

Da auch hier nur eine untere Grenze bei Vulnerabilität besteht, gilt $\pi_i(g_i) - \pi_i^{min}(g_i) > 0$, mit $\pi_i(g_i) > \pi_i^{min}(g_i)$. Auch in diesem Fall ist die Gerechtigkeit bei Vulnerabilität nie Null, d.h. $\tilde{f}_j > 0$. Die strategische Komplementarität ist wieder im zweiten Klammersausdruck enthalten, in den Auszahlungen der Spieler wird deren gegenseitige Abhängigkeit sichtbar. $\pi_i^{equitable}(g_i)$ ist wieder eine faire und vernünftige Auszahlung. $\pi_j^{equitable}(g_j)$ und $\pi_i^{equitable}(g_i)$ sind die jeweiligen Auszahlungen von i und j , die für jeden fair („equitable“) ist, welche zwischen der schlechtesten und der Pareto-effizientesten Auszahlung liegen, es gilt: $\pi_i^{min}(g_i) < \pi_i^{equitable}(g_i) < \pi_i(g_i)$ und $\pi_j^{min}(g_j) < \pi_j^{equitable}(g_j) < \pi_j(g_j)$.

Proposition 9: Wenn Gerechtigkeit steigt, sinkt Vulnerabilität.

Beweisskizze zu Proposition 9: Betrachtet man die beiden Gerechtigkeitgleichungen wird ersichtlich, dass, wenn Gerechtigkeit g steigt, Vulnerabilität $V \downarrow$ sinkt, wodurch der erste Klammerausdruck $(1/V) \uparrow$ steigt und die Auszahlungen der Spieler erhöht, deren Abhängigkeit über strategische Komplementarität zum Ausdruck kommt. Die Auszahlungen für gerechtes Verhalten bei den Spielern i und j würden steigen, wenn $(1/V) \uparrow$ steigt, aufgrund zunehmender Gerechtigkeit und sinkender Vulnerabilität. Erhöht sich auch der zweite Klammerausdruck durch eine Erhöhung des Gerechtigkeitsparameters g und sinkender Vulnerabilität, bzw. steigendem $(1/V) \uparrow$, würde das die Auszahlungen erneut erhöhen. D.h. die Auszahlungen für gerechtes Verhalten steigen, wenn Vulnerabilität sinkt, aufgrund zunehmender Gerechtigkeit. Die materiellen Auszahlungen bei Nicht-Fairnessverhalten, d.h. die Gewinne aus dem Betrügen eingeschlossen, dürfen die Summe aus materiellen Auszahlungen bei rechtem Verhalten, eingeschlossen die Gerechtigkeitsprämie, nicht übersteigen. Deshalb ist es wichtig, dass ein materieller Anreiz durch eine Gerechtigkeitsprämie geschaffen wird, die die Auszahlung bei rechtem Verhalten, also im Fairness-Gleichgewicht, welches sozial optimal ist, erhöht. Wenn Gerechtigkeit steigt, sinkt die Vulnerabilität, wodurch wiederum Gerechtigkeit steigt, aufgrund steigender Auszahlungen für gerechtes Verhalten.

Aus den beiden Gerechtigkeitsfunktionen der Spieler können dann die Präferenzen der Spieler hergeleitet werden. Jeder Spieler maximiert seinen erwarteten Nutzen bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit, welcher den

materiellen Nutzen sowie die jeweiligen Gerechtigkeitsanteile der Spieler beinhaltet:²⁰⁴

$$U_i(g_i, g_j) = (1/\left(\frac{1}{1+\rho}\right)) E \sum p_z x_z^{1/g} \pi_i(g_i, g_j) + \tilde{f}_j(g_j, g_i)^{1/V} (1 + f_i(g_i, g_j))^{1/V}, \quad (3)$$

wobei Vulnerabilität über die Gerechtigkeitsfunktionen und damit über ihre Auszahlungen enthalten ist. Betrachtet man Gleichung (3) und geht davon aus, dass Vulnerabilität sinkt, d.h. $(1/V) \uparrow$ steigt, erhöhen sich die Auszahlungen für gerechtes Verhalten. Gerechtigkeit, bzw. gerechtes Verhalten steigt mit steigenden Auszahlungen für gerechtes Verhalten. Da bei Vulnerabilität der Zusammenhalt unter den Individuen größer ist, nehmen Fairness- und Gerechtigkeitsdenken bei den Präferenzen der Individuen zu. Vulnerabilität reguliert das Verhältnis zwischen materiellen Auszahlungen und Fairness und Gerechtigkeit.

Die Präferenzen, dargestellt in Gleichung (3), beinhalten das zuvor angesprochene Verhaltensmuster, wenn Spieler i glaubt, dass Spieler j gerecht (ungerecht) spielt, dann spielt Spieler i auch gerecht (ungerecht).²⁰⁵

Rabin (2004) integriert psychologische Nash-Gleichgewichte, aufgrund der Definition als Fairness-Gleichgewichte bezeichnet, da die oben genannten Präferenzen, denen eines psychologischen Spieles entsprechen. Kennzeichen der psychologischen Nash-Gleichgewichte, bzw. der Fairness-Gleichgewichte ist, dass alle Erwartungen höherer Ordnung dem tatsächlichen Verhalten entsprechen. Dabei ist ein psychologisches Nash-Gleichgewicht, ein Nash-Gleichgewicht in psychologischen Spielen, in dem die tatsächlichen Handlungen mit den gegenseitigen Abhängigkeiten,

²⁰⁴ In Anlehnung an Rabin (2004), S. 305.

²⁰⁵ Siehe Rabin (2004), S. 297 und 305.

ausgedrückt in den Gedanken höherer Ordnung, übereinstimmen. Aus diesem Grund nennt Rabin (2004) das Lösungskonzept „Fairness-Gleichgewicht“.²⁰⁶ Bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit kommt die Erweiterung um Nicht-Fairness-Gleichgewichte hinzu.

5.5.2 Vulnerabilität, Gerechtigkeit und Kooperation

Im zweiten Teil der Modellanalyse wird die Erklärung dargestellt, wie über eine Erhöhung des Gerechtigkeitsbewusstseins bei den Individuen und entsprechendem gerechtem Verhalten, eine Steigerung von Kooperation zwischen gerechteren Individuen erzielt wird, die zur Reduzierung von Vulnerabilität führen kann. In Anlehnung an Tabellini (2008) wird ein Modell aufgezeigt, in dem zunehmende Kooperation, durch Gerechtigkeitszunahme innerhalb horizontaler, bzw. intragenerationaler Sozialisation, gefördert werden kann, wodurch Vulnerabilität sinkt und Wachstum erhöht werden kann. Es gilt, zu zeigen, ob ein größerer optimaler Anteil gerechter Spieler, ausgedrückt durch ein größeres Vertrauen und vermehrte Kooperation, Vulnerabilität reduzieren kann.

Es existieren zwei Arten von Spielern s : gerechte Spieler, ausgedrückt durch g , und ungerechte Spieler, ausgedrückt durch u , wobei gerechte Spieler ein höheres allgemeines Vertrauen aufweisen. Die gerechten Individuen ziehen einen psychologischen Nutzen aus dem Gerechtsein. Der Anteil der gerechten Spieler ist mit n angegeben, wobei $0 < n < 1$ gilt. Je gerechter die Individuen sind, desto eher würden sie sich für eine Kooperation mit anderen

²⁰⁶ Geanakoplos, Pearce und Stacchetti (1989) modifizieren konventionelle Modelle der Spieltheorie, indem sie den psychologischen Aspekt miteinbeziehen und die gegenseitige Abhängigkeit von Gedanken der Spieler berücksichtigen, die Gedanken der „anderen“ Spieler nehmen dabei genauso Einfluss auf den Spielverlauf, wie die eigenen Gedanken. Siehe Rabin (2004), S. 301 und S. 305.

entscheiden. Der Grad der Gerechtigkeit entscheidet demnach über die Kooperationsbereitschaft. Wenn $n-1$ Individuen gerecht spielen, tut es auch das n -te Individuum. Das Modell beinhaltet strategische Komplementarität.

Die Wahrscheinlichkeit, dass der andere Spieler gerecht spielt ist $\pi(g)$. Es gilt: $F(\pi(g)) = (l - \pi(g)(l - w)) > 0$. Da $F > 0$ gilt, ist es immer besser, gerecht zu sein, auch ohne nicht-materielle Gewinne. Für $l > w$ sinkt der Gewinn in $\pi(g)$. Der Verlust aus dem Betrogen worden sein ist größer, als der Nutzen aus dem Betrügen. Wenn der andere Spieler nicht gerecht spielt und betrügt, ist der Anreiz, auch zu betrügen, größer. Der Gewinn aus dem Gerechtsein sinkt mit der Anzahl gerechter Spieler, aufgrund der strategischen Komplementarität. Die Gleichung beinhaltet die Versuchung, nicht zu kooperieren.

Ist ein Spieler indifferent gegenüber dem Gerechtsein, aufgrund von Misstrauen, ausgedrückt durch m , gegenüber seinem Mitspieler, dann gilt: $F(\pi(m_s)) = de^{-\theta_s m_s}$, wobei der psychologische Nutzen (= nicht-materiell) aus der Kooperation $de^{-\theta_s m_s}$ ist, welcher mit zunehmendem Misstrauen sinkt. D.h. $m_s = (\ln d - \ln(l + \pi(g - m)(w - l))) / \theta_s$. θ ist dabei der Parameter, der die Rate beschreibt, mit welcher nicht-materieller Nutzen mit zunehmendem Misstrauen verfällt. Da bei Vulnerabilität der Wunsch nach Zusammenhalt, aufgrund der Unsicherheit, Gerechtigkeit fördert und immer mehr Spieler gerecht sein wollen, sinkt das Misstrauen unter den Individuen, wodurch θ von Vulnerabilität beeinflusst wird, ausgedrückt durch $1/V$ im Exponenten von θ . Das Misstrauen nimmt ab und nicht-materieller Nutzen nimmt über das Zusammengehörigkeitsgefühl zu. Kooperation findet statt, wenn das Gerechtigkeitsbewusstsein hoch ist und das Misstrauen gering oder gleich Null. Es existieren, aufgrund der strategischen Komplementarität multiple Gleichgewichte. Bei Tabellini (2008) wird die Entfernung als Kriterium

für die Bereitschaft zur Kooperation verwendet, zunehmende Entfernung behindert Kooperation, hier soll Misstrauen die Rolle bei Gerechtigkeit und Kooperation übernehmen, zunehmendes Misstrauen behindert Kooperation.

Es wird ein ungerechter Spieler betrachtet: Erwartet der ungerechte Spieler, dass der andere Spieler immer gerecht spielt, d.h. $\pi(g) = 1$ ist, dann kooperiert der ungerechte Spieler bei Vulnerabilität, sofern $T_u^V = (\ln d - \ln w) / \theta_u^{1/V}$ ist, wobei T_u^V das Vertrauen des ungerechten Spielers bei Vulnerabilität darstellt, welches bei Vulnerabilität auch durch die Einflüsse der Unsicherheit steigt.

Betrachtet man den gerechten Spieler, zeigt sich, dass er aufgrund seines größeren allgemeineren Vertrauens, bzw. geringen Misstrauens, immer mit einem Spieler kooperiert, d.h. es kooperieren alle gerechten Spieler, es gilt $\pi(g) = n$. Zudem kooperiert der gerechte Spieler bei Vulnerabilität verstärkt, aufgrund des größeren Zusammengehörigkeitsgefühls wegen Unsicherheit, es gilt $T_g^V = (\ln d - \ln(l + n(w - l))) / \theta^{1/V}$. T_g^V ist das Vertrauen des gerechten Spielers bei Vulnerabilität, es steigt bei Vulnerabilität, da der nicht-materielle Nutzen mit abnehmendem Misstrauen steigt, bzw. θ sinkt. Das allgemeine Vertrauen basiert dabei auf dem allgemeinen Wissen der gesamten Individuen der Ökonomie. Es ist vom persönlichen Vertrauen zu unterscheiden, welches Familienwerte, lokale Bedingungen und starke Beziehungen umfasst, welches hier jedoch nicht weiter berücksichtigt wird, weil keine vertikale, bzw. intergenerationale Transmission und Sozialisation betrachtet wird. Bei gerechten Spielern ist das allgemeine Vertrauen größer ausgeprägt, wodurch sie eine höhere Kooperationsbereitschaft aufweisen: Es gilt $T_g^V > T_u^V$.

Im Folgenden wird die Idee der horizontalen Sozialisation integriert. Bei Tabellini (2008) wurde hingegen die vertikale Sozialisation, die auch den Aspekt der Erziehung miteinbezieht, diskutiert.

Proposition 10: Über zunehmende horizontale, bzw. intragenerationale Transmission und Sozialisation, zwischen den Individuen einer Generation, sinkt Vulnerabilität, weil innerhalb einer Generation das Gerechtigkeitsbewusstsein steigt.

Argumentation zu Proposition 10: Mit zunehmender horizontaler Sozialisation steigt das Gerechtigkeitsbewusstsein und der Zusammenhalt unter den Individuen. Dadurch reduziert sich das Risiko für das einzelne Individuum, weil der Zusammenhalt die Ökonomie und damit auch jedes einzelne Individuum stärkt. Vulnerabilität sinkt, aufgrund zunehmender Gerechtigkeit.

Der Sozialisationsaufwand τ bei Vulnerabilität, τ^V , der die Verbreitung des Gerechtigkeitsbewusstseins innerhalb einer Generation beinhaltet, ergibt Kosten, die durch die Verbreitung von Gerechtigkeit entstehen, $(\tau^2 / (2 \varphi))^V$, wobei φ der Parameter für die Rate ist, mit der die Grenzkosten mit steigendem Sozialisationsaufwand steigen. Bei Vulnerabilität ist der Sozialisationsaufwand höher, da das vorherrschende, gegenwärtige Risiko die Verbreitung von Gerechtigkeit erschwert, oder da mehrere Spieler, aufgrund des größeren Zusammenhalts bei Risiko, gerecht sein wollen. Vulnerabilität wird durch Integration von V im Exponenten der Sozialisationskosten sichtbar. Steigende Vulnerabilität erhöht den Sozialisationsaufwand. Die Wahrscheinlichkeit, dass sich der Nachbar auch gerecht verhält, ist $(\tau^V + \delta^V)$, wobei δ die Charakterzüge des Individuums darstellen, mit $0 < \delta^V < 1$. Es wird die Annahme getroffen, dass die Charakterzüge, die auch Angst und Einstellungen beinhalten, von Vulnerabilität, bzw. Unsicherheit beeinflusst

werden, ausgedrückt durch einen Parameter V im Exponenten von δ . Bei Sozialisation innerhalb einer Generation profitiert die Allgemeinheit vom steigenden Gerechtigkeitsbewusstsein über zunehmende Kooperation und sinkende Vulnerabilität. Deshalb gilt für alle gerechten Spieler ein positiver Sozialisationsaufwand $\tau^V > 0$.²⁰⁷ Die ungerechten Spieler innerhalb der Generation beteiligen sich hingegen nicht am Sozialisationsaufwand. Deshalb gilt für alle gerechten Spieler innerhalb einer Generation bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit:

$$n^V = n_{t-1}(\delta^V + \tau^V) + (1 - n_{t-1} \delta^V) = \delta^V + n_{t-1} \tau^V. \quad (1)$$

Der Anteil der gerechten Spieler in Periode t bei Vulnerabilität entwickelt sich endogen über die Zeit. Die Bedingung erster Ordnung für den optimalen Sozialisationsaufwand bei Vulnerabilität lautet:

$$\tau^V / \varphi = (1/(1 + \rho)) E (U_g - U_u) + d \int_{T_u}^{T_g} e^{-\theta^{1/V} g z} g(z) dz, \quad (2)$$

wobei U_g der Nutzen der Gerechtigkeit ist, U_u der Nutzen der Ungerechtigkeit ist. Die linke Seite der Gleichung (2) sind die Grenzkosten. Der Parameter φ beschreibt dabei, mit welcher Rate die Grenzkosten der Sozialisation mit steigendem Sozialisationsaufwand τ^V steigen. Je geringer φ ist, desto schneller steigen die Grenzkosten. Die rechte Seite der Gleichung (2) sind die Nettogrenzerträge des Aufwands. Die Differenz $(U_g - U_u)$ beinhaltet die Änderung der erwarteten materiellen Auszahlung, wenn sich eine Änderung des Parameters θ ergibt, entweder θ_g bei rechtem Verhalten und geringem bis gar keinem Misstrauen zwischen den Individuen oder θ_u bei ungerechtem Verhalten und hohem Misstrauen zwischen den Individuen. Der Parameter θ beschreibt dabei die Rate, mit der nicht-materieller Nutzen mit dem

²⁰⁷ Ohne Aufwandsanstrengung ist der durchschnittliche Anteil gerechter Spieler gleich δ . Der Anteil gerechter Spieler steigt mit $(n_{t-1} \tau^V)$ im Durchschnitt an. Siehe Tabellini (2008), S. 15 f..

Misstrauen fällt. D.h., wenn sich Misstrauen und gerechtes Verhalten ändern, ändert sich auch die materielle Auszahlung. Dieser erste Term ist stets negativ, weil die erwarteten materiellen Auszahlungen immer größer sind, wenn ein Spieler nicht kooperiert, während der andere kooperiert, es gilt $U_u > U_g$. Der zweite Term auf der rechten Seite ist der erwartete nicht-materielle Nutzen. Mit zunehmendem Umfang der Kooperation über zunehmende „Matches“ steigt der nicht-materielle Nutzen. Der Term ist daher stets positiv. Der Parameter θ für die Rate, mit der nicht-materieller Nutzen mit dem Misstrauen fällt, wird von Vulnerabilität beeinflusst, der nicht-materielle Nutzen steigt durch den Zusammenhalt bei Vulnerabilität, wie im zweiten Term von Gleichung (2) ersichtlich ist. Gleichung (2) besagt, dass im Gleichgewicht bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit die Grenzkosten der Sozialisation, bzw. der Gerechtigkeit, dem Grenznutzen der Sozialisation, bestehend aus materiellem und nichtmateriellem Nutzen, entsprechen.²⁰⁸

Da die Aufwandsanstrengung eine Funktion des allgemeinen Vertrauens ist und der Kooperationsbereitschaft entspricht, es gilt $\tau^V = T_g^V$, d.h. $\tau^V = F(T_g^V)$, kann $F(T_g^V)$ in (1) für τ^V eingesetzt werden, und es gilt bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit:

$$n^V = \delta^V + n_{t-1}F(T_g^V) = n(T_g^V, n_{t-1}). \quad (3)$$

Der Anteil der gerechten Spieler n ist abhängig von T_g^V und n_{t-1} .

Da das optimale τ^V eine steigende Funktion von T_g^V ist, gilt: $\tau^V = F(T_g^V)$, $F' > 0$. Die Gleichung für die Kooperationsbereitschaft des gerechten Spielers bei Vulnerabilität lautet, d.h. der gerechte Spieler kooperiert bei Vulnerabilität, wenn gilt:

²⁰⁸ Siehe Tabellini (2008), S. 16 f. und S.38.

$$T_g^V = \ln d - \ln (l + n(w - l)) / \theta_g^{1/V}, \quad (4)$$

was $T_g^V(n)$ bei Vulnerabilität entspricht.

Aus (3) folgt: Der optimale Anteil der gerechten Spieler im Gleichgewicht bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit lautet:

$$n^{V*} = \delta^V / (1 - F(T_g^{V*})), \quad (5)$$

demnach gilt $T_g^{V*} = T^V(n^*)$, d.h. das Vertrauen der gerechten Individuen entspricht dem Vertrauen des optimalen Anteils gerechter Individuen im Gleichgewicht, da n nur gerechte Individuen beinhaltet. Die ungerechten Individuen haben kein Interesse, zu kooperieren. T_g^V steigt in n : D.h. gerechte Spieler vertrauen anderen mehr, wenn mehr gerechte Spieler existieren, aufgrund strategischer Komplementarität. Das Verhalten der ungerechten Spieler ist unabhängig von n .²⁰⁹ Vulnerabilität hat hier keinen Einfluss, die Ergebnisse gelten auch bei Vulnerabilität.

Proposition 12: Der Anteil gerechter Spieler im Gleichgewicht steigt bei Vulnerabilität, d.h. der Anteil gerechten Spieler im Gleichgewicht bei Vulnerabilität ist größer, als der Anteil gerechter Spieler im Gleichgewicht ohne Vulnerabilität, es gilt: $n^{V*} > n^*$. Bei existierender Vulnerabilität steigt Gerechtigkeit, daraufhin sinkt Vulnerabilität und Wachstum steigt.

Beweisskizze zu Proposition 11: Da bei Vulnerabilität die Charakterzüge δ von Vulnerabilität, ausgedrückt durch V im Exponenten von δ , beeinflusst werden, ergibt sich bei Vulnerabilität ein größerer Anteil gerechter Spieler n im Gleichgewicht. Siehe Gleichung (1) und (2).

²⁰⁹ Die ungerechten Spieler haben kein Interesse daran, gerecht zu sein, und demnach auch kein Interesse zu kooperieren. Siehe Tabellini (2008), S. 10 ff.. Es existiert empirische Evidenz, dass Kooperation unter Individuen, die sich sozial näher sind, eher stattfindet. Vergleiche hierzu Dawes und Thaler (1988), Glaeser et al. (2000), Dixit (2003, 2004), sowie Alesina und La Ferrara (2000, 2002).

Proposition 12: Je größer n , desto geringer ist die Vulnerabilität, d.h. Vulnerabilität sinkt mit steigendem n .

Argumentation zu Proposition 12: Da mit steigendem n , Gerechtigkeit innerhalb der Ökonomie zunimmt, und bei zunehmender Gerechtigkeit Vulnerabilität sinkt.

Mit zunehmender Sozialisation kann bei existierender Vulnerabilität Gerechtigkeit erhöht werden und das Gerechtigkeitsbewusstsein weiter unter den Individuen verbreitet werden. Deshalb stellt sich die Frage nach externer Unterstützung der horizontalen Sozialisation, und wie diese Unterstützung horizontale Sozialisation, bzw. die Anzahl gerechter Spieler im Gleichgewicht bei Vulnerabilität, verändern kann. Man unterscheidet dabei nach Tabellini (2008) lokale und institutionelle Unterstützung. Bei Tabellini (2008) kann externe Unterstützung je nachdem, ob sie lokal oder institutionell ist, gute Werte verbreiten oder nicht. Nach Tabellini (2008) haben moralische Werte nicht nur eine Bedeutung bezüglich Kooperation für die individuelle Entscheidungsebene, sondern auch für die Qualität externer institutioneller Unterstützung. Empirisch evident sei, dass in der Vergangenheit der Mangel an sozialem Kapital und sozialer Fähigkeit in Verbindung mit fehlenden Institutionen stand. Länder mit einer schwach ausgeprägten institutionellen Ebene, zeigten begrenzte moralische Werte, z.B. Nord- und Süditalien.²¹⁰

Proposition 13: Bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit besteht sowohl auf der institutionellen, wie auch auf der lokalen Ebene der horizontalen Sozialisation ein Interesse, Gerechtigkeit zu erhöhen. Institutionelle (=formelle) und lokale (=informelle) Unterstützung der horizontalen Sozialisation sind bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit wirksam.

²¹⁰ Siehe Tabellini (2008), S. 5.

Argumentation zu Proposition 13: Auf der institutionellen Ebene (d.h. institutionelle, bzw. staatliche Unterstützung zwischen Institution, eventuell sozialem Planer und Individuen) der horizontalen, bzw. intragenerationalen Sozialisation gilt bei Vulnerabilität: Bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit ist die institutionelle Unterstützung gerechten Verhaltens kostengünstiger, wodurch ein Anreiz besteht, dass Gerechtigkeit diffundiert. Mehr Individuen spielen gerecht, das Vertrauen T_g^V steigt und weniger Individuen misstrauen einander (m_s sinkt). Die Anzahl gerechter Spieler steigt mit steigendem Sozialisationsaufwand. Der optimale Sozialisationsaufwand ist eine steigende Funktion des Vertrauens T_g^V . Aufgrund des größeren Zusammenhalts bei Vulnerabilität und vorherrschender Unsicherheit, steigt die Kooperation. Und umgekehrt, wenn Kooperation steigt, stärkt das wiederum den Zusammenhalt in der Ökonomie, Vulnerabilität sinkt und Wachstum steigt. Gerechtere Gesellschaften holen schneller auf im Wachstumsprozess und sind erfolgreicher. Steigt der Sozialisationsaufwand, steigt die Anzahl gerechter Spieler, die $n(T, n_{t-1})$ Kurve wandert nach oben. Die Ökonomie nähert sich einem Steady State mit einem größeren Anteil gerechter Spieler n^* und einer größeren Kooperation, ausgedrückt durch Vertrauen T^* ($= T_g^*$). Bei Vulnerabilität steigt das Gerechtigkeitsbewusstsein, der Zusammenhalt ist gestärkt, was zu vermehrter Kooperation zwischen den Individuen führt. Die vermehrte Kooperation lässt den Zusammenhalt zwischen den Individuen steigen, wodurch Vulnerabilität sinkt und ökonomisches Wachstum steigt. Die Individuen sind gestärkter gegenüber exogenen kovariaten Schocks. Gerechtere Gesellschaften holen deshalb schneller auf im Wachstumsprozess und sind erfolgreicher. Vulnerabilität sinkt demnach auf zwei Wegen: Einmal durch steigende Kooperation zwischen gerechten Spielern, die ein höheres Maß an Gerechtigkeit und Vertrauen zueinander aufweisen, d.h. durch steigende Gerechtigkeit, steigt Kooperation, und Vulnerabilität sinkt.

Andererseits sinkt Vulnerabilität durch steigenden Zusammenhalt zwischen den Individuen, aufgrund der Kooperation. Nach Tabellini (2008), der auch für sein Modell festgestellt hat, dass eine bessere institutionelle Unterstützung zur Diffusion guter Werte beiträgt, soll die Verminderung der Kosten für moralisches Verhalten bei institutioneller Unterstützung, ein Anreiz für die Diffusion moralischer Werte sein. Kulturelle Werte und ökonomische Anreize haben verselbstständigende Kräfte, wegen strategischer Komplementarität. Auf der individuellen Ebene (d.h. bei lokaler Anstrengung zwischen den Individuen) der horizontalen, bzw. intragenerationalen Sozialisation, gilt bei Vulnerabilität: Bei Vulnerabilität ergibt sich, dass auch auf der Ebene der lokalen Unterstützung ein Interesse besteht, Gerechtigkeitsbewusstsein zu verbreiten und Sozialisationsaufwand zu betreiben, da bei Vulnerabilität ein größerer Zusammenhalt wegen Unsicherheit besteht. Der Sozialisationsaufwand steigt, da das Risiko bei Vulnerabilität eines erhöhten Sozialisationsaufwands bedarf, um Gerechtigkeitsbewusstsein zu verbreiten, es gibt mehr gerechte Spieler, und da mehr Spieler bei Unsicherheit gerecht sein wollen, gibt es mehr gerechte Spieler und mehr Sozialisationskosten. Gerechte Spieler haben ein größeres allgemeines Vertrauen, und haben deshalb eine größere Kooperationsbereitschaft. Je mehr Spieler gerecht spielen, aufgrund verstärkten Gerechtigkeitsbewusstseins, desto mehr steigt die Kooperation, ausgedrückt durch mehr Vertrauen. Grund ist der stärkere Zusammenhalt bei Vulnerabilität, aufgrund der Unsicherheit. Im Gleichgewicht ist der Anteil gerechter Spieler bei Vulnerabilität und lokaler Unterstützung größer, als im Gleichgewicht ohne Vulnerabilität bei lokaler Unterstützung bei Tabellini (2008), $n^* \uparrow$ und es herrscht mehr Kooperation, ausgedrückt durch mehr Vertrauen $T^* \uparrow$. Besteht dann größere Kooperation, stärkt das wiederum den Zusammenhalt der Individuen in der Ökonomie. Vulnerabilität sinkt und ökonomisches Wachstum steigt. Bei Vulnerabilität steigt das

Gerechtigkeitsbewusstsein, es gibt mehr gerechte Spieler und einen stärkeren Zusammenhalt, weil das allgemeine Vertrauen unter den gerechten Individuen größer ist. Die Kooperation steigt, was wiederum den Zusammenhalt der Individuen in der Ökonomie stärkt, wodurch letztlich Vulnerabilität sinkt und das Wachstum der Ökonomie steigt. Vulnerabilität sinkt durch zwei Umstände: Einmal durch steigende Kooperation, aufgrund einer größeren Anzahl gerechter Spieler und einmal durch den größeren Zusammenhalt, aufgrund Kooperation. Gerechtere Gesellschaften holen schneller auf im Wachstumsprozess und sind erfolgreicher. Bei Vulnerabilität führt zunehmende Gerechtigkeit über zunehmende Kooperation zu sinkender Vulnerabilität und steigendem ökonomischem Wachstum. Bei Tabellini (2008) hingegen, folgt für die individuelle Ebene keine steigende Kooperation und keine Verbreitung guter Werte. Ohne Vulnerabilität hat Tabellini (2008) für die lokale Unterstützung das Ergebnis, dass es wenig notwendig sei, sich für gute Werte einzusetzen und diese zu verbreiten. Dadurch entsteht eine Substituierbarkeit zwischen guten Werten und institutioneller Unterstützung, die den Anreiz zur Diffusion guter Werte sinken lässt, d.h. bei Tabellini (2008) wirkt lokale Unterstützung der Diffusion guter Werte entgegen. Bei Vulnerabilität herrscht, aufgrund horizontaler Sozialisation von Gerechtigkeit, eine Transmission sozialer Werte, bzw. eine Transmission von Gerechtigkeit, wodurch Vulnerabilität sinkt und Wachstum steigt.²¹¹ Somit zeigt sich, dass bei Vulnerabilität eine Unterstützung auch auf der individuellen Ebene Gerechtigkeit und Kooperation fördern kann und sinnvoll ist. Demgemäß sind bei Vulnerabilität Politikmaßnahmen auch auf der individuellen Entscheidungsebene der horizontalen Sozialisation wirksam und einsatzfähig. Politikmaßnahmen können bei Vulnerabilität sowohl auf der institutionellen als

²¹¹ Vergleiche hierzu Tabellini (2008), sowie Bisin und Verdier (2001), die die Transmission kultureller Werte untersucht haben.

auch auf der individuellen Ebene der horizontalen Sozialisation eingesetzt werden.

Bei Vulnerabilität kann aus der Schwäche der Vulnerabilität, Nutzen gezogen wird. Bei Vulnerabilität führt zunehmende Gerechtigkeit über zunehmende Kooperation zu sinkender Vulnerabilität und steigendem Wachstum.

5.6 Politikmaßnahmen

Das Ziel der Politikmaßnahmen ist es, Vulnerabilität zu reduzieren, indem Gerechtigkeitsbewusstsein und gerechteres Verhalten unterstützt werden. Da man von Gesellschaften, die über ein hohes soziales Kapital verfügen, sagt, dass sie im Wachstumsprozess schneller aufholen, soll durch mehr Gerechtigkeit in der Ökonomie zusätzlich Wachstum erhöht werden, damit diese von Vulnerabilität betroffenen Länder schneller im Wachstumsprozess aufholen. Politikmaßnahmen, die diesen Prozess steigender Gerechtigkeit unterstützen, sind dabei der soziale Planer und Institutionen, die gerechte Zusammenarbeit zwischen den Individuen durch Organisation und Kontrolle fördern, sowie eine Unterstützung bei (horizontaler und wie bei Bisin und Verdier (2001) auch vertikale) Sozialisation ermöglichen. Desweiteren kann die Integration von Gerechtigkeitsprämien, als Anreiz für gerechteres Verhalten, helfen, zu mehr Gerechtigkeit beizutragen, genauso wie die Unterstützung von Kooperationsbereitschaft durch Bildung von Projekt- und Gruppenarbeit.

5.7 Schlussbemerkungen

Das Modell hat gezeigt, dass Vulnerabilität reduziert werden kann, wenn Gerechtigkeit in der Ökonomie zunimmt. Zudem steigt über ein vermehrtes gerechtes Verhalten das Zusammengehörigkeitsgefühl und der Zusammenhalt der Individuen. Es folgt eine stärkere Kooperation, wodurch Vulnerabilität sinkt, und Wachstum steigt. Gerechtere Gesellschaften holen schneller auf im Wachstumsprozess und sind erfolgreicher. Gerechtigkeit, Kooperation und Konkurrenz²¹², sowie Eigeninteresse ergänzen einander und helfen der Ökonomie dabei, Nutzen aus Vulnerabilität zu ziehen, um am Ende zu gewinnen und im Wachstumsprozess aufzuholen. Sie werden sogar besser im Laufe des Prozesses, was den Bezug zu „antifragilen“ Systemen von Taleb (2013) erlaubt. Der erste Teil der Modellanalyse beinhaltete die Frage, ob zunehmende Gerechtigkeit Vulnerabilität reduzieren kann, und wie Gerechtigkeit durch soziale Interaktion, bzw. strategische Komplementarität modelliert werden konnte. Es existieren dann multiple Gleichgewichte, hier sogenannte Fairness-Gleichgewichte und Nicht-Fairness-Gleichgewichte. Durch Entwicklung von Gerechtigkeitsfunktionen konnte Gerechtigkeit in ein ökonomisches Modell integriert werden. Innerhalb dieser Gerechtigkeitsfunktionen, die Vulnerabilität und strategische Komplementarität enthalten, konnten die Zusammenhänge von steigender Gerechtigkeit und sinkender Vulnerabilität aufgezeigt werden. In spieltheoretischer Betrachtung ergibt sich, dass bei Vulnerabilität und Gerechtigkeit zwei Nash-Gleichgewichte, ein Fairness-Gleichgewicht und ein Nicht-Fairness-Gleichgewicht, existieren, da aufgrund Vulnerabilität kein reiner Altruismus wegen der Unsicherheit existieren kann. Zudem ermöglicht strategische Komplementarität multiple Gleichgewichte, ein Fairness-Gleichgewicht und

²¹² Siehe zur gegenseitigen Ergänzung von Kooperation und Konkurrenz auch Haslinger (1997 b).

ein Nicht-Fairness-Gleichgewicht. Letztlich pendelt sich jedoch das sozial optimale Fairness-Gleichgewicht, in dem alle gerecht spielen, ein, da Gerechtigkeit steigt, und sich die Auszahlungen erhöhen. Der Nutzen von Gerechtigkeit steigt, die Kosten von Gerechtigkeit sinken. Jeder ist bereit, sich zum Wohle des anderen zu opfern und gerecht zu spielen. Solange, bis im Fairness-Gleichgewicht der Nutzen von Gerechtigkeit den Kosten von Gerechtigkeit entspricht. Es gibt keinen eigennützigen Anreiz, davon abzuweichen. Eine Abweichung vom sozial optimalen Fairness-Gleichgewicht, in dem alle gerecht spielen, ist unvorteilhaft. Es wird das sozial optimale Fairness-Gleichgewicht, in dem alle gerecht spielen, verwirklicht. Entsprechende Politikmaßnahmen, die das Gerechtigkeitsbewusstsein und gerechteres Verhalten fördern, sind Gerechtigkeitsprämien, die einen Anreiz geben sollen, sich gerecht zu verhalten. Die Gerechtigkeitsprämie ergibt sich aus der Notwendigkeit heraus, dass bei Vulnerabilität zwei Nash-Gleichgewichte, aufgrund strategischer Komplementarität, existieren, ein Fairness-Gleichgewicht und ein Nicht-Fairness-Gleichgewicht. Es muss eine Belohnung in Form der Gerechtigkeitsprämie geben, damit sich die Individuen gerecht verhalten. Denn es entstehen Gerechtigkeitskosten, wenn die Individuen gerecht spielen. Es handelt sich um Opportunitätskosten, wenn die Individuen auf den Mehrgewinn durch Eigeninteresse bei Wahl des Nicht-Fairness-Gleichgewichtes $(u^{1/V}, u^{1/V})$ verzichten. Gerechtigkeitsprämien können den Verlust durch Opportunitätskosten wieder ausgleichen, sodass gilt: Grenznutzen der Gerechtigkeit gleich Grenzkosten der Gerechtigkeit. Im zweiten Teil der Modellanalyse wurde dargestellt, wie über eine Erhöhung des Gerechtigkeitsbewusstseins und gerechteren Verhaltens, eine Steigerung von Kooperation zwischen gerechten Individuen erzielt werden kann, da gerechtere Individuen die Kooperation mehr schätzen, und die zur Reduktion von Vulnerabilität führen, aufgrund der stärkeren Zusammenhalts zwischen

gerechteren, kooperierenden Individuen. Zunehmende Kooperation, aufgrund von Gerechtigkeitszunahme, innerhalb horizontaler Sozialisation, führt zu sinkender Vulnerabilität. Bei Vulnerabilität existiert, aufgrund horizontaler Sozialisation von Gerechtigkeit, eine Transmission sozialer Werte, bzw. eine Transmission von Gerechtigkeit. Entsprechende Politikmaßnahmen, wie Projekt- und Gruppenarbeit und die Unterstützung von Sozialisation, können den Prozess positiv beeinflussen. Soziale Planer und Institutionen können dabei unterstützend wirken. Das Ergebnis ist eine gerechtere Gesellschaft, die durch zunehmende Kooperation und sinkende Vulnerabilität ausgezeichnet ist. Das Wachstum ist gestiegen. Gerechtere Gesellschaften sind erfolgreicher und holen im Wachstumsprozess schneller auf.

5.8 Kritische Würdigung

Das Modell konnte verdeutlichen, welche Bedeutung und welche Kraft „Gerechtigkeit“ in einer Ökonomie und speziell in einer vulnerablen Ökonomie haben kann, sodass sie schneller wächst als vulnerable Ökonomien, die keine gerechte Gesellschaftsstruktur haben, denen die nötige soziale Fähigkeit dazu fehlt. Gerechtigkeit, als Unterkategorie des sozialen Bewusstseins, ist jedoch schwer greifbar und schwer abbildbar, es bedarf der strategischen Komplementarität, um Gerechtigkeit zu modellieren und spezieller Funktionsgleichungen, um sie in ein ökonomisches Modell zu integrieren. Gerechtigkeit definieren Individuen sicherlich für sich selber und allgemein auf ganz verschiedene Weise. Sie leben nicht alle nach der Definition von Rawls. Zudem ist es nicht gesagt, dass sich alle Individuen immer, oder auch nur manchmal, gerecht verhalten wollen. In der Realität wird es Ausreißer geben, die sich nicht gerecht verhalten. Ausreißer sollen hier nicht ins Gewicht fallen.

Auch hier zählt jedoch wieder, dass die Ökonomie als Ganzes, mit einer ganzheitlich gerechteren Gesellschaftsstruktur, Vulnerabilität bekämpfen und reduzieren kann, und damit Wachstum erhöhen kann. Aus der Schwäche „Vulnerabilität“, kann wegen des Unsicherheitsproblems, mithilfe eines größeren Gerechtigkeitsbewusstseins, Wachstum erhöht werden, wobei wiederum Vulnerabilität durch eine gestärkte, „erfolgreichere“ Ökonomie sinkt. Das Modell zeigt die wechselseitige Abhängigkeit von Vulnerabilität, Gerechtigkeit und Wachstum.

6. Gesamtkritische Würdigung

Die Analyse der vier Modelle hat einige wichtige mikroökonomische und makroökonomische Aussagen geliefert, da Vulnerabilität bisher nur mikroökonomisch betrachtet wurde. Durch die Kombination mit makroökonomischen Betrachtungsweisen sollen neue Möglichkeiten für die globale Ökonomie aufgezeigt werden. Chancen und Risiken der vier Modelle zu endogener Wachstumstheorie mit Humankapital und Forschung, zu „Behavioral Economics“ in Verbindung mit Wachstums- und Konjunkturtheorie, zur Ressourcenökonomik, und zur Kultur, wurden bezüglich Vulnerabilität und Wachstum, dargestellt. Gesamtkritisch betrachtet, ergeben sich viele Implikationen aus der Verbindung von Vulnerabilität und Wachstum, welche für die globale Ökonomie vorteilhaft genutzt werden können.

Das erste Modell, Vulnerabilität und Komplementaritäten, hat aufgezeigt, wie Vulnerabilität mithilfe von Komplementaritäten bewältigt werden kann. Im Mittelpunkt stehen dabei makroökonomische Komplementaritäten, wobei die makroökonomische Betrachtungsweise von Vulnerabilität zeigt, dass eine Ökonomie als Ganzes Vulnerabilität bewältigen kann. Ausgangspunkt der Betrachtung ist das mikroökonomische Niveau, wobei das einzelne Individuum aus mikroökonomischer Sicht betrachtet wird, aber nur, wenn alle Individuen, bzw. aggregierte Maßgrößen der Ökonomie im Wachstumsprozess eine Rolle spielen und Einfluss nehmen bei der Vulnerabilitätsreduktion, kann die Ökonomie die Bewegung vom Gleichgewicht mit hoher Vulnerabilität zum Gleichgewicht mit geringer Vulnerabilität generieren. Es kann jedoch jederzeit Ausreißer geben, die sich als Einzelkämpfer entgegen dem ganzheitlichen Konzept verhalten, sei es aus Widerspruch oder Unwissenheit.

Eine wichtige Besonderheit des Modells ist die Verwendung von zwei Parametern, die als Formvariablen variabel gesetzt sind, wodurch sie die makroökonomische Komplementarität und den daraus folgenden Wachstumsschub transportieren können.

Die Problematik der Unsicherheit, des Risiko und der Ungewissheit, kann in der Realität stets unvorhergesehene Situationen hervorrufen, sowie eine Vielzahl von Unwegbarkeiten und Hindernissen entstehen lassen, die im Modell nicht völlig abbildbar und greifbar sind. Stärke und Häufigkeit von Schocks, bzw. die temporale Agglomeration von Schocks, wie Cooper und Haltiwanger (1993) und Hall (1991) es benannt haben, sowie positive „Comovements“ von Schocks, d.h. positive Entwicklungen, resultierend aus Schocks, können die Modellergebnisse entscheidend verändern.

Zudem ist es nicht immer einfach, vorherzusagen, wie Individuen bei Risiko, aufgrund ihrer Risikoaversion reagieren und ihr Verhalten ändern. Nach Klasen und Waibel (2013) stellt die Risikoaversion der Individuen eine wichtige Komponente in der Entscheidungsfindung des Haushalts dar, welche das Ausmaß und die Umstände der Vulnerabilität in der jeweiligen Region entsprechend ausdrückt.²¹³ Die Lebensbedingungen der Individuen in von Vulnerabilität betroffenen Gebieten, sind nicht kalkulierbar, sie unterliegen stetigen Schwankungen, während die Individuen versuchen, Vulnerabilität zu bewältigen. Unvorhersehbare Ereignisse, Unsicherheit, Spekulationen und Schocks erschweren den Individuen die Bewältigung von Vulnerabilität. Es ist schwierig festzustellen, in welchem Ausmaß die Individuen beeinflusst werden von dem Risiko, dem sie ausgesetzt sind. Zudem haben sich in der Welt neue Problemfelder entwickelt, wie die in den letzten Jahren aufgetretenen weltweiten Finanzkrisen, die hohe Volatilität der Produktpreise, von Nahrung,

²¹³ Siehe Klasen und Waibel (2013), S. 165 ff..

Öl und Mineralien, die die von Vulnerabilität betroffenen Entwicklungsländer negativ beeinflussen, durch eine Steigerung der Nahrungsmittelpreise und der Energiepreise, sowie neue globale nicht-ökonomische Schocks, wie Krankheiten und Seuchen. Gerade die ärmeren ländlichen Regionen, die vorwiegend Nettokäufer sind, erschweren diese Entwicklungen, die Bewältigung von Vulnerabilität. Imperfekte Kredit- und Versicherungsmärkte begrenzen die Möglichkeiten der Individuen in diesen Regionen, auf die Schocks zu reagieren, was ihre Situation zusätzlich erschwert. Die im Modell betrachteten exogenen kovariaten Schocks, d.h. ökologischen Schocks, wie Naturkatastrophen, welche aufgrund der im Mittelpunkt der Analyse stehenden makroökonomischen Perspektive gewählt wurden, da sie weite Teile der Länder betreffen, werden in der Realität oftmals begleitet von idiosynkratischen Schocks, sowie ökonomischen Schocks, die die Analyse noch komplexer machen, hier jedoch nicht zusätzlich noch miteinbezogen wurden. Die Vielfältigkeit möglicher Schocks und die Nichtgreifbarkeit derselben sind jedoch entscheidend für die Modellergebnisse.

Ein weiterer Aspekt, der schwer kalkulierbar ist, beinhaltet den Bereich der „Behavioral Economics“. Aufgrund von Unsicherheit, Risiko und Ungewissheit, der Risikoaversion der Individuen und sich selbst erfüllender Erwartungen, existiert eine psychologische Komponente, die das Verhalten der Individuen beeinflussen kann. Es handelt sich dabei um Verhaltensaspekte, wie Angst, negative oder positive Gedanken, Bewusstsein und Unterbewusstsein und „Animal Spirits“, die alle schwer einschätzbar sind. Diese Verhaltensaspekte können jedoch auch eine Bereicherung für die Ökonomie sein und zusätzliche Erklärungshinweise liefern, die neue Perspektiven eröffnet. In der Realität besteht eine Vielzahl verschiedener Verhaltensmuster, die sowohl eine negative Komponente, wegen der schwierigen Einschätzbarkeit und

Unsicherheit beinhalten, als auch eine positive Komponente, wegen der realitätsnäheren Verhaltensanalysen. Desweiteren können Erwartungen, als Vorstellungen über den subjektiv wahrscheinlichen, künftigen Wert von ökonomischen Variablen, um Entscheidungen in Gegenwart und Zukunft rational zu treffen, alleine über die Definition eine unsichere, wahrscheinliche, schätzende, nicht planbare Komponente darstellen.

Eine wichtige Herausforderung der Realität und des Modells besteht in der Annahme der landwirtschaftlichen R&D. Es ist eine Herausforderung, in der Realität, R&D in vulnerablen Ökonomien in Form von landwirtschaftlicher R&D zu integrieren, bzw. umzusetzen und anzuwenden, sodass strategische Komplementarität wirken kann und zu mehr Wachstum führen kann. Die Individuen müssten, zusätzlich zur Implementierung der R&D, staatliche Ausbildungsförderung für Lehrgänge bezüglich der neuen landwirtschaftlichen R&D und Forschungssubventionen für Innovationen erhalten.

Obwohl die Individuen in vulnerablen Systemen durch Unsicherheit, Risiko und Ungewissheit, Schocks und unvorhersehbare, nicht kalkulierbare Ereignisse, geprägt sind, kann Vulnerabilität dennoch eine Herausforderung sein. Vulnerable Systeme können wie antifrangible Systeme, aus Schwächen (= Vulnerabilität) Nutzen ziehen, am Ende gewinnen und besser (=Wachstum) werden, indem sie Vulnerabilität reduzieren und Wachstum erhöhen, wie im ersten Modell mithilfe von Komplementaritäten.

Das zweite Modell, Vulnerabilität und Sunspots, welches gezeigt hat, wie sich Individuen in einer von Vulnerabilität betroffenen Ökonomie verhalten, wenn sie Sunspots beobachten, kann zugleich Chancen und Risiken aufzeigen. Vulnerabilität und Sunspots können hier als Frühwarnsystem für Währungs-

und Finanzkrisen dienen, eine Signalansatz, der Vulnerabilität und Sunspots als Chance sieht, um Krisen früher zu erkennen.

Da eine wesentliche Besonderheit des Modells der Bereich der „Behavioral Economics“ darstellt, ist es geprägt von einer unsicheren Komponente und von einer neue Erklärungsmaßstäbe setzenden Komponente. In früheren Theorien bisher unberücksichtigte Verhaltensaspekte, wie Angst, Bewusstsein und Unterbewusstsein, „Animal Spirits“ und Bayesianische Lerntheorien werden hier miteinbezogen und führen zu neuen Modellvarianten, die Verhaltensweisen der Individuen realistischer abbilden können. Zugleich stellt die Unsicherheit, das Risiko und die Ungewissheit, eine schwer einschätzbare Komponente dar, die psychologische Komponente dar, in der Angst, Unterbewusstsein und Erinnerungen eine Rolle spielen. Das menschliche Verhaltensspektrum ist vielfältig und wandlungsfähig, je nach Situation anpassungsfähig. Es ist schwer greifbar, schwer einschätzbar und das komplexe, vielfältige Verhalten nicht völlig in einem ökonomischen Modell abbildbar. Im Modell Vulnerabilität und Sunspots wurde die Theorie der sich selbst erfüllenden Erwartungen in den Mittelpunkt gestellt, und Angst, Unterbewusstsein und Erinnerungen wurden hier in diesem Modell, z.B. gar nicht abgebildet, um die Komplexität zu begrenzen und sich auf bestimmte Modellelemente zu konzentrieren.

Das Modell Vulnerabilität und Sunspots, genauso wie das Modell Vulnerabilität und Komplementaritäten, beinhaltet rationale Erwartungen, welche auf dem wahrscheinlichkeitstheoretischen Ansatz bedingter Erwartungen beruhen. Es kann Erwartungsirrtümer geben. Die Informationen können nicht effizient genutzt werden. Es wird in der rationalen Erwartungsbildung vorausgesetzt, dass die Individuen das Modell und deren Struktur kennen, sodass sich eine modellendogene Erwartungsbildung auf der

Grundlage des Modells ergibt. Da bei zukunftsbezogenen Entscheidungen meist viele wichtige Faktoren, die für die Entscheidungsfindung notwendig sind, unbekannt oder unsicher sind, können die Individuen nur ihre Erwartungen in ihre Entscheidungsfindung einbeziehen. Bei Vorliegen von subjektiven Wahrscheinlichkeiten, wie im Modell mit Sunspots, existiert Risiko und messbare Unsicherheit, sonst echte Unsicherheit, da ungenügende Informationen existieren, die zukunftsbezogene Entscheidungsfindung erschweren. Fehleinschätzungen sind daher möglich, die noch eher eintreten können, wenn psychologische Faktoren, wie z.B. Angst, irrationale und abwegige Verhaltensweisen hervorrufen und den Modellverlauf verändern können.

Die Sunspot-Theorie hat sich in den letzten Jahrzehnten zwar breit gefächerten Themen gewidmet, ist aber im Bereich der Konjunkturtheorie eher in den Hintergrund gerückt. Um die Vorzüge der realen Konjunkturtheorie („Real Business Cycle Theory“) für die Sunspot-Theorie zu nutzen, wurden zusätzlich zu Preisen, die Löhne und Beschäftigung miteinbezogen. Sie wird „reale“ Sonnenflecken-Theorie genannt, und kann durch die integrierten Elemente, „aufgefrischt“ und erweitert, die Vorteile der realen Konjunkturtheorie aufgreifen, wodurch sie die Funktionen der realen Konjunkturtheorie übernehmen kann, und Konjunkturzyklen unter realen Gesichtspunkten beurteilen kann. Damit soll den Individuen eine „perfekte“ Voraussicht ermöglicht werden, obwohl sie sich in einem Modell mit rationalen Erwartungen unter Stochastik befinden. Ziel dieser Integration von Löhnen und Beschäftigung zusätzlich zu Preisen, soll eine bessere Identifikationsmöglichkeit von Sunspots sein. Die Individuen sollen weniger oft fehlgeleitet werden in ihrer Entscheidungsfindung. Sie sollen in der Lage sein, Sunspots als ökonomische, bedeutungslose Ereignisse zu identifizieren, und

sie von echten realen Schocks abzugrenzen. Eine Rolle dabei spielen Elastizitäten, die Lohnelastizität des Sparens, die direkte Preiselastizität der Nachfrage, sowie die Einkommenselastizität der Nachfrage. Über die hinreichende Bedingung für den Nachweis eines Sunspot-Gleichgewichtes, gemäß Azariadis und Drazen (1986), gelangt man zu Elastizitäten, die Konsumentenverhalten transparenter machen können, und damit bei Übereinstimmung der Elastizität bei Existenz eines Sunspots mit der Elastizität bei perfekter Voraussicht, diese Bedingung eine Möglichkeit ist, Sunspots zu identifizieren, sodass sie ihre Entscheidungen wie bei perfekter Voraussicht treffen und eine bessere Weitsicht und Informationsübersicht haben. Zudem ergibt sich im Modell, wenn bei einer Lohnänderung der Einkommenseffekt größer ist als der Substitutionseffekt, existiert ein Sunspot, sowie ein Sunspot-Zyklus, wodurch ein weiterer Hinweis für eine Sunspot-Identifikation gegeben ist. Die Hinweise für Sunspotexistenz könnten eine Warnsignal sein, sofern sich die Individuen dieser Informationsquellen bewusst sind und sie sie in ihrem Verhalten wiedererkennen und nutzen können.

Was die Identifikationsmöglichkeit von Sunspots betrifft, ist aus der Informationsökonomik der Aspekt der asymmetrischen Informationen nicht berücksichtigt worden. Im Modell wird davon ausgegangen, dass alle Individuen die gleichen Informationen haben. Es gibt jedoch in der Realität private Informationen, die nicht jedem zugänglich sind, und die oft im Verborgenen bleiben. Zudem gibt es Probleme des moralischen Risikos, die im Modell nicht berücksichtigt wurden. Das ist der Fall, wenn die informierten Individuen eine Aktion wählen, z.B. Anstrengung, die von anderen nicht beobachtet werden kann. Desweiteren gibt es im Modell unberücksichtigte Probleme der Adverse Selection, wobei private Informationen sich auf ein

unveränderliches Charakteristikum einer Person oder eines Gegenstandes (Fähigkeit oder Qualität) beziehen. Die Probleme der Adverse Selection und des moralischen Risikos sind Probleme der Informationsübermittlung, die dadurch entstehen, dass die informierten Individuen einen Anreiz haben, ihre Mitteilungen im eigenen Interesse zu manipulieren. Zudem äußert nicht jeder seine Erwartungen. Aber nur, wenn alle die gleichen Informationen, das gleiche Sparverhalten bei gleicher Lohnelastizität haben, sowie eine Übereinstimmung der Informationen bezüglich der direkten Preiselastizität der Nachfrage bei perfekter Voraussicht, sowie bei rationalen Erwartungen unter Stochastik besteht, und genauso eine Übereinstimmung der Informationen bezüglich der Einkommenselastizität der Nachfrage in beiden Gleichgewichtssituationen herrscht, ergibt sich der Sunspot-Identifikationseffekt.

Es zeigt sich wieder die Ganzheitlichkeit der Betrachtungen, dass die Ökonomie nur als Ganzes Vulnerabilität bekämpfen kann. Trotz der Eingeschränktheit des Realitätsbezugs in manchen Punkten, kann dieses Modell ein wesentlicher Ansatz zu einer Lösungsmöglichkeit sein, um von Vulnerabilität betroffene Individuen im ökonomischen Prozess nicht mehr fehlleiten zu lassen, da es ihre Verhaltensmuster und Hintergründe bei Sunspotbeobachtung aufzeigt, und sie darüber aufklärt, wodurch Vulnerabilität reduziert und Wachstum erhöht werden kann.

Die Erklärung von „Cross-Country“-Vulnerabilitätskrisen, ob Vulnerabilität länderübergreifend ist, sowie Transmission von Vulnerabilität durch horizontale Sozialisation mithilfe von Sunspot-Spillovers, ist eine interessante Fragestellung, angesichts der globalen Unsicherheit immer weiterer Finanz- und Währungskrisen in der Zukunft, die alle Menschen betreffen, speziell die in von Vulnerabilität betroffenen Ländern. Weshalb die Analyse von

länderübergreifenden Vulnerabilitätskrisen noch wichtiger erscheint, denn je mehr Länder von Vulnerabilität betroffen sind, desto stärker sind noch mehr Menschen auf der Welt von Finanz- und Währungskrisen betroffen. Die Verbindung zur Aussage von Fratscher (1999), dass Währungskrisen auf andere Länder übergreifen können, und damit ansteckend, „contagious“, sind, ist äußerst realitätsnah, sehr aktuell und brisant.

Das Modell Vulnerabilität, Zerstörung und das Konzept der dauerhaften Erntemenge hat die Interaktion zwischen Ökonomie (Vulnerabilität und Zerstörung) und Ökologie (Ressourcenökonomik) aufgezeigt, und ökonomische und ökologische Interdependenzen im Zusammenhang mit Vulnerabilität dargestellt. Die Ökonomie wird wieder als Ganzes betrachtet, wobei eine Ökonomie, Vulnerabilität bekämpfen kann, wenn sie als Ganzes versucht, Vulnerabilität zu reduzieren. Ausreißer werden dabei nicht berücksichtigt. Jedoch, nicht jeder Farmer handelt gemäß nachhaltiger Umweltpolitik, womit es zu Ausreißern kommt, die die Modellergebnisse verändern können. Zudem gibt es sicher immer weitere bisher noch unbekannte, unwegbare ökologische Interdependenzen, die in einer erweiterten Regenerationsfunktion noch nicht abgebildet worden sind, und die das Ergebnis beeinflussen können. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass Knappheit durch Zerstörung, z.B. Übernutzung oder Naturkatastrophe, erst einmal wieder neutralisiert werden muss. Es kann ein langwieriger Prozess sein, bis die Ressource sich wieder vollständig regeneriert hat. Der Zeitfaktor einer Regeneration nach Zerstörung, ist demnach wichtig, welcher im Modell jedoch nicht explizit berücksichtigt wurde. Es wird sicherlich in der Realität auch regenerierbare Ressourcen geben, die so sehr zerstört sind, dass sie sich von alleine nicht mehr vollständig regenerieren können. Das Konzept der dauerhaften Erntemenge $Y = MSY$ war lange Zeit kritisiert worden, dennoch

ist es bis heute ein anerkanntes Konzept, in der Realität von den Nutzern zahlreich verwendet, und mit heutigem Wissensstand akzeptabel, um Übernutzung und Ausrottung zu verhindern. Die Problematik asymmetrischer Informationen, die Probleme des moralischen Risikos und der „adverse selection“, wurden in diesem Modell ebenfalls nicht berücksichtigt. Es wurde mehr Betonung auf Nachhaltigkeit und auf Ressourcenökonomik gelegt, als auf Informationsökonomik. Probleme der Informationsübermittlung wurden nicht berücksichtigt. Dennoch kann das Modell eine Lösungsmöglichkeit sein, wie man bei Vulnerabilität und Zerstörung mit nachhaltiger Umweltpolitik in einer Ökonomie als Ganzes Vulnerabilität reduzieren und Wachstum erhöhen kann. Vulnerabilität „heilt“ das gestörte bioökonomische Gleichgewicht, aufgrund der bei Vulnerabilität geringer ausgeprägten Gegenwartspräferenz wegen Risiko, sodass wieder unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten produziert werden kann. Damit wäre gezeigt, dass vulnerable bioökonomische Systeme antifragil sein können, da sie aus der Schwäche Vulnerabilität Nutzen ziehen können, am Ende gewinnen und durch reduzierte Vulnerabilität und erhöhtes Wachstum sogar noch besser werden.

Das Modell Vulnerabilität und Gerechtigkeit konnte verdeutlichen, welche Bedeutung, und welche Kraft Gerechtigkeit in einer Ökonomie, und speziell in einer von Vulnerabilität betroffenen Ökonomie haben kann, sodass sie schneller wächst als vulnerable Ökonomien, die keine gerechte Gesellschaftsstruktur haben, denen die nötige soziale Fähigkeit dazu fehlt. Gerechtigkeit, als Unterkriterium des sozialen Bewusstseins, ist jedoch schwer greifbar und schwer abbildbar. Es bedarf der strategischen Komplementarität, um Gerechtigkeit zu modellieren und spezieller Funktionsgleichungen, um sie in ein ökonomisches Modell zu integrieren. Gerechtigkeit definieren Individuen sicherlich für sich selber und allgemein auf

ganz verschiedene Weise. Sie leben nicht alle nach der Definition von Rawls. Zudem ist es nicht gesagt, dass sich alle Individuen immer, oder auch nur manchmal, gerecht verhalten wollen. In der Realität wird es Ausreißer geben, die sich nicht gerecht verhalten. Im Modell wurden sie nicht berücksichtigt. Auch hier zählt jedoch wieder, dass die Ökonomie als Ganzes, mit einer ganzheitlich gerechteren Gesellschaftstruktur, Vulnerabilität bekämpfen und reduzieren kann, und damit das Wachstum erhöhen kann. Aus der Schwäche Vulnerabilität kann aufgrund der Unsicherheit, mithilfe eines größeren Gerechtigkeitsbewusstseins, Wachstum erhöht werden, wobei wiederum Vulnerabilität durch eine gestärkte, erfolgreichere Ökonomie sinkt. Das Modell zeigt die wechselseitige Abhängigkeit von Vulnerabilität, Gerechtigkeit und Wachstum.

Betrachtet man die Gesamtheit der kritischen Würdigung, zeichnet sich ein positiver Eindruck der Erfolge aus der Verbindung von Vulnerabilität und Wachstum, und aus der Verbindung mikroökonomischer und makroökonomischer Betrachtungen von Vulnerabilität ab. Vulnerabilität und Wachstum sind auf den ersten Blick gegensätzlich, aber auf den zweiten Blick resultiert aus der Verbindung von Vulnerabilität und Wachstum eine am Ende für alle „gewinnende“ ökonomische Theorie.

7. Fazit: Ausblick

Die Analyse von Vulnerabilität und Wachstum hat gezeigt, dass Vulnerabilität auch aus makroökonomischer Sicht betrachtet werden kann, und dass mikroökonomische und makroökonomische Betrachtungen in diesem Zusammenhang miteinander verbunden werden können. Es ergaben sich wesentliche wachstumstheoretische Aussagen von Vulnerabilität, die auch empirisch evident sind. In allen vier Modellen ging es darum, in einer Ökonomie, die von Vulnerabilität betroffen ist, das ökonomische Wachstum zu erhöhen. Dabei wurden Chancen und Risiken aufgezeigt. Risiken, die eine Wachstumssteigerung verhindern könnten, zeigten sich, z.B. im Rahmen der Sunspot-Theorie, wenn aufgrund von Sunspots nicht mehr investiert wurde, oder wenn im Rahmen der Ressourcenökonomik eine Zerstörung der Ressource stattfindet. Chancen, die eine Wachstumssteigerung ermöglichten, ergaben sich bei Betrachtung makroökonomischer und strategischer Komplementaritäten, sowie bei Betrachtung von Gerechtigkeit als Unterkriterium von sozialer Fähigkeit, welche Ökonomien im Wachstumsprozess schneller aufholen lässt. Sozialisation und Transmission von Gerechtigkeit kann dabei unterstützend wirken, genauso wie externe Unterstützung auf lokaler und institutioneller Ebene. So können Politikmaßnahmen gezielt auf den jeweiligen Schwerpunkt ausgerichtet sein. Zwei Themenbereiche, die Prof. Dr. Dr. Haslinger als wissenschaftliche Schwerpunkte hatte, wurden in die Analyse aufgenommen, da sie interessante wissenschaftliche Fragestellungen aufgeworfen haben. Es handelt sich dabei um das Konzept der Nachhaltigkeit und die Moral in der Ökonomie unter wachstumstheoretischen Gesichtspunkten.

Betrachtet man die einzelnen dargestellten Modelle, ergeben sich wichtige wachstumstheoretische Aussagen für die von Vulnerabilität betroffenen Ökonomien.

Makroökonomische Komplementaritäten und strategische Komplementaritäten sind von Bedeutung, wenn eine Ökonomie, die von Vulnerabilität betroffen ist, Vulnerabilität reduzieren will. Es handelt sich um eine Mikro-Makro-Theorie, die Vulnerabilität mit Wachstum verbindet. Die makroökonomische Komplementarität bewirkt eine Verselbstständigung der Kräfte, die alleine eine Überwindung der Schwelle, von einem Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität zu einem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität, generieren können. Die makroökonomische Komplementarität kann die Kräfte im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität wieder aktivieren, über den Ausbildungsproduktivitätsparameter. Mit steigendem Parameter der Vulnerabilitätsreduktion im Sinne einer makroökonomischen Komplementarität im Exponenten des Ausbildungsproduktivitätsparameters steigt dieser an und erhöht das Humankapital und damit das Wachstum der Ökonomie, da Humankapital einen Wachstumsmotor darstellt. Die makroökonomische Komplementarität kann im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität, welches gekennzeichnet ist durch ein geringes Ausbildungs- und Qualitätsniveau, den Startimpuls geben, da aufgrund fehlender Forschung im Gleichgewicht bei hoher Vulnerabilität noch keine strategische Komplementarität zwischen den beiden Wachstumsmotoren Humankapital und Forschung wirken kann. Erst, wenn sich die Ökonomie dem Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität annähert, das gekennzeichnet ist durch ein hohes Ausbildungs- und Qualitätsniveau, und die Unternehmen wieder Interesse haben, in Forschung zu investieren, kann die strategische Komplementarität die makroökonomische Komplementarität unterstützen und den

Wachstumsprozess hin zum Gleichgewicht bei geringer Vulnerabilität vollenden.

Das Modell Vulnerabilität und Sunspots ergibt Chancen und Risiken zugleich für die von Vulnerabilität betroffenen Ökonomien. Es beinhaltet den Bereich der „Behavioral Economics“, der die Erklärungskraft von Vulnerabilität und Wachstum erhöhen konnte, indem realistischere psychologische Grundlagen integriert werden konnten. Der Kern der „Behavioral Economics“ ist die Überzeugung, dass zunehmender Realismus durch Integration psychologischer Faktoren, die ökonomische Analyse erklärt und bereichert. Individuen haben, aufgrund einer Sunspotbeobachtung, ihre apriori subjektiven Wahrscheinlichkeiten geändert. Sie ordnen subjektiven Wahrscheinlichkeiten schlechte Naturereignisse zu, und halten das Sunspot für einen echten realen Schock. Aufgrund der erhöhten subjektiven Wahrscheinlichkeit eines realen Schocks ändern sie ihr Investitions-, Spar- und Konsumverhalten. Tritt dann der reale Schock nicht ein, geht es ihnen noch schlechter als zuvor bei existierender Vulnerabilität. Folge der Sunspotbeobachtung ist, dass ex post reale Auswirkungen auftreten, die die Individuen als reales Ergebnis der Sunspots auslegen. Daraus ergeben sich bestimmte Verhaltensänderungen, wie Diversifizieren, Substitution von Anbauprodukten, Reduktion von Anbaugebieten und keine Investition in teure Inputs, wie Dünger. Die Sunspot-Theorie hat sich vielen Themen gewidmet im Laufe der letzten Jahrzehnte. Unter anderem dem Nachweis der Existenz von Sunspot-Gleichgewichten und Sunspots-Zyklen. Sunspot-Gleichgewichte sind rationale Erwartungsgleichgewichte mit Preiszufälligkeit und extrinsischen Unsicherheit. Es werden Nicht-Fundamentaldaten in die Entscheidungen einbezogen. Die Theorie sich selbst erfüllender Erwartungen, bzw. sich selbst erfüllender Prophezeiungen steht im Mittelpunkt der Sunspot-Theorie. Seinen

Ursprung haben Sunspots in der Sonnenfleckentheorie, welche echte Sonnenflecken als Schwankungen der Agrarproduktion erklärte, die zu gesamtwirtschaftlichen Konjunkturzyklen führten. Die Sunspot-Theorie wurde über Jahrzehnte hinweg, aus mangelndem Verständnis der „Behavioral Economics“, der psychologischen Komponente und der Theorie der sich selbst erfüllenden Prophezeiungen oft kritisiert.

Die reale Sonnenfleckentheorie sollte daher die Vorteile der realen Konjunkturtheorie, durch den Einbezug von Löhnen, Beschäftigung und Preisen nutzen, um eine Identifikationsmöglichkeit von Sunspots und eine Abgrenzung von realen Schocks für die Individuen zu ermöglichen, damit sie nicht mehr fehlgeleitet werden in ihren ökonomischen Entscheidungen.

Betrachtet man Vulnerabilität global, aufgrund der immer größer werdenden Gefahr globaler Krisen, zeigt die Darstellung von „Cross-Country“-Vulnerabilitätskrisen, dass Transmission von Vulnerabilität durch Sozialisation existiert, sofern Sunspot-Spillover vorherrschen. Diese Transmission von Vulnerabilität zwischen Individuen und zwischen Ländern gilt es, zu verhindern, damit in Zukunft Vulnerabilität auf mikroökonomischem Niveau und auf makroökonomischem Niveau reduziert werden kann, und somit nachfolgende Generationen davon profitieren können.

Das Modell Vulnerabilität, Zerstörung und das Konzept der dauerhaften Erntemenge zeigte, welche Bedeutung natürliche regenerierbare Ressourcen und Nachhaltigkeit für Vulnerabilität haben und umgekehrt. Schon in den 1970er Jahren gab es Diskussionen zur Begrenztheit von Ressourcen und zu den Grenzen des Wachstums. Einige Ökonomen sind der Ansicht, dass mehr natürliche Ressourcen pro Kopf in einem Land ein Kennzeichen für Reichtum seien. Es gibt jedoch auch gegensätzliche Meinungen, ob Wachstum durch

natürliche Ressourcen gesteigert werden kann. Vulnerabilität und das Konzept der dauerhaften Erntemenge können, aufgrund der ökologischen Instabilität, die beiden Konzepten innewohnt, in einen Zusammenhang gebracht werden. Das bioökonomische Gleichgewicht wird durch Zerstörung gestört, und kann durch Vulnerabilität geheilt werden. Aufgrund der bei Vulnerabilität vorherrschenden Unsicherheit, ist die Gegenwartspräferenz der Individuen wegen des Risikos geringer, wodurch wieder in der Nähe, oberhalb des „maximum sustainable yield“ produziert und geerntet wird. Das Konzept der Nachhaltigkeit ist erfüllt. Vulnerabilität und Nachhaltigkeit ergänzen sich wechselseitig.

Das Modell Vulnerabilität und Gerechtigkeit hat gezeigt, dass Vulnerabilität reduziert werden kann, wenn Gerechtigkeit in der Ökonomie zunimmt. Zudem steigen über ein vermehrtes gerechtes Verhalten das Zusammengehörigkeitsgefühl und der Zusammenhalt. Es folgt eine stärkere Kooperation, wodurch Vulnerabilität sinkt und Wachstum steigt. Gerechtere Gesellschaften holen schneller auf im Wachstumsprozess und sind erfolgreicher. Gerechtigkeit, Kooperation und Konkurrenz ²¹⁴ ergänzen einander, und helfen der Ökonomie dabei, Nutzen aus Vulnerabilität zu ziehen, um am Ende zu gewinnen und im Wachstumsprozess aufzuholen. Sie werden sogar besser im Laufe des Prozesses, was den Bezug zu antifragilen Systemen von Taleb (2013) erlaubt.

Zudem lässt sich eine Verbindung von vulnerablen Systemen zu chaotischen Systemen herstellen, eine interessante Herausforderung für zukünftige Generationen, angesichts der Zunahme von Chaos in globalen ökonomischen Beziehungen. Chaotische Systeme ähneln vulnerablen Systemen, mit der Chaostheorie sind Irregularitäten in einem deterministischen dynamischen

²¹⁴ Siehe Haslinger (1997 b).

System endogen erklärbar. Die Chaostheorie, eine mathematische Theorie dynamischer Systeme, welche sie mithilfe deterministischer, nicht linearer Differenzen- oder Differentialgleichungen darstellt. Eine wesentliche Charaktereigenschaft chaotischer Systeme ist, dass die Zeitpfade der Variablen sehr schnell Änderungen der Anfangsbedingungen integrieren, d.h. ganz kleine Änderungen der Anfangsbedingungen führen schon zu völlig verschiedenen Zeitpfaden, was interessant ist für Gebiete mit komplexen Bewegungsabläufen, wie z.B. in der Konjunkturentwicklung. Durch die Chaostheorie soll Verständnis dafür gewonnen werden, welches mit anderen Ansätzen nicht erzielt werden könnte. Wenn es möglich ist, reale Systeme durch die Chaostheorie darzustellen, heißt das, langfristige Voraussagen wären nicht möglich, aufgrund der großen Sensitivität der Trajektorien von den Anfangsbedingungen. Es stellt sich die Frage, ob Vulnerabilitätsmuster chaotischen Mustern entsprechen oder nicht. Eine interessante Fragestellung mit Bedeutung für zukünftige Generationen.²¹⁵

Vulnerable Systeme können aber vor allem antifragile Systeme sein, die aus ihren Schwächen, Nutzen ziehen, und am Ende sogar gewinnen und besser werden. Es ist die Absurdität der Gegensätzlichkeit, von Vulnerabilität und Wachstum, die dieser Betrachtung eine Besonderheit gibt, und zugleich eine Herausforderung darstellt, zukünftigen Generationen eine globale Ökonomie, bzw. eine wachsende Weltökonomie mit geringer Vulnerabilität zu überliefern, die trotz Unsicherheit und Chaos Chancen maximiert und Risiken minimiert, um Wohlstand, Reichtum, Nachhaltigkeit, Gesundheit und Gerechtigkeit zu gewährleisten.

²¹⁵ Vergleiche zur Chaostheorie, Gabler Wirtschaftslexikon (2014), S. 612 f., Puu (2003) und Smith (2007).

Literaturverzeichnis

Abramowitz, M. (1986):

Catching up, Forging Ahead, and Falling Behind, *Journal of Economic History*, Vol. 46, S. 385-406.

Acemoglu, D. (1994):

Search in the Labor Market, Incomplete Contracts, and Growth, CEPR Discussion Paper No.1026.

Aehlig, V. (2008):

Frühwarnsysteme für Finanzkrisen: Ein Signalansatz für Krisen in Osteuropa, 2008.

Aghion, P. und Howitt, P. (1992):

A Model of Growth through Creative Destruction, *Econometrica*, Vol. 60, S.323-351.

Aghion, P. und Howitt, P. (1994):

Growth and Unemployment, *Review of Economic Studies*, Vol. 61, S. 477-494.

Aghion, P. und Howitt, P. (1998):

Endogenous Growth Theory, Cambridge, Massachusetts: MIT Press., 1998.

Aghion, P. und Howitt, P. (2009):

The Economics of Growth, Cambridge, Massachusetts: MIT Press., 2009.

Alesina, A. und La Ferrara, E. (2000):

Participation in Heterogeneous Communities, *The Quarterly Journal of Economics*, August, S. 847- 904.

Alesina, A. und La Ferrara, E. (2002):

Who Trusts Others? , *Journal of Public Economics*, Vol. 85, S. 207-234.

Andreoni, J. (1988 a):

Privately Provided Public Goods in a Large Economy: The Limits of Altruism, *Journal of Public Economics*, Vol. 35, S. 57-73.

Andreoni, J. (1988 b):

Why Free Ride? Strategies and Learning in Public Goods Experiments, *Journal of Public Economics*, Vol. 37, S. 291-304.

Azariadis, C. (1981):

Self-Fulfilling Prophecies, *Journal of Economic Theory*, Vol. 25, S. 380-396.

Azariadis, C. und Drazen, A. (1990):

Threshold Externalities in Economic Development, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 105, No. 2, S. 501-526.

Azariadis, C. und Guesnerie, R. (1986):

Sunspots and Cycles, *Review of Economic Studies*, Vol. 53, S. 725-737.

Barrett, C.B. und McPeak, J.G. (2006):

Poverty Traps and Safety Nets, in: Alain de Janvry and Ravi Kanbur, eds., Poverty, Inequality and Development, Essays in Honor of Erik Thorbecke, Springer Verlag, New York, 2006.

Benhabib, J. und Farmer, R.E.A. (1994):

Indeterminacy and Increasing Returns, Journal of Economic Theory, Vol. 63, No. 1, S. 19-41.

Benhabib, J. und Farmer, R.E.A. (1997):

Indeterminacy and Sunspots in Macroeconomics, Mimeo, 1997.

Bennett, R. und Farmer, R.E.A. (2000):

Indeterminacy with Non-Separable Utility, Journal of Economic Theory, Vol. 93, S. 118-143.

Bisin, A. und Verdier, T. (2001):

The Economics of Cultural Transmission and the Dynamics of Preferences, Journal of Economic Theory, Vol. 97, S. 298-319.

Blachorby, C., Davidson, R. und Donaldson, D. (1977):

A Homiletic Exposition of the Expected Utility Hypothesis, Economica, Vol. 44, S. 351-358.

Bloise, G. und Magris, F. (2000):

Sunspot Equilibria in a Monetary Economy with Capital Accumulation, CORE Discussion Paper 40/2000.

Bourguignon, F.A., et al. (2008):

“Millenium Development Goals at Midpoint: Where Do We Stand and Where Do We Need to Go?” Background Paper for European Report on Development. EU, Brussels.

Brousseau, V. und Detken, C. (2001):

Monetary Policy and Fears of Financial Instability, European Central Bank, Working Paper Series No. 89.

Bryant, J. (1983):

A Simple Rational Expectations Keynes-Type Model, Quarterly Journal of Economics, Vol. 97, S. 525-529.

Camerer, C.F., Loewenstein, G. und Rabin, M. (2004):

Advances in Behavioral Economics, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 2004.

Cass, D. und Shell, K. (1983):

Do Sunspots Matter? In: Journal of Political Economy, Vol. 91, S. 193-227.

Chatterjee, S., Cooper, R. und Ravikumar, B. (1992):

Entry and Imperfect Competition: Multiple Equilibria, Sunspots and Cycles, University of Virginia Working Paper.

Chatterjee, S., Cooper, R. und Ravikumar, B. (1993):

Strategic Complementarity in Business Formation: Aggregate Fluctuations and Sunspot Equilibria, Review of Economic Studies, Vol. 60, S. 795-811.

Chen, S. und Ravallion, M. (1996):

Data in Transition: Assessing Rural Living Standards in Southern China, China Economic Review, Vol. 7, S. 23-56.

Chen, S. und Ravallion, M. (2010):

The Developing World Is Much Poorer Than We Thought, But No Less Successful in the Fight against Poverty, Quarterly Journal of Economics, Vol. 125, No. 4, S. 1577-1625.

Christiano, L.J. und Harrison, S.G. (1996):

Chaos, Sunspots and Automatic Stabilizers, NBER Working Paper No. 5703.

Clark, C.W. (2005):

Mathematical Bioeconomics , Optimal Management of Renewable Resources, Pure and Applied Mathematics, Wiley-Interscience Series of Texts, Monographs, and Tracts, Hoboken, New Jersey, Cannada, 2005.

Cooper, R. und Haltiwanger, J. (1993):

Evidence on Macroeconomic Complementarities, National Bureau of Economic Research, Cambridge, Working Paper No. 4577.

Cooper, R. und John, A. (1988):

Coordinating Coordination Failures in Keynesian Models, Quarterly Journal of Economics, Vol. 103, S. 441-463.

Dawes, R.M. und Thaler, R.H. (1988):

Anomolies Cooperation, Journal of Economic Perspectives, Vol. 2, No. 3, S. 187-197.

Dercon, S. (2002):

Income Risk, Coping Strategies, and Safety Nets, World Bank Research Observer, Vol. 17, S. 141-166.

Dercon, S. und Christiaensen, L. (2007):

Consumption Risk, Technology Adoption and Poverty Traps: Evidence from Ethiopia, World Bank Policy Research Working Paper No. 4257.

Diamond, P. (1982):

Aggregate Demand Management in Search Equilibrium, Journal of Political Economy, Vol. 90, S. 881-894.

Diehl, M. und Schweickert, R. (1997):

Wechselkurspolitik im Aufholprozess: Erfahrungen lateinamerikanischer, europäischer und asiatischer Länder, Institut für Weltwirtschaft, Kieler Studien, Nr. 286, Tübingen: Mohr, 1997.

Dixit, A. (2003):

Trade Expansion and Contract Enforcement, Journal of Political Economy, Vol. 111, No. 6, S. 1293-1317.

Dixit, A. (2004):

Lawlessness and Economics – Alternative Models of Governance, Princeton University Press, Princeton.

Durlauf, S. (1991):

Multiple Equilibria and Persistence in Aggregate Fluctuations, American Economic Review, Vol. 81, S. 70-74.

Eeckhoudt, L., Gollier, C. und Schlesinger, H. (2005):

Economic and Financial Decisions under Risk, Princeton University Press.,
Princeton, 2005.

Eicher, T.S. (1996):

Interaction between Endogenous Human Capital and Technological Change,
Review of Economic Studies, Vol. 63, S. 127-144.

Endres, A. (2013):

Umweltökonomie, 4. aktualisierte und erweiterte Auflage, Kohlhammer,
Stuttgart, 2013.

Eswaran, M. und Kotwal, A. (1985):

Risk-bearing, Capacity and Entrepreneurship as Privileges of Wealth,
Discussion Paper, No. 85-28, Department of Economics, University of British
Columbia.

Eswaran, M. und Kotwal, A. (1990):

Implication of Credit Constraints for Risk Behaviour in less developed
Economies, Oxford Economic Papers No. 42, S. 473-482.

Farmer, R.E.A. (1996):

Money in a Real Business Cycle Model, UCLA Working Paper, September
1996.

Farmer, R.E.A. und Woodford, M. (1994):

Self-Fulfilling Prophecies and the Business Cycle, CARESS Working Paper
No. 84/12.

Fehr, E. und Schmidt, K.M. (2004):

A Theory of Fairness, Competition, and Cooperation, in: Camerer, C.F., Loewenstein, G. und Rabin, M., eds., *Advances in Behavioral Economics*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, S. 271-296.

Finegold, D. und Soskices, D. (1988):

The Failure of Training in Britain: Analysis and Prescription, *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 4, No. 3, S. 21-53.

Fratzcher, M. (1999):

What Causes Currency Crisis: Sunspots, Contagion or Fundamentals? European University Institute, Economic Department, EUI Working Papers, ECO No. 99/39.

Gabler Wirtschaftslexikon (2014):

Gabler Wirtschaftslexikon, 18., aktualisierte und erweiterte Auflage, Springer Gabler, Wiesbaden, 2014.

Garcia-Penalosa, C. (1995):

Distribution and Growth: Essays on Human Capital, R&D and Skill Differentials, Nuffield College, Oxford University, Ph.D. dissertation, 1995.

Geigant, F., Haslinger, F., Sobotka, D., Westphal, H.M. u.a. (1994):

Lexikon der Volkswirtschaftslehre, 6. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Regensburg, 1994.

Glaeser, E.L., et al. (2000):

Measuring Trust, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 115, No. 3, S. 811-846.

Goranson, R.E. und Berkowitz, L. (1966):

Reciprocity and Responsibility Reactions to Prior Help, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 3, S. 227-232.

Gravemeyer, S. (2011):

Einkommensunterschiede, Armut und Vulnerabilität in Shenzhen, Paderborn, Univ., Diss., 2011.

Greenberg, J. (1978):

Effects of Reward Value and Retaliative Power on Allocation Decisions: Justice, Generosity or Greed? *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 36, S. 367-379.

Greenberg, M.S. und Frisch, D. (1972):

Effect of Intentionality on Willingness to Reciprocate a Favor, *Journal of Experimental Social Psychology*, Vol. 8, S. 99-111.

Grossman, S. und Stiglitz, J. (1976):

Information and Competitive Price Systems, *American Economic Review*, Vol. 66, S. 246-253.

Guesnerie, R. (1985):

Stationary Sunspot Equilibria in an N-Commodity World, *Journal of Economic Theory*, Vol. 40, S. 103-126.

Guesnerie, R. (2001):

Assessing Rational Expectations: Sunspot Multiplicity and Economic Fluctuations, MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England.

Güth, W., et al. (1982):

An Experimental Analysis of Ultimatum Bargaining, Journal of Economic Behavior and Organization, Vol. 3, S.367-388.

Hanley, N., Shogren, J.F., White, B. (1997):

Environmental Economics in Theory and Practice, Oxford University Press, New York, 1997.

Hart, O. (1982):

A Model of Imperfect Competition with Keynesian Features, Quarterly Journal of Economics, Vol. 97, S. 109-138.

Haslinger, F. (1997 a):

Das Ende der Wirtschaftsethik: Grenzen einer ökonomischen Methode, in: Aufderheide, D. et al., Hrsg., Wirtschaftsethik und Moralökonomik, Duncker & Humblot, Berlin, S. 43-58.

Haslinger, F. (1997 b):

Individuum und Verteilung in einer unsicheren Welt: Zur Rolle der Moral in der Ökonomie, in: Held, M., Hrsg., Normative Grundfragen der Ökonomik: Folgen für die Theoriebildung, Campus-Verlag, Frankfurt / Main, New York, S. 150-167.

Haslinger, F. (1997 c):

Zum Konzept der „nachhaltigen Entwicklung“, in: Feser, H.-D., v.Hauff, M., Hrsg., Neuere Entwicklungen in der Umweltökonomie und –politik, Transfer Verlag Regensburg, S. 3-16.

Haughton, J. und Khandker, S.R. (2009):

Handbook on Poverty and Inequality, The World Bank, Washington, 2009.

Heller, W. (1986):

Coordination Failure Under Complete Markets with Applications to Effective Demand, in: Equilibrium Analysis, Essays in Honor of Kenneth J. Arrow, Volume 2, edited by Walter Heller, Ross Starr, and David Starrett, Cambridge, Cambridge University Press., 1986.

Hintermaier, T. (2001):

Low Bounds on Externalities in Sunspot Models, European University Institute, Economic Department, EUI Working Papers, ECO No. 2001/4.

Hintermaier, T. (2004):

A Sunspot Paradox, Institut für Höhere Schriften (IHS), Wien, Economic Series No. 150, 2004.

Hoffmann, E. und Spitzer, M. (1982):

The Coase Theorem: Some Experimental Tests, Journal of Law and Economics, Vol. 75, S. 73-98.

Holler, M.J. und Illing, G. (2009):

Einführung in die Spieltheorie, 7. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York, u.a.: Springer, 2009.

Holstein, M. (1998):

Moderne Konjunkturtheorie: Reale Schocks, multiple Gleichgewichte und die Rolle der Geldpolitik, Hochschulschriften Band 43, Metropolis-Verlag, Marburg, 1998.

Howitt, P. (1985):

Transaction Costs in the Theory of Unemployment, American Economic Review, Vol. 75, S. 88-101.

Howitt, P. und McAfee, P. (1988):

Stability of Equilibria with Externalities, Quarterly Journal of Economics, Vol. 103, S.261-277.

Hummel, M.E. (1997):

Grenzen der Theorie erneuerbarer Ressourcen im Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie, in: Neuere Entwicklungen in der Umweltökonomie und -politik, Hrsg., Feser, H.-D., v.Hauff, M., Transfer Verlag Regensburg, S. 89-104.

Isaac, R.M., et al. (1985):

Public Goods Provision in an Experimental Environment, Journal of Public Economics, Vol. 26, S. 51-74.

Kahnemann, D., et al. (1986 a):

Fairness as a Constraint on Profit Seeking: Entitlements in the Market, American Economic Review, Vol. 76, S. 728-741.

Kahnemann, D., et al. (1986 b):

Fairness and the Assumptions of Economics, Journal of Business, Vol. 59, S. 285-300.

Keil, T. (1997):

Zur Interpretation des Begriffes Sustainable Development, in: Neuere Entwicklungen in der Umweltökonomie und -politik, Hrsg., Feser, H.-D., v. Hauff, M., Transfer Verlag Regensburg, S. 17-38.

Kim, O. und Walker, M. (1984):

The Free Rider Problem: Experimental Evidence, Public Choice, Vol. 43, No. 1, S. 3-24.

King, R.G., Plosser, C.I. und Rebelo, S.T. (1988):

Production, Growth and Business Cycles: I. The Basic Neoclassical Model, Journal of Monetary Economics, Vol. 21, S. 195-232.

Kiyotaki, N. (1988):

Multiple Expectational Equilibria Under Monopolistic Competition, Quarterly Journal of Economics, Vol. 103, S. 695-766.

Klasen, S. und Waibel, H. (2013):

Vulnerability to Poverty, Palgrave Macmillan, New York, 2013.

Krugman, P. (1999):

Balance Sheets, The Transfer Problem, and Financial Crisis, Mimeo, MIT, 1999.

Leventhal, G. und Anderson, D. (1970):

Self-Interest and the Maintenance of Equity, Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 15, S. 57-62.

Ligon, E. und Schlechter, S. (2003):

Measuring Vulnerability, Economic Journal, Vol. 113, S. 95-102.

Lotka, A. J. (1925):

Elements of Physical Biology, Baltimore, 1925.

Lucas, R.E., Jr. (1972):

Expectations and the Neutrality of Money, Journal of Economic Theory, Vol. 4, S. 101-124.

Lucas, R.E., Jr. (1988):

On the Mechanics of Economic Development, Journal of Monetary Economics, Vol. 22, S. 3-42.

Lucas, R.E., Jr. und Stokey, N. (1997):

Money and Interest in a Cash-in-advance Economy, Econometrica, Vol. 55, S. 491-514.

Milgrom, P. und Roberts, J. (1990):

Rationalizability, Learning and Equilibrium in Games with Strategic Complementarities, *Econometrica*, Vol. 58, S. 1255-1278.

Nash, J. (1951):

Non-Cooperative Games, *Annals of Mathematics*, Vol. 54, S. 286-295.

Orbell, J.M., et al (1978):

Explaining Discussion Induced Cooperation, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 54, S. 811-819.

Ott, I. und Soretz, S. (2006):

Nachhaltige Entwicklung durch endogene Umweltwahrnehmung, in: Clemens, C., Heinemann, M., Soretz, S., Hrsg., *Auf allen Märkten zu Hause*, Gedenkschrift für Franz Haslinger, Metropolis-Verlag, Marburg, S. 233-256.

Peck, J. (1988):

On the Existence of Sunspot Equilibria in an Overlapping Generations Model, *Journal of Economic Theory*, Vol. 44, S. 19-42.

Pearce, D.W. und Turner, R.K. (1990):

Economics of Natural Resources and the Environment, The John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 1990.

Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., Common, M. (2003):

Natural Resource and Environmental Economics, Pearson Addison Wesley, London, New York, 2003.

Phelps, E. (1994):

Structural Slumps, Cambridge, MA: Harvard University Press., 1994.

Puu, T. (2003):

Attractors, Bifurcations & Chaos, Nonlinear Phenomena in Economics, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2003.

Rabin (2004):

Incorporating Fairness into Game Theory and Economics, in: Camerer, C.F., Loewenstein, G. und Rabin, M., eds., Advances in Behavioral Economics, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, S. 297-325.

Radner, R. (1979):

Rational Expectations Equilibrium: Generic Existence and the Information Revealed by Prices, Econometrica, Vol. 47, S. 655-678.

Rasmusen, E. (2007):

Games and Information, An Introduction to Game Theory, 4. Auflage, Blackwell Publishing, Massachusetts, 2007.

Rawls, J. (1979):

Ein Theorie der Gerechtigkeit, 18. Auflage, Suhrkamp Frankfurt am Main, 1979.

Ray, D. (1998):

Development Economics, Princeton University Press., Princeton, New Jersey, 1998.

Redding, S. (1996):

Low-Skill, Low-Quality Trap: Strategic Complementarities between Human Capital and R&D, *Economic Journal*, Vol. 106, S.458-470.

Romer, P.M. (1986):

Increasing Returns and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy*, Vol. 94, S. 1002-1037.

Romer, P.M. (1990):

Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, Vol. 87, S. 71-102.

Romer, D. (2006):

Advanced Macroeconomics, 3. Auflage, McGraw-Hill, New York, 2006.

Roth, A.E., et al. (1991):

Bargaining and Market Behavior in Jerusalem, Ljubljana, Pittsburg, and Tokyo: An Experimental Study, *American Economic Review*, Vol. 81, S. 1068-1095.

Shell, K. (1977):

Monnaie et Allocation Intertemporelle, CEPREMAP, Memorandum.

Smith, L.A. (2007):

Chaos, A Very Short Introduction, Oxford University Press, New York, 2007.

Spears, S. (1994):

Sufficient Conditions for the Existence of Sunspot Equilibria, Journal of Economic Theory, Vol. 34, S. 360-370.

Steedman, H. und Wagner, K. (1989):

Productivity, Machinery and Skills: Clothing Manufacture in Britain and Germany, National Institute Economic Review, May, S. 40-57.

Ströbele, W. (1987):

Rohstoffökonomik: Theorie natürlicher Ressourcen mit Anwendungsbeispielen
Öl, Kupfer, Uran u. Fischerei, Vahlen München, 1987.

Tabellini, G. (2008):

The Scope of Cooperation: Values and Incentives, CESifo Working Paper No. 2236.

Taleb, N.N. (2013):

Antifragilität, Anleitung für eine Welt, die wir nicht verstehen, Albrecht Knaus Verlag, München, 2013.

Thaler, R.H. (1988):

Anomalies: The Ultimatum Game, Journal of Economic Perspectives, Vol. 2, S. 195-207.

Tietenberg, T. H. (2006):

Environmental and Natural Resource Economics, 7th edition, Boston, 2006.

Train, K.E., et al. (1987):

Consumer Attitudes and Voluntary Rate Schedules for Public Utilities, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 64, S. 383-391.

Van de Kragt, A. J. C., et al. (1983):

The Minimal Contributing Set as a Solution to Public Goods Problem, *American Political Science Review*, Vol. 77, S. 112-122.

Venghaus, S. (2011):

The Management of Complex System Innovations: A Theoretic Approach to Network Formation and Critical Success Factor Identification Using the Case of Fuel Cell Vehicles, Hannover, Univ., Diss., 2011.

Verma, M. (2013):

The Evolution and Decay of Sunspots, A High-Resolution Study of Flows and Magnetic Fields in and around Sunspots, Dissertation, University of Potsdam.

Vives, X. (1990):

Nash Equilibrium with Strategic Complementarities, *Journal of Mathematical Economics*, Vol. 19, S. 305-321.

Volterra, V. (1931):

Lecons sur la Theorie Mathematique de la Lutte pour la Vie, Paris, 1931.

Wätzold, F. (1997):

Anwendbarkeit und Effizienz umweltökonomischer Konzeptionen bei ökologischer Unsicherheit, in: *Neuere Entwicklungen in der Umweltökonomie*

und –politik, Hrsg., Feser, H.-D., v.Hauff, M., Transfer Verlag Regensburg, S. 59-88.

Weil, P. (1989):

Increasing Returns and Animal Spirits, American Economic Review, Vol. 79, No. 4, S. 890-894.

Weil, D. (2013):

Economic Growth, 3. Auflage, Pearson International Edition, Boston, New York, London, u.a., 2013.

Weisbrod, B.A. (1988):

The Nonprofit Economy, Cambridge: Harvard University Press., 1988.

Weise, P. (2006):

Zur Evolution von Kooperation und Konkurrenz, in: Auf allen Märkten zu Hause, Gedenkschrift für Franz Haslinger, Metropolis-Verlag, Marburg, 2006, S. 257-274.

Weitzman, M. (1982):

Increasing Returns and the Foundation of Unemployment Theory, Economic Journal, Vol. 92, S. 787-804.

Wiesmeth, H. (2012):

Environmental Economics, Theory and Policy in Equilibrium, Berlin, Heidelberg, New York, u.a.: Springer, 2012.

Woodford, M. (1984):

Indeterminacy of Equilibrium in the Overlapping Generations Model: A Survey, Mimeo, University of Pennsylvania, 1984.

Woodford, M. (1986 a):

Stationary Sunspot Equilibria. The Case of Small Fluktuations around a Deterministic Steady State. Mimeograph. University of Chicago and New York University, 1986.

Woodford, M. (1986 b):

Stationary Sunspot Equilibria in a Finance Constrained Economy, Journal of Economic Theory, Vol. 40, S. 128-137.

Woodford, M. (1987):

Three Questions about Sunspot Equilibria as an Explanation of Economic Fluctuations, American Economic Review, Papers and Proceedings, Vol. 77, S. 93-98.

World Bank (1993):

The East Asian Miracle, London: Oxford University Press.

World Bank (2000):

World Development Report 2000/2001, Attacking Poverty, Oxford University Press., New York.

Zeng, J. (1997):

Physical and Human Capital Accumulation, R&D and Economic Growth, The Southern Economic Journal, Vol. 63, No. 4, S. 1023-1038.