

Interaktive Maschinenaufstellungsplanung durch internetbasierte Variantenkonfiguratoren

Vom Fachbereich Maschinenbau
der Universität Hannover
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor-Ingenieur
genehmigte Dissertation
von

Dipl.-Ing. Jürgen Klotzek
geboren am 2. April 1966

2001

1. Referent: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. mult. H. K. Tönshoff

2. Referent: Prof. Dr.-Ing. G. Redeker

Tag der Promotion: 25.05.2001

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am IPH – Institut für integrierte Produktion Hannover gGmbH. Sie ist aus Erkenntnissen entstanden, die ich in Forschungs- und Industrieprojekten auf dem Gebiet des innovativen Einsatzes des Werkzeugs Internet gewonnen habe.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. mult. H. K. Tönshoff, geschäftsführender Gesellschafter des IPH – Institut für integrierte Produktion Hannover gGmbH und Leiter des Instituts für Fertigungstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen der Universität Hannover, gilt mein Dank für die Betreuung dieser Arbeit.

Herrn Prof Dr.-Ing. G. Redeker, Leiter des Instituts für Qualitätssicherung der Universität Hannover, danke ich für die Übernahme des Korreferats und Herrn Prof. Dr.-Ing. H. Louis für den Vorsitz der Prüfungskommission.

Mein ganz besonderer Dank richtet sich an die ehemaligen Kollegen des IPH. Besonders für die Unterstützung während der Entstehung der Arbeit danke ich Frau Dipl.-Ing. Kirsten Tracht, sowie Herrn Dr.-Ing. Michael Euler und Herrn Dipl.-Ing. Stefan Franzke.

Herrn Uwe Herrmann danke ich für die germanistische Sicht auf die Arbeit, sowie Herrn Dipl.-Ing. Martin Detering für die Anmerkungen aus der Praxis.

Hannover im Mai 2001

Mut steht am Anfang des Handelns, Glück am Ende.

Demokrit

Abstract

Die Maschinenaufstellungsplanung ist ein wichtiger Bestandteil der Angebotserstellung bei Anlagenherstellern. Durch sie wird die spätere geometrische Ausrichtung von Maschinen festgelegt. Trotz der Wichtigkeit der Aufstellungsplanung existieren keine rechnergestützten Werkzeuge, die eine Maschinenaufstellungsplanung automatisieren und zumindest an die technische Richtigkeitsprüfung einer Variantenkonfiguration anbinden würden.

Die in der vorliegenden Arbeit entwickelten Methode zeigt in ihrer Anwendung, dass eine interaktive Maschinenaufstellungsplanung mit Hilfe von internetbasierten Variantenkonfiguratoren möglich ist. Der Maschinenaufstellungsplan, oft auch Layoutplan genannt, entsteht so automatisch während der Konfiguration der geplanten Anlage. Eine Trennung von Anlagenkonfiguration und Layoutplanung in getrennte Arbeitsschritte ist nicht mehr notwendig.

The space assignment planing is an important component of the preperation of offers by plant manufacturers. The later geometrical adjustment of engines is fixed by it. In spite of the importance of the space assignment planing exist no computer-aided tools, automate an engines installation design and would pick a quarrel at least to the technical correctness test of a variant configurator.

The method developed in the present work shows in its application that an interactive space assignment planing is possible with the help of internet based variant configurators. The space assignment plan, often named layout plan, appears so automatically during the configuration of the planned plant of machines. A division of arrangements configuration and layout design in separated working steps is not necessary any more.

Stichworte

Maschinenaufstellungsplanung, Layoutplanung, Variantenkonfiguration

space assignment planing, layout planing, variant configuration

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Ausgangssituation	3
3	Stand des Wissens	9
3.1	Rechnergestützte Angebotserstellung	9
3.2	Maschinenaufstellungsplanung	10
3.3	Konfiguratoren im Internet	11
3.4	Internet und WWW	15
3.5	Auszeichnungssprachen	16
3.5.1	SGML	16
3.5.2	HTML	17
3.5.3	XML	17
3.5.4	Einbinden von Vektorgrafiken in HTML	19
3.6	Informationsvermittelnde Systeme im WWW	25
3.6.1	WWW-Server	25
3.6.2	WWW-Browser	26
3.6.3	Plug-Ins	26
3.6.4	Clientseitige Skriptaufführung am Beispiel JavaScript	27
3.6.5	Serverseitige Skriptaufführung am Beispiel Perl	30
3.6.6	CGI-Schnittstelle	31
4	Aufgabenstellung	34
5	Konzeptentwicklung	36
5.1	Generischer Standardprozess Angebotserstellung	37
5.2	Technologische Grundlagen	38
5.2.1	Datenorganisation	38
5.2.2	Hardware und Betriebssystem	39
5.2.3	Basis Internet	39
5.2.4	Dialoggestaltung	40
5.3	Funktionalität	41
5.3.1	Konfiguration	41
5.3.2	Methode der Anlagenvisualisierung	42
5.3.3	Preisbestimmung	58
5.3.4	Überprüfung der technischen Richtigkeit	58
5.3.5	Angebotsdokumentation	59
5.4	Informationsbasis	61
5.4.1	Darstellung der Auswahlstückliste	61
5.4.2	Technische Richtigkeit	62
5.4.3	Anlagenvisualisierung	63
5.4.4	Preisbestimmung	64

6	Praktische Anwendung	65
6.1	Angebotserstellung beim Pilotanwender	66
6.2	Softwareprototyp	70
6.2.1	Kundenstammdaten	72
6.2.2	Maschinentypenwahl	73
6.2.3	Maschinenauswahl	74
6.2.4	Variantenkonfiguration	75
6.2.5	Anlagenvisualisierung	79
6.2.6	Nebenkosten und Angebotskonditionen	90
6.2.7	Angebotsdokumentation	91
6.3	Test und Bewertung des Prototypen	96
6.3.1	Test und Fehlerbereinigung	96
6.3.2	Bewertung	98
7	Zusammenfassung	100
8	Literatur	101

Abkürzungen und Formelzeichen

Abkürzung	Erläuterung
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network (Netzwerk der Behörde für fortschrittliche Forschungsprojekte)
ASCII	American Standard Code for Information Interchange (Amerikanische Standarddarstellung für den Austausch von Informationen)
CAD	Computer Aided Design (Computerunterstütztes Design)
CAS	Computer Aided Selling (Computerunterstützter Verkauf)
CERN	Conseil Européenne pour la Recherche Nucléaire (Europäischer Rat für Kernforschung)
CGI	Common Gateway Interface (Allgemeine Vermittlungsrechner-Schnittstelle)
CSS	Cascading Style Sheets (Kaskadierte Stilvorlagen)
DARPA	U.S. Defense Advanced Research Project Agency (Verteidigungsbehörde für fortschrittliche Forschungsprojekte der Vereinigten Staaten)
DTD	Document Type Definition (Dokumenttyp Definition)
DV	Datenverarbeitung
ECMA	European Computer Manufacturers Association (Verband europäischer Computerhersteller)

E-Mail	Electronic Mail (Elektronische Post)
FTP	File Transfer Protocol (Datei-Übertragungsprotokoll)
HTML	HyperText Markup Language (Hypertext-Auszeichnungssprache)
http	HyperText Transfer Protocol (Hypertext-Übertragungsprotokoll)
ISO	International Standards Organization (Internationale Normierungsorganisation)
MIT/LCS	Massachusetts Institute of Technology, Laboratory for Computer Science (MIT, Labor für Computerwissenschaften)
NCSA	The National Center for Supercomputing Applications, University of Illinois at Urbana- Champaign (Nationales Zentrum für Supercomputing- Anwendungen)
PC	Personal Computer
Perl	Practical Extraction and Report Language (Praktische Entnahme und Berichtssprache)
PPS	Produktionsplanung und –steuerung
PVX	Product View Express (Eigenname)
RARE	Réseaux pour la Recherche Européenne (Zusammenschluss europäischer Forschungsnetze)
RFC	Request For Comments (Anforderung von Kommentaren)

SGML	Standard Generalised Markup Language (Normierte allgemeine Auszeichnungssprache)
SVG	Scalable Vector Graphics (Skalierbare Vektor-Grafiken)
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol (Übermittlungssteuerungsprotokoll/Internetprotokoll)
URL	Uniform Resource Locator (Einheitlicher Zeiger auf Quellen)
W3C	World Wide Web Consortium (Eigenname)
WAIS	Wide Area Information Server (Weitbereichs-Informationsserver)
WWW	World Wide Web (Eigenname)
XHTML	Extensible HyperText Markup Language (Erweiterbare Hypertext-Auszeichnungssprache)
Xlink	XML Linking Language (XML-Verknüpfungssprache)
XML	Extensible Markup Language (Erweiterbare Auszeichnungssprache)
XSL	Extensible Stylesheet Language (Erweiterbare Stilvorlagensprache)

Zeichen	Erläuterung
α	Verknüpfungswinkel der Komponente
β	Anfügewinkel einer Komponente
γ	Drehwinkel
φ	Anfügewinkel einer Anlage
Σ	Kartesisches zweidimensionales Zeichnungs- koordinatensystem
Σ'	Kartesisches zweidimensionales Komponenten- koordinatensystem
AA	Anfügepunkte einer Anlage
AG	Verknüpfungspunkte einer Komponente bezüglich des Zeichnungskordinatensystems
AK	Anfügepunkte einer Komponente
U	Ursprung des Komponentenkoordinatensystems bezüglich des Zeichnungskordinatensystems
VK	Verknüpfungspunkte einer Komponente

1 Einleitung

Gerade für Anlagenhersteller¹ ist der Prozess der Angebotserstellung als besonders wichtig einzustufen, denn überwiegend werden die Maschinen und Anlagen¹ erst während dieses Prozesses für den Kunden konfiguriert. Ein wichtiger Teil der Anlagenkonfiguration ist die Gestaltung des Anlagenlayouts, im Folgenden Maschinenaufstellungsplanung genannt. Die Angebotserstellung -und in diesem Fall insbesondere die Layoutplanung- ist deshalb von besonderer Bedeutung, da sich Fehler hier entsprechend stark auf Kosten und Wirtschaftlichkeit auswirken. Um unnötige Kosten zu vermeiden, verwenden Anlagenbauer viel Zeit, Sorgfalt und somit Aufwand für die Erstellung jedes einzelnen Angebots.

Durch die Verwendung von modernen Werkzeugen wie des Internet ergibt sich nunmehr die Möglichkeit, die Erstellung von Angeboten drastisch zu vereinfachen, beschleunigen und daher günstiger zu gestalten. In vielen Fällen erscheint ein Abbilden des zur Produktkonfiguration notwendigen spezifischen technischen Herstellerwissens in Datenbanken möglich. Dieses zur Angebotserstellung notwendige Wissen kann dem Kunden dann durch das Internet zugänglich gemacht werden. Im Idealfall wird es sogar möglich sein, dass sich der Kunde online -ohne weitere Unterstützung- ein Angebot erstellen lassen kann. Diese Möglichkeit wird zurzeit kundenseitig stark nachgefragt [KÖR96].

Herausragende Vorteile eines Internetangebots sind permanente, weltweite Erreichbarkeit des Angebots bei drastisch verminderten Akquisekosten [WIE99]. So wird das Offerieren eines Angebots an den Kunden via Internet branchenübergreifend als Marketingvorteil gegenüber Mitbewerbern betrachtet. In Branchen wie dem Automobilbau wird das Internet als Angebotsplattform bereits ausführlich genutzt.

¹ Mitunter werden mehrere einzelne Maschinen zu Linien beziehungsweise Anlagen zusammengefügt. Auf die Verkettung einzelner Maschinen zu einer Gesamtheit, die dazu dient Produkte in Fließfertigung herzustellen, bezieht sich die im Folgenden benutzte Bezeichnung Anlage. Der Bereich des Maschinenbaus, der entsprechende Anlagen herstellt, wird vom VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.) Anlagenbau genannt.

Im Anlagenbau ist eine Grundrissdarstellung der angebotenen Anlage, die das Ergebnis einer Maschinenaufstellungsplanung ist, unverzichtbarer Teil eines Angebots. Sollen auch in diesem Bereich des Maschinenbaus Internetangebote online durch den Kunden abrufbar sein, muss ihm eine interaktive Maschinenaufstellungsplanung ermöglicht werden.

Für die Visualisierung einer Maschinenaufstellungsplanung ist die Verwendung von Vektorgrafiken besonders vorteilhaft. Die Darstellung von Vektorgrafiken ist aber bisher ohne Verwendung von Zusatzprogrammen im Internet nicht möglich, wodurch eine anwenderfreundliche Maschinenaufstellungsplanung in diesem Medium verhindert wird. Deshalb ist im Anlagenbau die für den Automobilbau skizzierte Verwendung des Internets in der Angebotsphase bisher weitgehend unbekannt.

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass bislang im Internet nicht realisierbare Aufgaben, wie die Darstellung von Anlagengrundrissen im Vektorformat, lösbar sind. Notwendig ist die Entwicklung von Planungs- und Darstellungsmethoden von Vektorgrafiken neben der Verwendung aktueller Standards. Dieser Methodenentwicklung nimmt sich diese Dissertation an. Durch Anwendung der entwickelten Methode wird eine internetbasierte Maschinenaufstellungsplanung im Bereich des Anlagenbaus ermöglicht. Da nun dieser letzte fehlende Bestandteil der Angebotserstellung von Anlagenbauern internetbasiert abbildbar ist, wird der Einsatz von umfassenden Internetofferten für Anlagenbauer sinnvoll und effizient nutzbar.

2 Ausgangssituation

Das Angebotswesen in der Investitionsgüterindustrie ist geprägt von hoher Arbeitsintensität und geringen Umwandlungsraten [KNÜT92]. Bei variantenreichen, erklärungsbedürftigen Anlagen erwartet der Kunde eine kompetente Beratung ebenso wie eine schnelle Bearbeitung seiner Anfrage. Neben der Konfiguration der angebotenen Anlage fordert der Kunde insbesondere eine auf seine Bedürfnisse zugeschnittene Maschinenaufstellungsplanung.

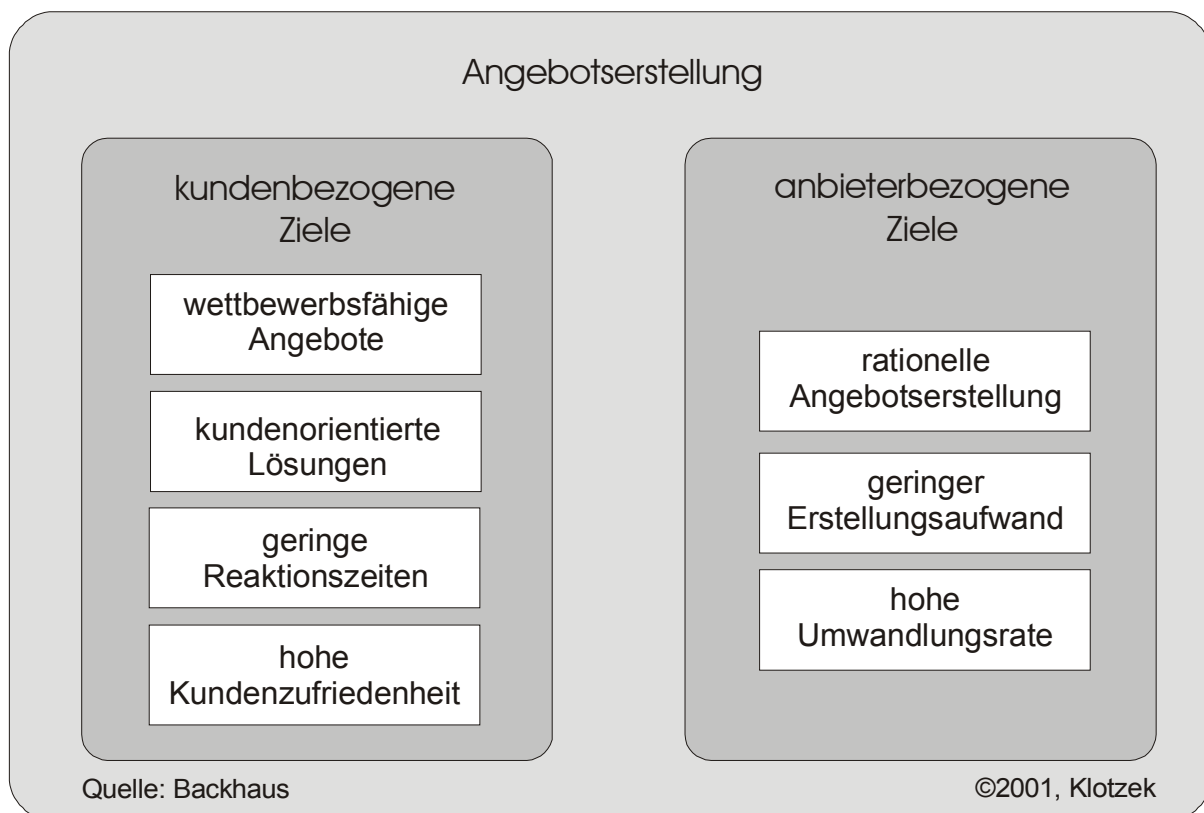


Abbildung 1: Ziele der Angebotserstellung

Nach BACKHAUS sind anbieterbezogene Ziele der Angebotserstellung eine rationelle Erstellung bei geringem Aufwand und hoher Umwandlungsrate. Kundenbezogene Ziele sind dagegen die Erstellung von wettbewerbsfähigen und kundenorientierten Angeboten, geringe Reaktionszeiten und die Erreichung einer möglichst hohen Kundenzufriedenheit. In Abbildung 1 sind diese Ziele grafisch dargestellt [BACK84].

Wird bereits in der Phase der Angebotserstellung eine hohe Kundenzufriedenheit erreicht, erhöhen sich die Chancen einer Umwandlung des Angebots in einen

Auftrag. Ein technisch korrektes Angebot, welches schnell erstellt wurde, vermittelt dem Kunden den Eindruck eines professionellen Vorgehens und erhöht so die Auftragswahrscheinlichkeit [HOEL92].

Ist der Kunde bereits mit der Angebotserstellung unzufrieden, droht dem Hersteller nicht nur der Verlust des avisierten Auftrags. Über die Nichtbeauftragung hinaus wird der Kunde seine Unzufriedenheit in der Regel bis zu 20 weiteren Personen mitteilen [DES89]. Diese Personen könnten potentielle Kunden sein, die jetzt aber bereits vor einer Kontaktaufnahme zurückschrecken.

Ein Verbesserung der Angebotsqualität und eine Verringerung der Dauer der Angebotserstellung liegt somit im beiderseitigen Interesse des Kunden und des Anbieters. Nach KÖRSMEIER lassen sich aus Sicht des technischen Vertriebs drei Hauptziele für die Erhöhung von Umwandlungsraten definieren:

- Kundenorientierung: Eingehen auf individuelle Kundenforderungen
- Kostenreduzierung: Verringerung der Herstellungskosten für ein Angebot
- Wettbewerbsvorteile: Senkung der Zeit für die Angebotserstellung [KÖR96].

Im Bereich der Variantenfertigung ist das Eingehen auf Kundenforderungen als das schnelle und sichere Finden der Anlagenvariante zu definieren, die den Kundenwünschen am besten entspricht.

Der Ablauf der Angebotserstellung ist von den angebotenen Produkten abhängig. Aus diesem Grund ist eine Einschränkung in Hinblick auf die Erzeugnisse für diese Arbeit notwendig.

Merkmale	Merkmalsausprägungen			
Erzeugnis-spektrum	Erzeugnisse nach Kundenspezifikation	typisierte Erzeugnisse mit kundenspez. Varianten	Standarderzeugnisse mit Varianten	Standarderzeugnisse ohne Varianten
Erzeugnisstruktur	mehrteilige Anlagen mit komplexer Struktur	mehrteilige Anlagen mit einfacher Struktur	geringteilige Erzeugnisse	
Preisfindung	Heuristisch	Statistisch	Analytisch	
Erzeugnisvisualisierung	Keine optische Darstellung des Erzeugnisses	Darstellung eines ähnlichen Erzeugnisses	Exakte Darstellung des Erzeugnisses	
Organisationsform beim Kunden	Werkstattfertigung	Fließfertigung	Gruppenfertigung	

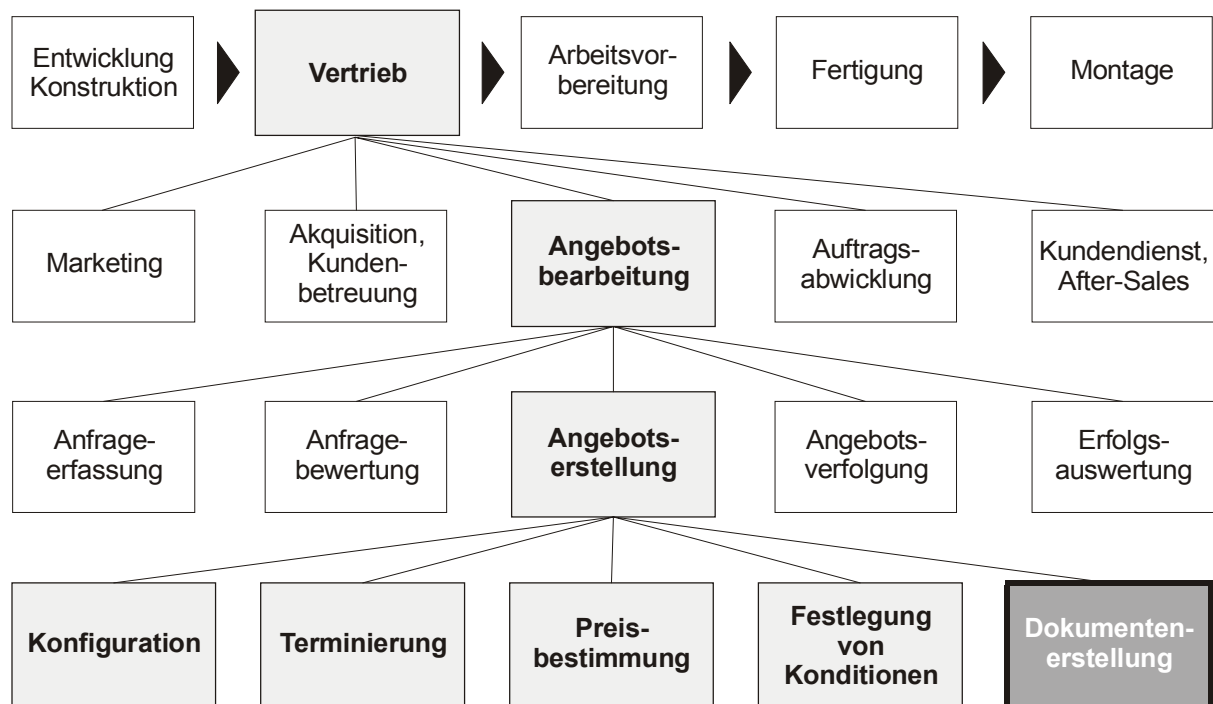
© 2001, Klotzek

Abbildung 2: Typologiematrix der Angebotserstellung

In dieser Arbeit finden Teile des Angebotserstellungsprozesses der Investitionsgüterindustrie Betrachtung. Wie in Abbildung 2 hervorgehoben, liegt der Fokus auf Herstellern, die mehrere Einzelmaschinen zu Gesamtanlagen verknüpfen. Die Anlagen dienen später dem Kunden zur Produktion in Fließfertigung. Die Anlagen sind in einer großen Zahl von Varianten verfügbar. Die einzelnen Varianten der in die Anlage integrierten Maschinen werden durch die Verwendung standardisierter Baugruppen gebildet. Die Neukonstruktion von Baugruppen zur Erfüllung des Kundenwunsches soll keine Beachtung finden. Die technischen Beziehungen der Komponenten untereinander sind so komplex, dass eine Konfiguration der Anlage nur durch Fachleute des Herstellers oder einen rechnergestützten Produktkonfigurator, der das spezifische Produktwissen dieser Fachleute z.B. im Internet abbildet, möglich ist. Beispiele für betrachtete Anlagen sind

Buchbindeanlagen, Getränkeabfüllanlagen oder Linien von Verpackungsmaschinen.

Eine Einordnung des betrachteten Angebotswesens in die Ablauforganisation eines Unternehmens zeigt Abbildung 3.



Quelle: Körnsmeier

© 2001, Klotzek

Abbildung 3: Betrachtete Tätigkeiten des Angebotswesens

Die Angebotserstellung im betrachteten variantenproduzierenden Teil der Investitionsgüterindustrie besteht aus:

- Konfiguration der Anlage
- Terminierung
- Preisbestimmung
- Festlegen von Konditionen
- Dokumenterstellung inkl. Maschinenaufstellungsplanung.

Internettechnologien werden von Anlagenbauern innerhalb des Angebotswesens nicht in dem Maß genutzt, wie dies in anderen Branchen bereits üblich geworden ist. Hinderungsgrund ist die Schwierigkeit, die technischen Maßzeichnungen der Maschinenaufstellungsplanung in Internetdokumente einzubetten. Dies ist aber

zwingend notwendig, um den gesamten Prozess der Angebotserstellung für den eingegrenzten Teil der Anlagenbauer **komplett** im Internet abzubilden. Dass diese Abbildung bisher nicht realisiert werden konnte, liegt an der spezifischen Form von Grundrissen. Hierbei handelt es sich aufgrund Ihrer Struktur bis auf seltene Ausnahmen um Vektorgrafiken. Die vorliegende Arbeit greift das Manko der Nichtdarstellbarkeit im Bereich der Maschinenaufstellungsplanung auf, um diese automatisiert im Internet darstellbar zu machen. In Abbildung 3 ist dieser Teil des Angebotswesens durch Invertierung der „Dokumenterstellung“ zu identifizieren. Sobald eine Methode vorliegt, die Maschinenaufstellungsplanung im Internet abzubilden, wird es möglich, den skizzierten Gesamtprozess der Angebotserstellung für Anlagenbauer im Internet abzubilden.

Eine vermeintliche Lösung der Darstellung von Maschinenaufstellungen ist die direkte Internetintegration von CAD-Grafiken mit Hilfe der Verwendung von Zusatzsoftware. Mehrere CAD-Systemhersteller bieten Software an, die es ermöglicht, im WWW-Browser CAD-Daten zu betrachten. Diese Programme ermöglichen die Visualisierung der proprietären CAD-Formate. Notwendig ist allerdings die Installation der Software auf dem lokalen Rechner sowie die Anpassung des verwendeten WWW-Browsers durch die Installation eines Plug-Ins. Beispiel für eine solche Software ist der sogenannte Product View Express (PVX) des renommierten CAD-System-Herstellers PTC.

Die Verwendung solcher Software ist für den Benutzer jedoch unkomfortabel und birgt unüberschaubare Sicherheitsrisiken. Die Betrachtung von CAD-Daten ist nicht sofort möglich, wenn keine CAD-systemherstellereigene Software beschafft und installiert wurde. Eine Garantie über die Funktionsfähigkeit der Software bei jedem beliebigen Benutzer kann nicht übernommen werden. Darüber hinaus kann das installierte Programm theoretisch unbefugten Zugriff auf den lokalen Rechner des Benutzers via Internet ermöglichen.

Diese Unsicherheit widerspricht den Sicherheitsrichtlinien vieler Unternehmen. So warnt das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik:

Überlegen Sie sich genau, ob Sie Zusatzprogramme, z.B. zum Darstellen von 3D-Welten oder zum Audio-Empfang in Ihren Web-Browser einbinden wollen. Denn auch solche Zusatzprogramme, sog. Plug-Ins, können zusätzliche, unkontrollierbare Sicherheitslücken eröffnen [BMWi00] .

Aus diesen Gründen ist es unabdingbar, das Betrachten von Layoutplänen zu ermöglichen, **ohne** dass zuvor Software beim Benutzer installiert werden muss. Der beim Anwender bereits vorhandene WWW-Browser muss als Betrachtungsinstrument genügen. Somit sind proprietäre Lösungen zur Darstellung von Vektorgrafiken im Internet wie die Software Product View Express von PTC, oder entsprechende Produkte anderer Hersteller nicht empfehlenswert.

3 Stand des Wissens

In den folgenden Teilkapiteln wird von dem für die Arbeit eingegrenzten Teilgebiet der Anlagenhersteller abgerückt, um zu zeigen, wie andere Branchen die Angebotserstellung rechnerisch unterstützen. Ein weiteres Teilkapitel geht auf die Maschinenaufstellungsplanung ein, wie sie heute vielfach angewandt wird. Übergeordnetes Ziel der Arbeit ist die methodische Anpassung von Aufstellungsplanung an die spezifischen Bedürfnisse des Internet, um diese in diesem Medium darstellbar zu machen. Die Eingrenzung der potentiellen Anwender macht die Verwendung eines Variantenkonfigurators notwendig. Die Verwendung von internetbasierten Konfiguratoren wird an einigen Beispielen erläutert. Um zu verstehen, wie die Maschinenaufstellungsplanung in Internetanwendungen integriert werden soll, sind daraufhin die Grundlagen des Internet sowie die bei der Methodenentwicklung Verwendung findenden Protokolle, Verfahren und Werkzeuge beschrieben.

3.1 Rechnergestützte Angebotserstellung

Für die Angebotserstellung sind heutzutage eine Vielzahl von rechnerbasierten Systemen verfügbar. In der umfassenden Marktübersicht für Computer-Aided-Selling-Systeme (CAS) definiert SCHWETZ CAS als „systematische Computerunterstützung aller Bereiche einer Verkaufsorganisation zur Verbesserung der Wettbewerbsposition eines Unternehmens“ [SCHW00]. Nach dieser Definition sollten CAS-Systeme auch die Angebotserstellung unterstützen. Die Betrachtung des Markts zeigt dagegen, dass CAS-Systeme vor allem administrative Tätigkeiten wie Marktanalyse und -beobachtung sowie Planung und Organisation des Vertriebs rechnerisch unterstützen.

Neben dem Einsatz von anwenderspezifisch erstellter Firmensoftware wird die Angebotserstellung bei den eingegrenzten Anlagenbauern im Allgemeinen mit Hilfe von Modulen des im Unternehmen vorhandenen PPS-Systems durchgeführt. Hier werden auch die Unternehmensdaten wie Kundenstamm und Stücklisten gepflegt. Mitunter sind auch Konfiguratoren als Sonderfall von Produktkatalogen Bestandteil von PPS-Systemen. Diese dienen zur automatisierten Ermittlung von Lösungsvarianten. Die so gefundene Kundenlösung wird dann mit Hilfe integrierter

Textverarbeitungssysteme in Angebotsdokumente überführt, die dem Kunden zugesandt werden. Eine Anbindung an CAD-Systeme ist bei vielen PPS-Systemen möglich. Dadurch können die beim Hersteller vorhandenen CAD-Daten genutzt werden, um dem Angebot Layout- oder Maschinenaufstellungspläne beizufügen.

3.2 Maschinenaufstellungsplanung

Unter Maschinenaufstellungsplanung, auch Layoutplanung oder Anordnungsplanung bezeichnet [DAN99], wird die „Planung der räumlichen Zuordnung“ [AGG87] von Produktionsmitteln auf einem Grundriss verstanden [SCHDI90]. Sie ist ein Teilgebiet der Fabrikplanung. Überwiegend steht dabei die Verbesserung des Materialflusses im Vordergrund. DOLEZALEK strebt an „Maschinen so günstig anzuordnen, dass die Wege zwischen ihnen möglichst kurz werden“ [DOL81]. Seit den späten siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurden Verfahren entwickelt, die eine entsprechende Anordnungsplanung rechnergestützt erlauben. DANGELMAIER kritisiert EDV-gestützte Planungsverfahren als „nur am Rande“ nützlich und nennt als Gründe:

- Den Mangel an geeigneten Verfahren, bzw. die Verwendung ungeeigneter Algorithmen und
- die geringe Praxisnähe der vorhandenen Verfahren [DAN86].

Die dargestellte Art der Anordnungsplanung stellt die für diese Arbeit fokussierten Anlagenbauer vor zusätzliche Probleme: Der sequentielle Ablauf der Maschinen zueinander ist nicht beliebig. Folgendes Beispiel soll dies verdeutlichen: Bei einer Getränkeabfüllanlage ist es wesentlich, dass die Abfüllstation der Flaschen-spülmaschine nachfolgt. Auch die räumliche Lage dieser Maschinen ist nicht beliebig. Durch Einfügen von Band- bzw. Transportsystemen lässt sich die Zuordnung variieren, wobei je nach Anzahl und Art der eingefügten Elemente unterschiedliche Varianten der Anlage entstehen. Die Zahl der möglichen Varianten ist bereits bei wenigen Maschinen und Transportkomponenten sehr groß.

Da allgemein verfügbare EDV-Systeme, welche die vorgenannten Einschränkungen berücksichtigen, nicht existieren, führen Anlagenbauer in der Praxis die Maschinenaufstellungsplanung mit CAD-Systemen oder Diagrammerstellungsprogrammen wie FlowCharter[®] der Firma Micrografx oder Microsoft[®] Visio[®] durch.

Die einzelnen Maschinen und Komponenten sind dabei als Vorlagen gespeichert und können in beliebiger Kombination aufgerufen werden. Die räumliche Anordnung der Komponenten wird durch den Anwender bestimmt. Da dieses Verfahren direkt an die verwendeten Softwaresysteme gekoppelt ist und diese eine Online-Darstellung im Internet nicht bieten, ist im Rückschluss auch eine Online-Maschinenaufstellungsplanung im Internet nicht möglich.

3.3 Konfiguratoren im Internet

Verschiedene global agierende Hersteller von variantenreichen Produkten bieten bereits heute ihren Kunden die Möglichkeit, im Internet das gewünschte spezifische Produkt zusammenzustellen. Gemeinsam ist den internetbasierten Konfiguratoren eine Prüfung auf Herstellbarkeit der Variante sowie eine Berechnung des Variantenpreises.

Beispielbranchen sind der Automobilbau, die Mikrocomputerherstellung und der Wälzlagerbau.

Anbieter von Personal-Computern bieten Ihren Kunden die Möglichkeit, ihren gewünschten PC aus einer Vielfalt von möglichen Varianten zusammen zu stellen. Das äußere Aussehen des Rechners spielt keine Rolle. Auf die optische Darstellung der fertig konfigurierten Variante wird daher im Allgemeinen verzichtet. Dem Kunden genügt die Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems in der gewählten Kombination von Komponenten. Zudem wird der Preis der jeweiligen Variante berechnet und dargestellt. Oft ist nach Konfigurationsende eine Bestellung des Systems per Mausklick möglich.

Konfigurator für transtec 1100 Entry-Level EIDE Workstation

Bitte haben Sie einen Augenblick Geduld, bis das Java-Applet komplett geladen ist - danach haben Sie die gewohnt gute Performance.
Bei einer ISDN-Verbindung von 64 kbit/s beträgt die durchschnittliche Ladezeit 20 Sekunden. Je nach Modemverbindung kann sich das natürlich noch mehr verzögern

Konfiguration anzeigen	Angebot/Bestellen	DM / EUR
Konfiguration drucken	-> Preisangaben inkl. MwSt.	Löschen

Preisangaben inkl. MwSt.

Systeme

- transtec 1100 EIDE System
 EUR 951.20

Gehäuse

- Midi-Tower
 EUR 0.00
- Desktop Gehäuse
 EUR 0.00
- Big-Tower
 EUR 37.12

Prozessoren

- Intel Celeron 600 MHz, 128 KB
 EUR 0.00

Hauptspeicher

- 64 MB SDRAM 1 DIMM
 EUR 0.00
- 128 MB DIMM 133 MHz SDRAM
 EUR 85.84
- 768 MB DIMM 133 MHz SDRAM
 EUR 1218.00
- 512 MB DIMM 133 MHz SDRAM
 EUR 771.40
- 256 MB DIMM 133 MHz SDRAM
 EUR 330.60

Systemplatte

- SGT ST310212A 10.2 GB
 EUR 0.00
- SGT ST315323A 15.3 GB
 EUR 8.12
- SGT ST320423A 20.4 GB
 EUR 19.72
- SGT ST320420A 20.4 GB
 EUR 52.20
- SGT ST328040A 28.5 GB
 EUR 87.00
- SGT ST330630A 30.5 GB
 EUR 80.04
- DTLA307045 45.0 GB
 EUR 278.40
- DTLA307060 60.0 GB
 EUR 527.80

Zweite Festplatte

Abbildung 4: Internetkonfigurator zur PC-Zusammenstellung

Das in Abbildung 4 gezeigte Beispiel ist der Konfigurator des Rechnerherstellers Transtec AG [TRANS00]. Dieser bietet die Möglichkeit, PCs sowohl zu konfigurieren, als auch online zu bestellen.

Durchgehend hat sich die Verwendung von Variantenkonfiguratoren im Internet vor allem im Automobilbau durchgesetzt. Als Beispiel seien die Konfiguratoren der Hersteller Volkswagen AG [VW00], BMW [BMW00] und DaimlerChrysler [DC00] genannt. Durch den in diesem Marktsegment herrschenden Konkurrenzdruck finden sich Variantenkonfiguratoren ähnlicher Ausprägung bei jedem Hersteller in dessen Internetauftritt.

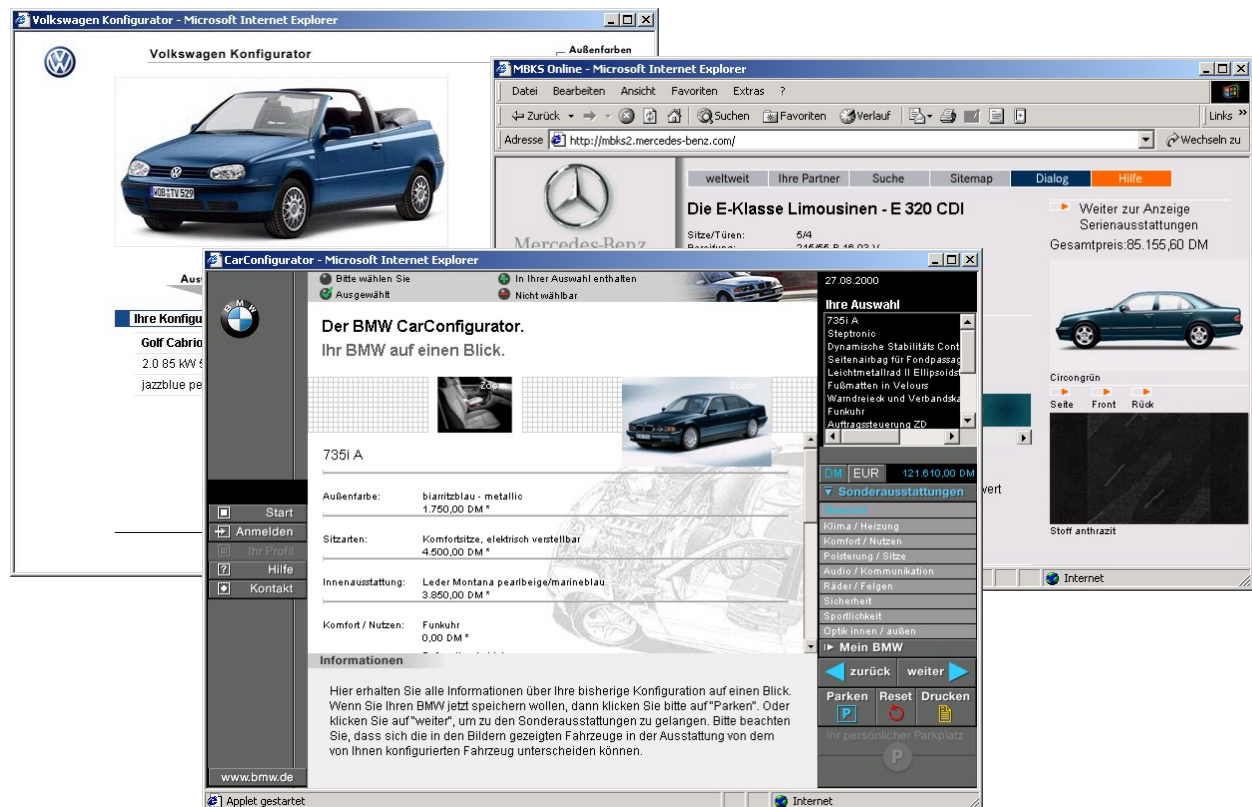


Abbildung 5: Fahrzeugkonfiguration im Internet

Für den Kunden ist bei der Fahrzeugkonfiguration die Darstellung des Fahrzeugs von außen und innen sehr wichtig. Er möchte einen optischen Eindruck von gewählten Farben und Designs erlangen. Da es hier auf die fotorealistische Wiedergabe ankommt, werden die Produkte in der im Internet gebräuchlichen Form als Pixelgrafik dargestellt.

Die Darstellung entspricht nur grob der gewählten Fahrzeugvariante. Um jede Wahlmöglichkeit zeigen zu können, müsste für jede mögliche Variante ein Bild existieren, welches bei Bedarf angezeigt wird. Da die Zahl der möglichen Varianten enorm hoch ist, würde die optische Umsetzung jeder beliebigen Variante zu unrealistisch großen Bilddatenbanken und damit Kosten in der Umsetzung führen. Solange die optischen Unterschiede der Varianten hinreichend gering sind, verzichten die Automobilherstellung auf eine Unterscheidung der Bilder. So ist bei der Fahrzeugaußenseite die gewählte Wagenfarbe wichtig. Details wie Scheibentönungen, die nicht der Serie entsprechen, werden nicht gezeigt.

Entsprechende Einschränkungen in der optischen Dokumentation gelten für den Fahrzeuginnenraum.

Neben der optischen Darstellung der Variante wird eine Preisberechnung durchgeführt und das Ergebnis dem Benutzer angezeigt. Eine Online-Bestellung ist in dieser Branche zumindest in Europa nicht üblich.

INA Wälzlager Schaeffler oHG - Microsoft Internet Explorer

Adresse <http://www.ina.de/>

Direct Selection by Product Signature

Show

Product overview series KLR-Z..2RS..
Track roller, cylindrical plastic tyre
 Based on radial ball bearings, but with outer ring with plastic tyre
 Low running noise
 For fitting on shafts
 Lithium soap grease

	d	D	B	L	F ₁
KLR-Z 12.41.16.2RS KO	12 mm	41 mm	16 mm	10 mm	29,5 mm
	d	D	B	L	F ₁

Overview of dimensional drawings for series KLR-Z..2RS..

Overview of dimensional drawings for series KLR-Z..2RS.. - Microsoft Internet Explorer

Stud type track roller, double row, R seal, end cover

Abbildung 6: Wälzlagerkonfigurator mit Grafikausgabe

Eine Produktgruppe, bei welcher die fotorealistische Darstellung des Produkts gegenüber der technisch-zeichnerischen Darstellung eine untergeordnete Rolle spielt, sind Wälzlager. Es handelt sich um Zulieferteile, die in zum Teil bereits bestehende Konstruktionen eingefügt werden müssen. Deshalb ist neben den technischen Daten eines präsentierten Produkts eine bemaßte Skizze wichtig.

Allerdings dienen auch hier wie in oben gezeigten Beispiel [INA00] Pixelgrafiken zur Darstellung der technischen Zeichnungen. Hierzu werden die beim Hersteller verwendeten CAD-Daten der Produkte in ein entsprechendes Pixelformat konvertiert

und dann in der Internetdarstellung verwendet. Neben dem im Beispiel der Automobilindustrie zuvor beschriebenen Problem der sehr großen Bilddatenmengen sind in Kapitel 3.5.4.1 die technischen Nachteile einer solchen Vorgehensweise ausführlich beschrieben. Darüber hinaus ist mit Hilfe des beschriebenen Vorgehens die Erzeugung von Varianten auf Basis eines „Mastererzeugnisses“ nicht möglich.

3.4 Internet und WWW

Die Arbeit beschreibt eine Methode mit deren Hilfe eine Maschinenaufstellungsplanung in Internet durchgeführt werden kann. Angewendet wird diese Methode im am weitesten verbreiteten Dienst des Internet, dem WorldWideWeb (WWW). Das Internet besteht aus wesentlich mehr Diensten als dem WWW. Da es sich dabei aber um das mächtigste Teilsystem des Internet handelt, werden die beiden Begriffe oft gleichgesetzt. Das WWW soll im Rahmen dieser Arbeit als Plattform für die Visualisierung von Maschinenaufstellungsplänen dienen. Die zu entwickelnde Methode wird Funktionen und Protokolle des WWW verwenden. Diese sind in den folgenden Kapiteln beschrieben.

Ausgangspunkt der Entstehung des WWW war das Problem innerhalb des CERN, dem Europäischen Zentrum für Teilchenphysik bei Genf, abgelegte Dokumente schnell und sicher wieder zu finden. Durch die Inkompatibilität der vorhandenen Hard- und Software wurde das Auffinden relevanter Informationen innerhalb der Organisation nahezu unmöglich. Als mögliche Lösung dieses Problems wurde von Tim Berners-Lee und Robert Cailliau ein auf Client/Server-Architektur aufbauendes, hypertextbasiertes System vorgeschlagen [BLC89].

Als Definition von HyperText oder HyperMedia kann folgende Aussage gewertet werden:

HyperText is a way to link and access information of various kinds as a web of nodes in which the user can browse at will. [BLC89]

Im Falle des WWW werden Dokumente auf Servern in einem bestimmten Format, dem HyperText-Format, abgespeichert. Mittels geeigneter Clients, den sogenannten WWW-Browsern, oder kurz Browsern, wird auf Informationen zugegriffen, die auf dem Server vorhanden sind. Client und Server verständigen sich untereinander über das HTTP-Protokoll (HyperText Transfer Protocol). Die HyperText Dokumente haben

eine bestimmte Form: Sie liegen in HTML, der HyperText Markup Language, vor, deren Mächtigkeit die eigentliche Stärke des Systems ausmacht.

3.5 Auszeichnungssprachen

Die zu entwickelnde Methode wird eine Aufstellungsplanung im Internet ermöglichen. Innerhalb des Mediums WWW wird dazu die Sprache HTML und das Grafikformat SVG (Scalable Vector Graphics) Verwendung finden. Der Zusammenhang von HTML und SVG sowie deren Bestandteile und Funktionen werden in diesem Kapitel erläutert.

3.5.1 SGML

Um die Definition von HTML nachzuvollziehen, ist eine Betrachtung der Sprache SGML (Standard Generalised Markup Language) notwendig. SGML ist als ISO-Norm 8879 festgeschrieben [ISO86].

Wenn ein Autor mit einer der üblichen Textverarbeitungen ein Dokument verfasst, so hat er meist das spätere Erscheinungsbild, das Layout, vor Augen. Besondere Textelemente wie Beispiele, Bemerkungen oder Verweise werden normalerweise nicht als solche gekennzeichnet, sondern nur durch andere Formatierungen wie fett, kursiv oder eine andere Schriftart und -größe hervorgehoben.

SGML dagegen beschreibt die logische Struktur von Dokumenten. Das bedeutet, dass diese speziellen Dokumentteile besonders gekennzeichnet - »*ausgezeichnet*« - werden. Dies geschieht durch Markierungen (Tags) innerhalb des Dokumenttextes, der nur aus ASCII-Zeichen besteht. Aufgrund dieser eingefügten Kennzeichnungen (oder Auszeichnungen) spricht man hier von einer Auszeichnungssprache.

Die Menge und Art der Auszeichnungen ist bei SGML nicht festgelegt, sondern lässt sich vom Benutzer definieren. Dieser hat bei seinen Dokumenten die Möglichkeit, nicht nur Beispiele, sondern auch Bemerkungen zu jeder enthaltenen Grafik zu kennzeichnen. Hierauf bezieht sich die Verallgemeinerung der Auszeichnungssprache SGML.

SGML-Dokumente bestehen im Allgemeinen aus 3 Teilen: Einer Syntaxvereinbarung (oft auch als SGML-Deklaration bezeichnet), einer Dokumenttypdefinition (document

type definition, kurz DTD) und einer Dokumentausprägung (document instance); letzteres stellt das eigentliche Dokument dar.

3.5.2 HTML

Bei HTML handelt es sich um eine Anwendung von SGML. Sie wurde 1989 von Tim Berners-Lee speziell für die Verteilung von Dokumenten im World Wide Web mit den Werkzeugen von SGML definiert. 1994 gründete Berners-Lee das World Wide Web Consortium (W3C) am Massachusetts Institute of Technology, Laboratory for Computer Science (MIT/LCS) in Zusammenarbeit mit dem Genfer CERN mit Unterstützung der DARPA (U.S. Defense Advanced Research Project Agency) und der europäischen Kommission. Das W3C fungiert als Normierungsinstitution bezüglich aller Spezifikationen im Bereich des WWW. So ist die Sprache HTML heute in der Version 4.01 am 24. 12. 1999 vom W3C verabschiedet worden.

HTML ist eine Auszeichnungssprache, allerdings keine allgemeine. Die verwendeten Tags sind eindeutig durch das W3C definiert und nicht durch den Benutzer erweiterbar. Eine Syntaxdefinition wie die SGML-Deklaration ist nicht notwendig. Eine Dokumenttypdefinition kann verwendet werden (sog. Cascading Style Sheet). Im einfachsten und überwiegend anzutreffenden Fall besteht ein HTML-Dokument aus einem einzigen Teil.

HTML-Dokumente werden für den Internetbenutzer von WWW-Servern bereitgehalten. Dargestellt werden die Dokumente durch den Browser des Benutzers auf dessen Client-Rechner. Die Syntaxdefinition ist in der Browsersoftware hinterlegt. Mit Hilfe dieser Definition werden die im HTML-Dokument enthaltenen Tags ausgewertet und das Dokument angezeigt.

3.5.3 XML

SVG-Grafiken, die durch die Methode verwendet werden, sind eine XML-Anwendung. Um später bei der Beschreibung von SVG sinnvoll auf XML Bezug nehmen zu können, folgt eine kurze Einführung in die SGML-Anwendung XML.

Die Einfachheit von HTML ist gleichzeitig ihr größter Nachteil:

- HTML erlaubt keine semantische Kennzeichnung einzelner Elemente. Damit ist unter anderem die Wiedergabe von Spezifikationen der Datenstrukturen, wie sie etwa bei Datenbanken benötigt werden, nicht möglich.
- HTML beschreibt nur das Erscheinungsbild von Dokumenten und kann keine inhaltlichen Aspekte erfassen. Damit kann HTML nicht für gezielte Abfragen verwendet werden.
- HTML ist nicht erweiterbar. Es ist daher nicht möglich, eigene Tags für spezifische Anforderungen zu definieren. Ebenso wenig können Datenformate innerhalb von Dokumenten verwendet werden.

Die Beschränkungen von HTML haben zu einer Reihe von proprietären Erweiterungen geführt, was wiederum die universelle Verwendbarkeit der in HTML formatierten Informationen und damit die des WWW insgesamt einschränkt.

Der Gedanke liegt nahe, die Einschränkungen von HTML zu überwinden, indem auf SGML zurückgegriffen wird. So einfach HTML ist, so komplex ist SGML. Die Spezifikation von SGML [ISO86] umfasst rund 500 Seiten, wobei der größte Teil für den praktischen Einsatz im WWW nicht relevant ist. So wurde durch das W3C eine Untermenge von SGML definiert und XML [W3C98] (Extensible Markup Language) genannt, welche die Beschränkungen von HTML aufhebt. XML wurde aus Kompatibilitätsgründen so definiert, dass HTML als eine Untermenge von XML darstellbar ist. Dieser Nachfolger von HTML 4.01 heißt XHTML und stellt eine spezielle XML-Anwendung dar.

In XML können durch den Ersteller eigene Tags definiert werden. Damit ist es möglich, Daten nicht nur nach formalen Kriterien (wie Überschrift, Textkörper usw.) zu strukturieren, sondern auch nach inhaltlichen Gesichtspunkten. Jeder Ersteller kann mit XML neue Tags für seine jeweiligen Anforderungen definieren, beispielsweise <Maschinentyp> oder <Leimart>. XML definiert die entsprechenden Tags nicht selbst, sondern schreibt vor, wie diese beschaffen sein müssen. XML-Dokumente können ohne Document Type Definition (DTD) verarbeitet werden, verlieren dann aber die dort hinterlegten Strukturinformationen. Das Erscheinungsbild eines XML-Dokuments ist weder in ihm selbst, noch in seiner DTD definiert. Es gehört zum Grundgedanken von XML, Inhalt und Darstellung völlig zu trennen. Wie ein

Dokument dargestellt wird, ist in einer Definitionsdatei festgelegt, die auf XSL- oder CSS-Standard beruht (Extensible Stylesheet Language bzw. Cascading Style Sheets). Es kann auch mehrere XSL-Sheets für dasselbe XML-Dokument geben, die das gleiche Dokument verschieden darzustellen vermögen. XSL unterstützt auch verschiedene Ausgabemedien wie Bildschirm, Drucker, Plotter etc.

3.5.4 Einbinden von Vektorgrafiken in HTML

Wenn, wie dies die Methode vorsieht, Grundrisse im Internet dargestellt werden müssen, bedeutet dies, dass Vektorgrafiken in HTML-Dokumente eingebunden werden müssen. Die HTML-Spezifikation sieht keine Möglichkeit vor, Vektorgrafiken in den Sprachumfang von HTML einzubinden. Für Anwendungen, die sich dieser Einschränkung nicht unterwerfen konnten oder wollten, wurden Plug-Ins programmiert, die in HTML eingebettete proprietäre Vektorformate auf der Browseroberfläche darstellen können. Die Tabelle 1 zeigt verschiedene Plug-Ins, mit deren Hilfe die aufgeführten Vektorformate in den benannten Browsern dargestellt werden können.

Hersteller, Plug-In	Dargestellte Vektorformate	Verwendbar in
Adobe, Inc.: SVG Viewer [DAN99]	SVG	NN 4.0 – 4.73, IE 4.0 – 5.0 je unter Windows® oder Mac OS
Autodesk, Inc.: Whip! Viewer [AUTO00]	DWF, DXF, TurboCAD, Visio	NN 4.5 , IE 4.01 je unter Windows®95,Windows®98,NT4.0
Corel Corp.: CorelCMX Viewer [COREL99]	Corel CMX	NN 2.0 unter Windows® 95 oder NT 4.0
Macromedia, Inc.: Flash 5.0 [MACRO00]	Flash 5.0	NN 3.0 und drüber, IE 3.0 je unter Windows®95 oder darüber
Micrografx, Inc.: Active CGM Browser [MICRO98]	CGM	NN 4.6 und drüber unter Windows® 98, NT® 4.0, IBM AIX® 4.3.3, Sun Solaris® 2.7 IE 5.0 unter Windows® 98, NT® 4.0
Micrografx, Inc. : Quick Vektor 3.0 [MICRO98]	Quick Vektor 3.0	NN 3.0 und drüber, IE 3.0 (Windows® 98 erforderlich)
Paragraph Company: Netwriter [PARA98]	Ink-komprimierte Formate	NN 2.0 , IE 3.0
Soft Source LLC: AutoCAD DFX Viewer [SLLC99]	DFX	NN 2.0 und 3.0, IE 3.0, oder Opera je unter Windows® 95, Windows® 98 oder NT® 4.0
Soft Source LLC: Simple Vektor Format Viewer [SLLC99]	SVF	NN 2.0 und 3.0, IE 3.0, oder Opera je unter Windows® 95, Windows® 98 oder NT® 4.0
Xara, LTD : Xara 2.03 [XARA99]	CorelXara, CMX, CDR	Keine Angaben
Legende: NN: Netscape® Navigator®, IE: Microsoft® Internet Explorer®		

Tabelle 1: Plug-Ins zur Darstellung von Vektorgrafik in HTML

Durch diese Vorgehensweise werden zwei Nachteile in Kauf genommen:

1. Da es aus Zeit- und damit Kostengründen nicht möglich ist, für jeden beliebigen Internet-Browser und jedes Betriebssystem ein Plug-In derselben Funktionalität zu programmieren, beschränken sich die Software-Firmen auf die am weitesten verbreiteten Browser. Dies sind Netscape[®] Navigator[®] und Microsoft[®] Internet Explorer[®]. Benutzer nicht unterstützter Rechnerarchitekturen, Betriebssysteme oder WWW-Browser sind dadurch von der Betrachtung der durch diese Plug-Ins dargestellten Vektorgrafiken ausgeschlossen.
2. Bei den in Tabelle 1 aufgeführten Vektorformaten handelt es sich, vom SVG-Format abgesehen, um Unternehmensstandards. Gerade im Internet, wo viele unterschiedliche Rechner mit unterschiedlichen Betriebssystemen verbunden sind, ist die Verwendung von herstellerunabhängigen Formaten wichtig. Aber auch die sich immer mehr verkürzenden Innovationszyklen auf dem Gebiet von Rechnerhard- und -software lassen die Wahl eines normierten, herstellerunabhängigen Datenformats geraten erscheinen. Die Erfahrung der letzten 15 Jahre hat gezeigt, dass Datenbestände in proprietären Formaten durch das Erscheinen aktuellerer Softwareversionen in aktuellere Formate konvertiert werden mussten, da eine Rückwärtskompatibilität aktuellerer Software nicht immer gegeben war.

Durch die Verwendung plattform- und herstellerunabhängiger standardisierter Formate wie HTML oder XML wird der Zwang zu solchen Datenkonvertierungen vermieden.

3.5.4.1 SVG

Durch seine Flexibilität kann XML als Ausgangspunkt für die Entwicklung neuer Auszeichnungssprachen dienen. Für eine Reihe unterschiedlicher Problemfelder hat das W3C bereits Auszeichnungssprachen spezifiziert. Für die Spezifizierung einer XML-Anwendung für Vektorgrafiken, SVG (Scalable Vector Graphics) genannt, existiert seit dem 02.08.2000 die letzte Empfehlung zur Spezifikation der Version 1.0 [W3C00]. Die Spezifizierung der Anwendung SVG soll im Jahr 2000 erfolgen.

Die Bemühungen um eine Zertifizierung sind verständlich, denn es gibt bisher kein normiertes, vektororientiertes Grafikformat für das WWW. Illustrationen und Visualisierungen müssen bisher durch den Einsatz statischer und pixelorientierter Grafikformate dargestellt werden. Pixelgrafiken lassen sich jedoch nicht skalieren, so dass für unterschiedliche Auflösungen verschieden aufgelöste Formate derselben Grafik bereitgestellt werden müssen, damit diese nicht den Eindruck einer starken Rasterung erwecken.

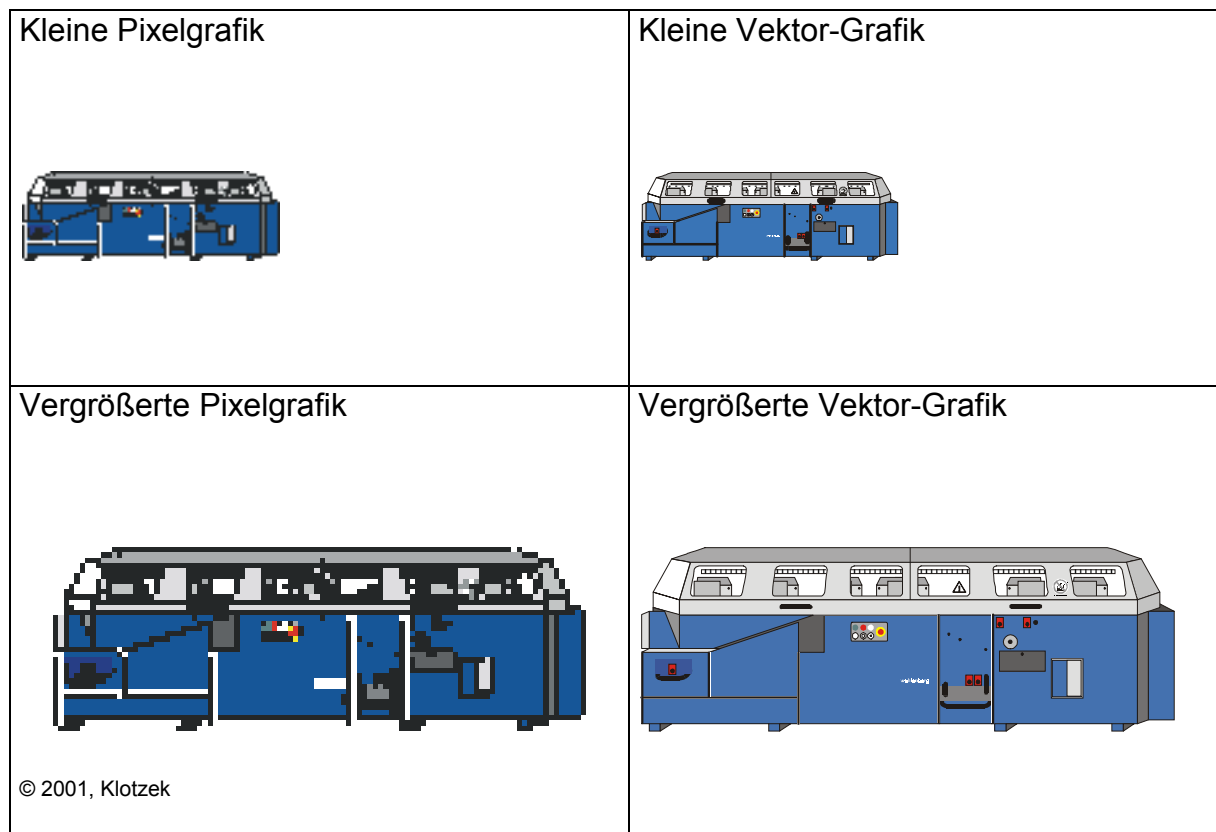


Abbildung 7: Vergleich von Pixelgrafik- und Vektorgrafik-Vergrößerungen

Bei einem vektororientierten Format wie SVG sind die grafischen Elemente eines Bildes als mathematische Objekte definiert, die sich verlustfrei vergrößern oder verkleinern lassen. Die Qualität der Grafik hängt allein von der Auflösung des Ausgabegeräts ab. Texte innerhalb von Grafiken sind als solche in SVG enthalten. Sie lassen sich identifizieren, suchen oder auch nachträglich bearbeiten, was in Pixelgrafiken nicht möglich ist. Auch aktive Hyperlinks lassen sich einfacher realisieren als über die Definition von aktiven Regionen in einer Bitmap. Der Entwurf für Xlink (XML Linking Language) sieht vor, einzelne Elemente einer SVG-Grafik mit

speziellen Links zu versehen, die beispielsweise auf eine Ausschnittvergrößerung verweisen.

Codiert werden die Bildinhalte einer SVG-Grafik als lesbarer ASCII-Text. Anhand des folgenden Beispiels kann die Struktur einer SVG-Datei nachvollzogen werden:

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<!-- Creator: CorelDRAW -->
<svg xml:space="preserve" width="4.00992in" height="3.70724in" style="shape-
rendering:geometricPrecision; text-rendering:geometricPrecision; image-
rendering:optimizeQuality"
  viewBox="-3446 0 4010 3707">
  <g >
    <title>Ebene 1</title>
    <rect style="fill:#F2F2F3;stroke:#1F1A17;stroke-width:3" x="-3445" y="1" height="3704"/>
    <ellipse style="fill:#DA251D;stroke:#1F1A17;stroke-width:3" cx="-1357" cy="527" ry="440"/>
    <path style="fill:#FFF500;stroke:#1F1A17;stroke-width:3" d="M-39 84192 303 91 303 -319 -83 -
319 -83 228 -220 227 -220z"/>
    <path style="fill:#0093DD;stroke:#1F1A17;stroke-width:3" d="M-3445 12831894 -841 507 539 -
959 903 -442 -469 0 -132z"/>
    <path style="fill:#DFDFDE;stroke:#DFDFDE;stroke-width:111" d="M-596 3063c-4,-3 50,....."/>
    <g >
      <rect style="fill:#1F1A17;stroke:#1F1A17;stroke-width:3" x="-3445" y="3388" width="4007"
height="317"/>
      <text x="-3261" y="3643" style="fill:#FFFFFF;font:normal 321 'AvantGarde Bk BT'">Scalable
Vector Graphics</text>
    </g>
    <text x="-2209" y="2626" style="fill:#1F1A17;font:bold 1097 'Benguiat Bk BT'"><tspan
rotate="23">S</tspan></text>
    <text x="-1557" y="2330" style="fill:#1F1A17;font:bold 1097 'Benguiat Bk BT'"><tspan
rotate="15"> </tspan></text>
    <text x="-1316" y="2264" style="fill:#1F1A17;font:bold 1097 'Benguiat Bk BT'"><tspan
rotate="8">V</tspan></text>
    <text x="-526" y="2132" style="fill:#1F1A17;font:bold 1097 'Benguiat Bk BT'"> </text>
    <text x="-330" y="2099" style="fill:#1F1A17;font:bold 1097 'Benguiat Bk BT'"><tspan
rotate="-10">G</tspan></text>
  </g>
</svg>

©2001, Klotzek
```

Darstellung 1: XML-Quelltext einer SVG-Beispielgrafik

Der XML-Quelltext kann durch spezielle SVG-Betrachter wieder als Bild sichtbar gemacht sowie in HTML-Dateien eingebunden und von SVG-fähigen WWW-Browsern dargestellt werden. Während des Entstehens dieser Arbeit existieren solche Browser lediglich als Prototypen. Man behilft sich, indem man vorhandene Browser mit Hilfe von Plug-Ins um entsprechende Filter erweitert, so dass SVG-Grafiken dargestellt werden können.

Wertet ein entsprechender Browser den in Darstellung 1 gezeigten Quelltext aus, wird folgendes Bild dargestellt:

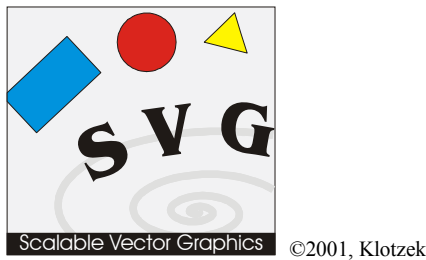


Abbildung 8: SVG-Beispielgrafik

Wenn man die SVG-Grafik in eine HTML-Datei einbettet, hat der HTML-Quelltext folgendes Aussehen:

```
<html>

<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1252">
<title>SVG-Beispiel</title>
</head>

<body>

<p><font face="Arial" size="3">Wertet ein entsprechender Browser obigen
Quelltext aus, wird folgendes Bild dargestellt:</font></p>

<SCRIPT LANGUAGE="JavaScript"><!--
emitSVG('src="/svg/svgfiles/beispiel.svg" name="SVGEmbed" height="100" width="80"
type="image/svg+xml"');
// -->
</SCRIPT>
<NOSCRIPT>
<EMBED SRC="/svg/svgfiles/beispiel.svg" NAME="SVGEmbed" HEIGHT="100" WIDTH="80"
TYPE="image/svg+xml" PLUGINSOURCE="http://www.adobe.com/svg/viewer/install/">
</NOSCRIPT>
<p><font face="Arial" size="3">Abbildung 2: SVG-Beispielgrafik&nbsp;  © 2000, Kk,
IPH</font></p>

</body>

</html>
```

Darstellung 2: HTML-Quelltext mit eingebetteter SVG-Grafik

Browser mit installiertem SVG-Plug-In stellen das HTML-Dokument mit der eingebetteten Grafik dar. Andere Browser werden automatisch auf eine Seite der Firma Adobe geführt, wenn die SVG-Grafik für den Browser nicht darstellbar ist. Adobe Systems Incorporated [DAN99] bietet ein entsprechendes Plug-In zur Integration in beliebige Browser an, welches von der Seite heruntergeladen werden kann.

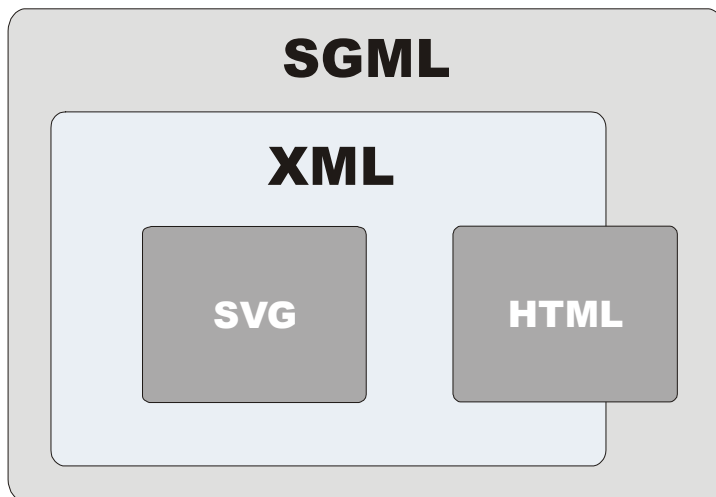


Abbildung 9: Der strukturelle Zusammenhang von SGML, XML, HTML und SVG

Abbildung 9 veranschaulicht abschließend den Zusammenhang der Auszeichnungssprachen SGML, XML und HTML sowie der XML-Anwendung SVG. Bei der ISO-normierten Auszeichnungssprache SGML handelt es sich um die Obermenge der drei anderen Sprachen. Sowohl XML als auch HTML sind jeweils eine Anwendung davon. XML ist eine Metasprache, welche die Definition von Anwendungen erlaubt. Eine solche Untermenge von XML ist SVG.

3.6 Informationsvermittelnde Systeme im WWW

Wichtiger Bestandteil der Methode „Maschinenaufstellungsplanung im Internet“ ist die Darstellung der Maschinengrundrisse im WWW. Zum Verständnis der Informations- bzw. Datenflüsse zum Nutzer folgt eine Darstellung von zu verwendender Software wie WWW-Server und –Browser sowie dessen optionale Module, die Plug-Ins.

Für die programmtechnische Abbildung der Methode werden Programmierschnittstellen benötigt. Diese Schnittstellen sind sowohl Server- als auch Clientseitig am Beispiel von JavaScript und Perl erläutert.

3.6.1 WWW-Server

Das World Wide Web ist nach der Client-Server-Struktur aufgebaut. Um Dokumente innerhalb des WWW zur Sichtung anzubieten, müssen diese auf einem Server-Rechner abgelegt sein. Der Server-Rechner muss zwei weitere Eigenschaften aufweisen: Seine Adresse muss als sogenannter URL (Uniform Resource Locator) im Internet bekannt gemacht sein. Zusätzlich muss eine WWW-Server-Software auf

dem Rechner aktiv sein, welche die Client-Anfragen auf die entsprechenden Datei-Verzeichnisse verweist.

Auf der Client-Seite kann der Benutzer mit Hilfe seines WWW-Browsers die Dokumente, die auf dem WWW-Server abgelegt sind, betrachten, indem er den URL des WWW-Servers in seinen Browser eingibt.

3.6.2 WWW-Browser

Ein WWW-Browser ist eine Software, die es dem Benutzer erlaubt, auf WWW-Servern bereitgestellte Dokumente zu betrachten oder herunter zu laden. Der URL des Servers wird durch den Benutzer in die Adresszeile des Browsers eingegeben. Abgesehen von Grafiken basieren die Dokumente auf dem HTML-Format. Die im HTML-Sprachumfang enthaltenen Tags werden durch den Browser in die entsprechende Bildschirmdarstellung umgesetzt. Ebenso wie HTML selbst ist der Umfang der auswertbaren HTML-Tags innerhalb des Browsers nicht erweiterbar. Erweitert sich der HTML-Sprachumfang aufgrund der Spezifizierung einer neuen HTML-Version, kann die neue HTML-Version zumindest nicht in vollem Umfang von alten Browsern dargestellt werden.

Je nach verwendeter Rechnerarchitektur und je nach Betriebssystem kommen WWW-Browser unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz.

3.6.3 Plug-Ins

Bei Plug-Ins handelt es sich um Programme, die durch die Browser-Software dynamisch geladen werden können und damit Bestandteil des Browser-Programm-codes werden [OLI96]. Plug-Ins können in den WWW-Browser der Firma Netscape[®] seit der Version 2.0, sowie in den Internet Explorer[®] des Unternehmens Microsoft[®] seit der Version 3.0 eingefügt werden. Je nachdem, wofür das Plug-In programmiert wurde, kann der damit veränderte WWW-Browser verschiedene Grafikformate, interaktive Dokumente, Animationen, dreidimensionale Szenen, Video-Dateien und vieles mehr anzeigen. Der Zugriff eines dermaßen veränderten WWW-Browsers beschränkt sich nicht mehr auf spezielle Pixelgrafikformate und die normierte Sprache HTML.

Mit Hilfe von Plug-Ins ist es damit möglich, Layoutdaten, wie sie in der vorliegenden Arbeit verwendet werden, anzuzeigen. Für den Anwendungsfall der Darstellung von

CAD-Grafiken in einem WWW-Browser bieten einige Unternehmen Plug-Ins an. Als Beispiel wurde auf Seite 8 das Plug-In der Firma PTC genannt, mit dessen Hilfe eine Betrachtung von Grafiken, die mit dem PTC-CAD-System Pro-Engineer erstellt wurden, ermöglicht wird.

Der gravierende Nachteil bei der Verwendung von Plug-Ins, neben bereits beschriebenen Installationsaufwand für den Anwender, ist das Sicherheitsrisiko. Plug-Ins können beliebige lokale Dateien auf dem Clientrechner öffnen und manipulieren. Somit kann ein Plug-In von Hackern als Angriffs- bzw. Spionageprogramm verwendet werden. Erschwerend kommt hinzu, dass auch Plug-Ins seriöser Hersteller dekompiert und von Hackern verändert werden können. Die Installation eines Plug-Ins stellt immer ein Sicherheitsrisiko dar.

Da Plug-Ins Bestandteil des Browser-Software-Codes werden, müssen diese auch herstellerspezifisch programmiert werden. Da es meist zu aufwendig ist, Plug-Ins für jeden beliebigen verfügbaren Browser zu schreiben, begnügen sich die Hersteller meist darauf, Plug-Ins für die verbreitetsten Browser zu entwickeln. Für die Benutzer weniger verbreiteter Browser bedeutet dies, dass sie die Funktionalität, die ein Plug-In einem weiter verbreiteten Browser zur Verfügung stellt, nicht nutzen können.

3.6.4 Clientseitige Skriptaufführung am Beispiel JavaScript

3.6.4.1 ECMAScript als zertifizierter Teil von JavaScript

JavaScript ist eine von Netscape Communications 1995 entwickelte Skriptsprache, deren Quellcode in eine HTML-Seite eingebunden werden kann. Die einzelnen Anweisungen werden durch einen Interpreter ausgeführt. Dieser Interpreter ist Bestandteil des jeweils vom Internet-Benutzer verwendeten Internet-Browsers. Durch die große Verbreitung des Netscape Navigators, dessen Bestandteil besagter Interpreter ist, erfuhr die Sprache eine rasche Verbreitung.

Microsoft brachte mit ihrem WWW-Browser Internet Explorer[®] eine eigene JavaScript-Version auf den Markt. Aus lizenzrechtlichen Gründen darf Microsoft jedoch nicht den Namen JavaScript verwenden, weshalb die Skriptsprache dort JScript heißt. Netscapes JavaScript und Microsofts JScript sind sich sehr ähnlich. Beide Unternehmen versuchen, sich von ihrem jeweiligen Konkurrenten durch spezifische Weiterentwicklungen der Skriptsprache abzuheben. Für Entwickler, die

diese Skriptsprache einsetzen, besteht so die Gefahr, in Zukunft beide Sprachen erlernen zu müssen, wenn diese zu sehr voneinander abweichen sollten.

Um dem entgegen zu wirken wurde im Juni 1997 der Standard ECMAScript von der europäischen Organisation ECMA (European Computer Manufacturers Association) verabschiedet. Die zweite Version dieses Standards wurde im Juni 1998 veröffentlicht. Darüber hinaus wurde ECMAScript 1.0 im April 1998 als internationaler Standard ISO/IEC 16262 verabschiedet.

Die Sprache ECMAScript ist jetzt der Standard, nach dem sich die Browserhersteller zu richten haben. Demzufolge sind JavaScript und JScript als spezielle Implementierung von ECMAScript zu sehen. Im allgemeinen Sprachgebrauch hat sich die Verwendung des Namens JavaScript eingebürgert; selbst dann, wenn damit ECMAScript oder auch JScript gemeint ist.

3.6.4.2 Funktion von JavaScript

Der Code einer JavaScript-Anwendung wird im Allgemeinen in HTML-Code eingebettet. Gleichzeitig mit der Übermittlung der HTML-Seite an den Benutzer wird der JavaScript-Code an diesen übertragen. Der Informationsfluss dieser Übertragung und der sich anschließenden Auswertung des JavaScript-Codes ist in Abbildung 10 bildhaft dargestellt. Der vom Benutzer verwendete HTML-Browser stellt den HTML-Anteil der übertragenen Seite grafisch dar, nicht jedoch den JavaScript-Anteil. Dieser wird an den Interpreter des Browsers weitergeleitet und die Ausführung des JavaScripts wird veranlasst.

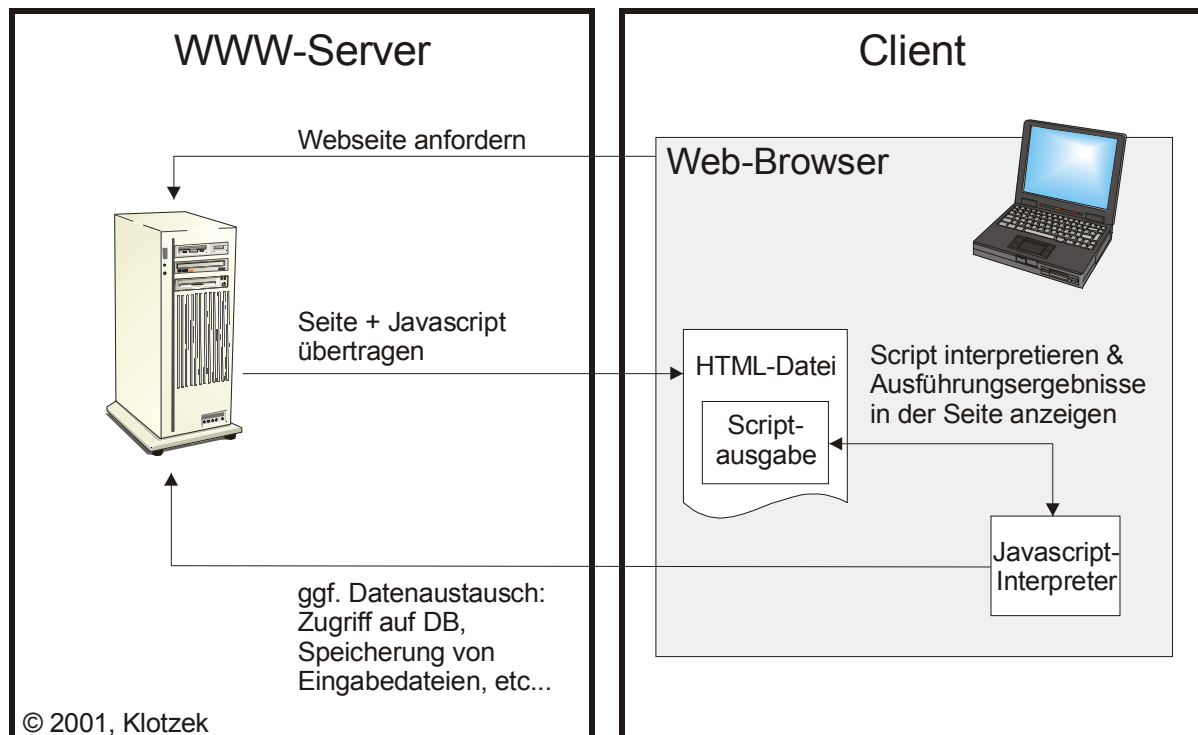


Abbildung 10: Informationsfluss unter Verwendung von JavaScript

JavaScript ermöglicht durch ein entsprechendes Objektsystem und eine Ereignissteuerung den Zugriff auf alle Elemente der Seite, in welcher der Code eingebettet ist. Damit sind beispielsweise folgende Anwendungen möglich:

- Formularinhalte schon vor dem Absenden einer Seite prüfen
- Hilfe-Texte einblenden
- Variable Menüs erzeugen.

Die Ausführung des JavaScripts auf dem Client hat sowohl Vor- als auch Nachteile:

Als Vorteil aufzuführen ist die bereits angesprochene Ereignissteuerung. Da das Programm auf dem Client ausgeführt wird, hat es automatisch Kenntnis von den Aktionen des Benutzers, wie beispielsweise den Mausbewegungen. Darüber hinaus wird der Server nicht mit der Programmausführung belastet.

Nachteilig dagegen ist die Vielzahl von JavaScript-Interpretern, die unterschiedliche JavaScript-Versionen bearbeiten. Der Entwickler eines JavaScripts hat im Allgemeinen keine Kenntnis von der beim Benutzer Verwendung findenden Interpreter-Version. Auch unter Verwendung des ECMA-Standards kann er deshalb

nicht sicher sein, ob das von ihm programmierte JavaScript unter den spezifischen Bedingungen des Benutzers lauffähig ist. Um die Lauffähigkeit des JavaScripts sicher zu stellen, müsste er jede Kombination von Rechnerhardware, Betriebssystem, Browser und JavaScript testen.

3.6.5 Serverseitige Skriptausführung am Beispiel Perl

Ebenso wie bei JavaScript handelt es sich bei Perl um eine interpretierte Skriptsprache. Perlprogramme sind somit keine kompilierten, ausführbaren Programme. Ein Perlprogramm liegt lesbar im ASCII-Format vor. Soll es abgearbeitet werden, wird es an einen Interpreter gesendet und von diesem ausgeführt.

Perl wird überwiegend zur CGI (Common Gateway Interface)-Programmierung eingesetzt und ist auf diesem Gebiet die am meisten eingesetzte Programmiersprache.

3.6.6 CGI-Schnittstelle

CGI erlaubt es einem WWW-Browser, auf einem WWW-Server Programme auszuführen. Solche Programme können beispielsweise HTML-Formulardaten verarbeiten, Daten auf dem Server speichern oder Datenbanken auslesen. Durch CGI werden HTML-Seiten zu Benutzeroberflächen für Anwendungen wie etwa elektronische Warenbestellungen oder Datenbankabfragen.

Eine CGI-Schnittstelle steht zur Verfügung, wenn auf einem Server-Rechner eine HTTP-Server-Software installiert ist, die CGI unterstützt. Die Schnittstelle besteht aus einem Verzeichnis auf dem Server-Rechner, welches CGI-Programme oder CGI-Skripte enthalten darf. Normalerweise wird ein solches Verzeichnis **cgi-bin** genannt. CGI-Programme oder CGI-Skripte werden nur dann ausgeführt, wenn sie in diesem Verzeichnis liegen.

Grundsätzlich können CGI-Programme in allen Programmiersprachen erstellt werden. Als Beispiele seien genannt:

- C/C++
- Fortran
- Visual Basic.

Überwiegend kommen in der CGI-Programmierung Sprachen wie Perl zur Anwendung, die keine ausführbaren Programme generieren. In diesem Fall werden die sogenannten Skripte in dem Verzeichnis cgi-bin abgelegt. Die Skripte liegen nicht binär, sondern in lesbarer Form als ASCII-Dateien vor. Ausgeführt werden die Skripte, indem sie an einen Interpreter gesendet werden, der sie zur Laufzeit verarbeitet. Gibt der Benutzer in seinem Client die URL eines CGI-Skripts ein, veranlasst die WWW-Server-Software auf dem Server-Rechner das Senden des angeforderten Skripts zum Interpreter des Servers. Durch das Ausführen des Scripts erzeugt der Interpreter einen HTML-Text, der wie ein statisches HTML-Dokument zum Client gesendet wird. Beispiele für Skriptsprachen sind:

- PERL
- TCL
- UNIXshell

- AppleScript.

Damit zum Beispiel Formulardaten, die ein Internet-Benutzer in seinen Browser eingibt, durch ein CGI-Skript bearbeitet werden können, werden diese auf dem WWW-Server als sogenannte CGI-Umgebungsvariablen zwischengespeichert.

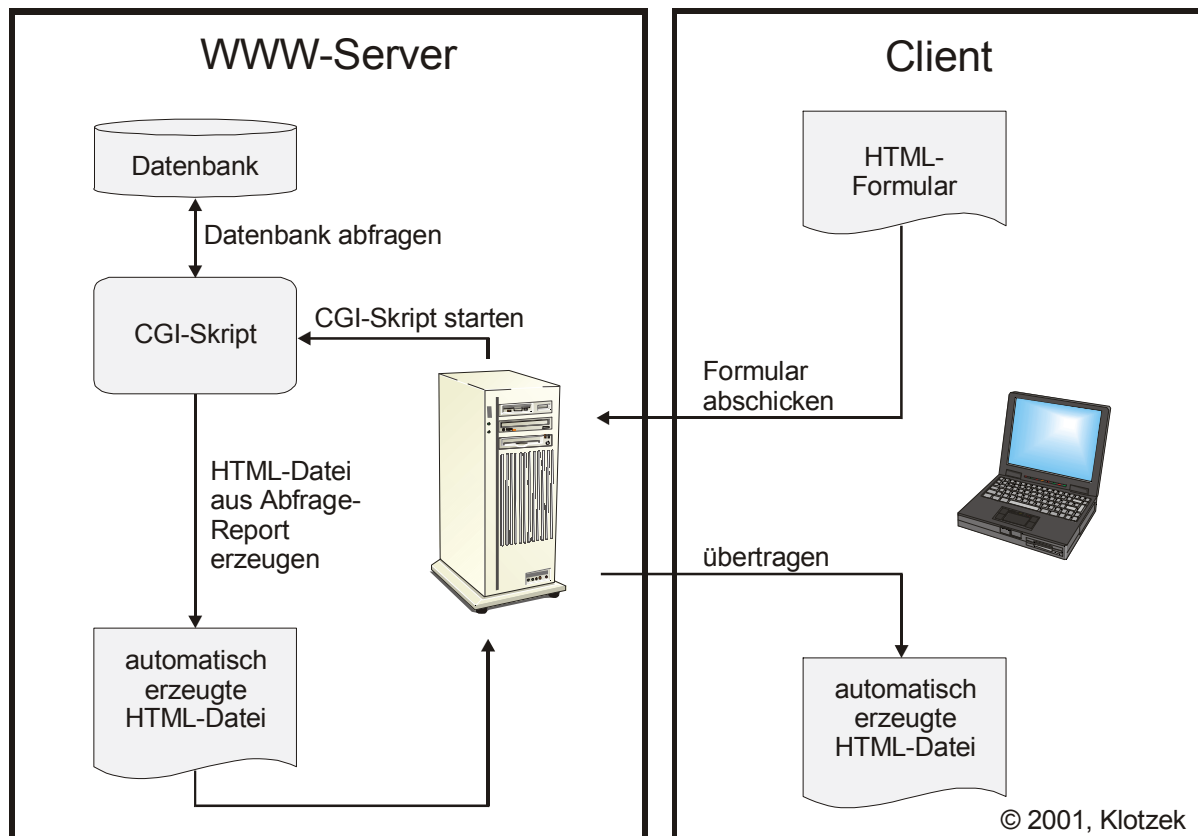


Abbildung 11: Informationsfluss durch eine CGI-Schnittstelle

Eine CGI-Schnittstelle hat eine bidirektionale Ausrichtung: Einerseits werden Benutzerdaten über die Schnittstelle zu einem CGI-Programm zur Bearbeitung gesendet. Dies kann zum Beispiel eine Anfrage an eine Datenbank sein. Andererseits sind CGI-Programme in der Lage, HTML-Code zu erzeugen und in entgegengesetzter Richtung durch die Schnittstelle zum Benutzer zu senden. Auf diese Art wird das Suchergebnis der Datenbank beim Benutzer angezeigt.

Eine abschließende Betrachtung macht deutlich, dass eine rechnerunterstützte Aufstellungsplanung bei den fokussierten Anlagenbauern wie Herstellern von Buchbindeanlagen nicht durchgeführt wird. Sie findet nur in so fern statt, als dass Software-Systeme wie das Computer Aided Design zur Maschinenaufstellungsplanung zweckentfremdet werden. Die Verwendung des innovativen Mediums Internet zur Anordnungsplanung scheitert bisher an dem Problem, die bei der Planung entstehenden Grundrisse anwenderfreundlich im Internet darzustellen.

In dieser Arbeit wird eine Methode vorgestellt, die eine Maschinenaufstellungsplanung im Internet ermöglicht. Durch das Schließen dieser Lücke wird nunmehr ein Abbilden des gesamten Angebotserstellungsprozesses von Anlagenbauern im Internet ermöglicht.

4 Aufgabenstellung

Die Verwendung des neuen Mediums Internet bietet dem Anwender eine Reihe von Vorteilen. So werden Prozesse erheblich beschleunigt, da Informationen wie Angebote in elektronischer Form vermittelbar sind. Ein Weiterleiten per Fax oder Post entfällt vielfach oder erfolgt nur noch redundant. Es ist ein sinkender Personalaufwand zu verzeichnen, da beispielsweise Kunden direkt in den Verkaufsprozess eingebunden werden können, eine ständige Einbindung des Vertriebs ist so nicht notwendig. Der größte Vorteil ist aber sicher die permanente weltweite Verfügbarkeit der abgebildeten Prozesse; eine Kopplung an Arbeits- oder Öffnungszeiten entfällt.

Das Medium Internet macht jedoch neue methodische Ansätze notwendig, um die oben genannten Vorteile voll ausschöpfen zu können. Diese neuen Methoden müssen unter Beachtung der Möglichkeiten und Restriktionen des Internet konzeptioniert und umgesetzt werden.

Der Blick auf Branchen wie den Automobilbau zeigt deutlich, dass selbst komplexe Aufgaben wie die Konfiguration variantenreicher Produkte sowie deren Prüfung auf technische Richtigkeit von internetbasierten Konfiguratoren durchgeführt werden kann. Ein effizienter Einsatz dieser Werkzeuge ist zurzeit allerdings nur dort möglich, wo eine Produktdarstellung auf den Einsatz von Vektorgrafiken verzichten kann.

Gerade für Anwendungen wie der Maschinenaufstellungsplanung im Anlagenbau ist die Verwendung von Vektorgrafiken aber unverzichtbar. In diesem Bereich der Variantenkonfiguration sind heute allgemein nur Offline-Lösungen bekannt. Im Funktionsumfang reduzierte Systeme sind zum Beispiel auf dem Gebiet der Küchenplanung allgemein geläufig.

Eine Kombination des Mediums Internet mit vektorgrafikfähigen Konfiguratoren, die eine Maschinenaufstellungsplanung erlauben, existiert bisher nicht. Die Vorteile des Internets wie die weltweite und einfache Nutzung sind somit für die Maschinenaufstellungsplanung noch nicht nutzbar.

Hinderungsgrund für derartige Anwendungen ist das Fehlen einer Methode zur internetbasierten, vektororientierten Darstellung der Maschinenaufstellung innerhalb

einer Anlage. Das Entwickeln dieser Methode und deren Integration in einen Variantenkonfigurator ist das Anliegen dieser Arbeit.

Zum Erreichen der oben genannten Ziele ist ein völlig neues Konzept der Aufstellungsplanung zu erarbeiten. Innerhalb des Konzepts nimmt die Methodenentwicklung einer strukturierten Komponentendarstellung eine herausragende Stellung ein. Weiterer Kernpunkt des Konzepts ist die Integration der zu entwickelnden Methode in Internetkonfiguratoren, wie sie in anderen Branchen bereits ausführlich genutzt werden.

Die Verifizierung des Konzepts soll anhand der Installation eines Softwareprototypen bei einem Anlagenbauer erfolgen. Hierdurch soll die Funktionsfähigkeit des Konzepts sowie dessen hohe Effizienz nachgewiesen werden.

5 Konzeptentwicklung

Gegenstand des folgenden Kapitels ist die Konzepterstellung der Integration einer vektororientierten, interaktiven Maschinenaufstellungsplanung in einen internetbasierten Variantenkonfigurator. Grundlage der Darstellung der Aufstellungsplanung im Internet bilden die Skalierbaren Vektorgrafiken SVG. Die Konzeptentwicklung der internetbasierten Angebotserstellung teilt sich in zwei Bereiche. Erstens ist dies die Entwicklung einer Methode der vektorbasierten Anlagenvisualisierung im Internet. Zweitens ist es die Einbindung dieser neuen Methode in einen Internetkonfigurator. Durch die Verknüpfung von Konfiguration und Visualisierung entsteht eine untrennbare Gesamtlösung. Im Folgenden wird deshalb nicht nur der wichtige Teil der methodischen, vektorbasierten Komponentendarstellung erläutert, sondern es erfolgt eine Beschreibung des entstehenden Gesamtsystems aus Konfigurator und strukturierter graphischer Komponentendarstellung.

Um eine Vorstellung der Eingliederung der internetbasierten Angebotserstellung in den gesamten Angebotserstellungsprozess von Anlagenbauern zu geben, ist ein entsprechender Standardablauf für den Anlagenbau dargestellt. Bei den dabei angesprochenen Angeboten handelt es sich um Standardangebote in dem Sinn, als es sich um keine völligen Neukonstruktionen von Anlagen oder deren Bestandteilen handelt. Da sich die Anlagen aus mehreren Maschinen und in der Regel aus vielen Baugruppen zusammen setzen, kann deren Kombination neu und einmalig sein, ohne konstruktive Prozesse zu erfordern.

Es folgt eine Erläuterung der spezifischen technologischen Grundlagen, die aufgrund des Umfelds Internet Anwendung finden.

Kernpunkt der Konzeptentwicklung ist die Funktionsbeschreibung der Methode der Anlagenvisualisierung sowie deren Integration in einen internetbasierten Variantenkonfigurator.

Abschließend folgt eine Beschreibung der Informationsbasis, auf welche die Methode zugreift.

5.1 Generischer Standardprozess Angebotserstellung

Um die in der Aufgabenstellung definierten Ziele zu erreichen, wird ein Sollprozess der Angebotserstellung erarbeitet, der eine Angebotserstellung via Internet berücksichtigt.

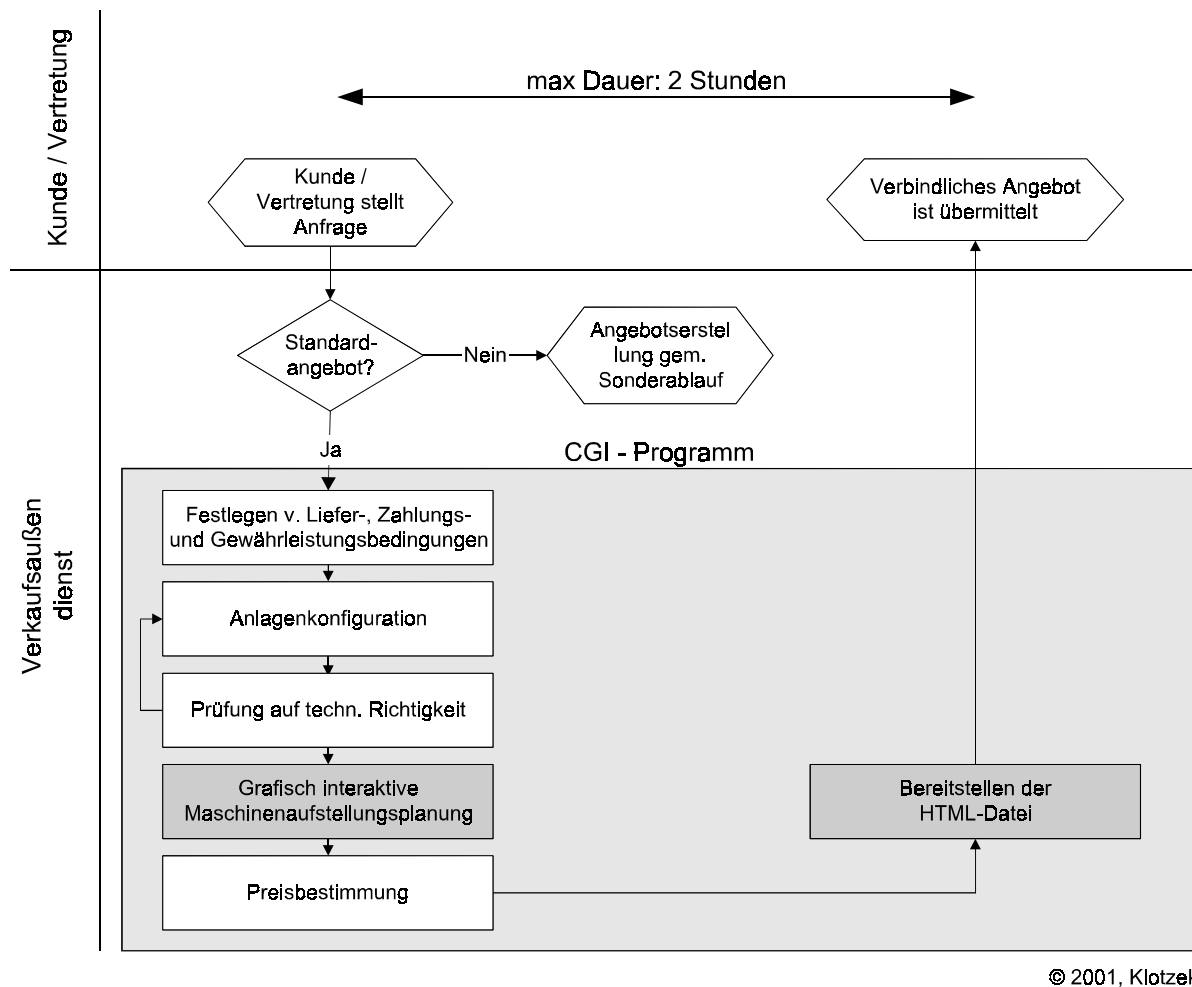


Abbildung 12: Standard-Ablauf der Angebotserstellung unter Verwendung einer internetbasierten Angebotserstellung

Grundgerüst des in Abbildung 12 gezeigten Soll-Prozesses der Angebotserstellung ist die Verwendung der im Rahmen dieser Arbeit erstellten Methode der internetbasierten Angebotserstellung **mit** integrierter Maschinenaufstellungsplanung. In Abbildung 12 ist diese Methode durch das Werkzeugsymbol mit der Beschriftung CGI-Programm dargestellt. Die invertiert dargestellten Teile „Grafisch interaktive Maschinenaufstellungsplanung“ und „Bereitstellen der HTML-Datei“ sind als

Internetwerkzeuge ein Novum. Sie werden als Kern dieser Arbeit entwickelt und in einen Variantenkonfigurator integriert.

Alle zur Angebotserstellung notwendigen Schritte können mit Unterstützung der skizzierten internetbasierten Angebotserstellung durchgeführt werden. Dadurch kann die Angebotserstellung in einem Schritt von z. B. einem Mitarbeiter des Vertriebsaußendienstes durchgeführt werden.

5.2 Technologische Grundlagen

5.2.1 Datenorganisation

Anlagenbauer verwenden oft zumindest zwei nicht gekoppelte Datenbanken. Zum Einen ist dies die Datenbank des CAD-Systems, auf welcher die Konstruktionsdaten aller hergestellten Maschinen und Anlagen abgelegt sind. Zum Anderen werden meist alle anderen Daten, die zur Angebotserstellung, aber auch zur Auftragsabwicklung, notwendig sind, in der Datenbank des verwendeten PPS-Systems gespeichert. Für eine internetbasierte Angebotserstellung mit integrierter Maschinenaufstellungsplanung sind Daten aus beiden Datenbanken notwendig.

Die relevanten Teil der Datenbank des PPS-Systems soll automatisch in eine relationale Datenbank teilrepliziert werden. Diese Replik soll als Datenbasis für die Angebotserstellung verwendet werden. Den Datensätzen der Preislistenpositionen wird eine weitere Spalte hinzugefügt, in die Grafikdaten aus dem CAD-System eingefügt werden, sofern es sich um Positionen handelt, die den Grundriss signifikant beeinflussen. Das Hinzufügen der Grafikdaten wird so automatisiert, dass es nach jedem Replizieren der PPS-Systemdatenbank geschieht.

Die so entstandene relationale Datenbank ist einerseits die Datenquelle, die der Internetanwendung zu Grunde liegt. Andererseits kann diese Datenquelle auf die Laptops von Außendienstmitarbeitern kopiert werden. Dadurch wird es möglich, die Angebotserstellung auch dann durchzuführen, wenn der Rechner eines Außendienstmitarbeiters offline ist. Der Datenzugriff auf die Datenbankkopien der Vertriebsmitarbeiter ist ausschließlich lesend. Werden die mobilen Rechner der Außendienstmitarbeiter an das Firmennetzwerk angebunden, erfolgt eine automatische Aktualisierung der darauf befindlichen Datenbanken. So ist gewährleistet, dass die Datenbank eines Außendienstmitarbeiters maximal für die

Dauer seiner Abwesenheit vom Heimatwerk nicht dem aktuellen Stand entsprechen kann. Sollten in dieser Zeitspanne wichtige Änderungen an der zentralen Datenbank vorgenommen werden, ist es zudem möglich, eine Aktualisierung über Telekommunikationsverbindungen oder über das Internet vorzunehmen.

5.2.2 Hardware und Betriebssystem

Die entstehende Methode nimmt keinerlei Einfluss auf die zu verwendende Hardware. Einzige Einschränkung ist, dass aus Gründen der Kompatibilität Microsoft® Windows® als Betriebssystem Verwendung finden sollte, denn speziell auf den tragbaren Rechnern des Vertriebsaußendienstes müssen neben der Software zur Angebotserstellung weitere, bereits existierende Programme lauffähig bleiben. Da im Vertriebsaußendienst der meisten Hersteller mit Windows® als Betriebssystem gearbeitet wird, ist dies auch weiterhin notwendig.

Hinsichtlich des Servers ist es möglich, eine andere Plattform als Betriebssystem zu wählen. Um Probleme von vornherein zu vermeiden, die durch eine Aufspaltung der Betriebssysteme im Client- und Serverbereich entstehen können, sollte auch hier Microsoft® Windows® zum Einsatz kommen.

5.2.3 Basis Internet

Die Angebotserstellung soll im Internet abgewickelt werden können. Das als Anwendung der Methode entstehende Programm darf in diesem Fall keine kompilierte ausführbare Datei sein, sondern ein CGI-Programm, welches über die CGI-Schnittstelle aufgerufen wird. Um der Gefahr vorzubeugen, dass das Programm aufgrund von nicht beachteter Sonderkonfigurationen bei einzelnen Clients nicht lauffähig ist, wird der Weg der serverseitigen Skriptprogrammierung gewählt. Als Programmiersprache soll Perl zum Einsatz kommen, da sich diese Sprache in der CGI-Programmierung bewährt hat und sie darüber hinaus kostenlos zur Verfügung steht. An Stellen des Programmablaufs, an denen eine serverseitige Programmierung zu einer vermeidbaren Verzögerung des Programmablaufs führen würde, soll auch zur Programmierung mit ECMA-Script gegriffen werden. Eine genaue Erläuterung der clientseitigen Programmausführung im Rahmen der internetbasierten Angebotserstellung findet sich im Kapitel 6.2.4.1.

Während der Anlagenkonfiguration soll gleichzeitig der Grundriss der Anlage visualisiert werden. Als Grafikformat wird die vektororientierte XML-Anwendung SVG dienen. Das SVG-Format ist das einzige im Internet darstellbare Vektorformat, welches durch das W3C spezifiziert wird [W3C00]. Die im ersten Quartal 2001 erscheinende neue WWW-Browsergeneration wird nach Bekunden deren Hersteller dieses Format darstellen können. Dem Umstand, dass während der Erstellung dieser Arbeit noch die Verwendung eines Plug-Ins notwendig ist, kommt somit keine Bedeutung zu. Mit Verwendung kommender Browser wird dem Benutzer bei der Anwendung der vorgestellten Methode kein Risiko mehr entstehen, wie es in Kapitel 3.6.3 beschrieben ist.

Die Laptops, die beim Vertriebsaußendienst zum Einsatz kommen, sind vor Ort beim Kunden in der Regel nicht mit dem Internet verbunden. Um eine Funktionsfähigkeit der Methode auch auf Offline-Rechnern zu gewährleisten, müssen diese Rechner zu vollwertigen WWW-Servern konfiguriert werden, die eine CGI-Schnittstelle zur Verfügung. In das angelegte cgi-bin-Verzeichnis werden die gleichen CGI-Skripte abgelegt, wie auf einem mit dem Internet verbundenen WWW-Server. Auch auf den tragbaren Rechnern des Außendienstes wird das später entstehende, auf dieser Methode basierende Programm mit Hilfe des WWW-Browsers Internet Explorer[®] aufgerufen. Die Startadresse ist in diesem Fall allerdings keine gültige URL sondern der lokale Pfad **http://localhost/cgi-bin/anlagenplanung.pl**. Darstellung und Funktion einer solchen lokalen Programmversion unterscheidet sich in keiner Weise von der Internetversion.

5.2.4 Dialoggestaltung

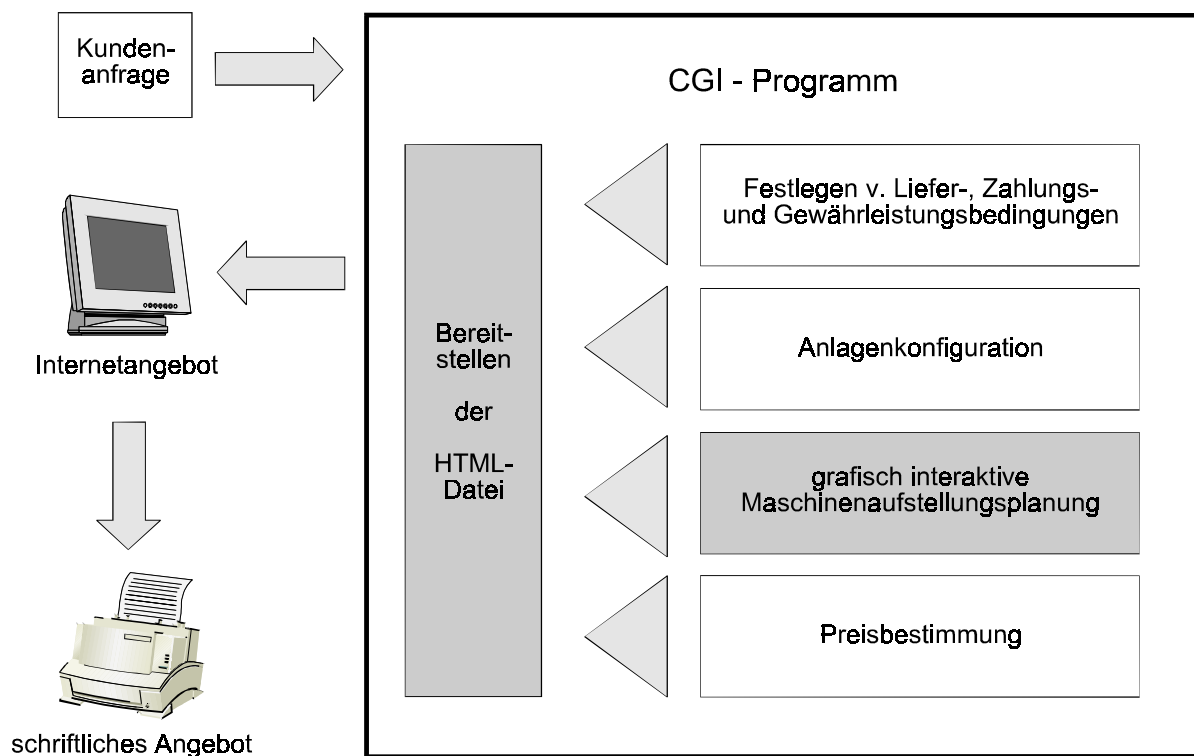
Die Auszeichnungssprache HTML birgt die Möglichkeit, Formulare darzustellen. Ausgewertet und weiterverarbeitet werden die Formulardaten von CGI-Programmen. Der Programmierer ist bei Verwendung dieser HTML-Formulare eingeschränkter, als wenn er eine beliebige grafische Benutzeroberfläche gestalten könnte, wie dies bei kompilierenden Programmiersprachen üblich ist. Aufgewogen wird der Nachteil dadurch, dass die Oberfläche via Internet an jedem Online-Rechner aufgerufen werden kann. Zudem sind diese Formulare in praktisch jedem Internetauftritt zu finden, wodurch der Benutzer mit deren Aussehen und Funktion vertraut sein

müsste, selbst wenn er die internetbasierte Angebotserstellung zum ersten Mal benutzt.

Alle Seiten, die eine Benutzereingabe erwarten, werden HTML-Formulare als Eingabemedium verwenden.

5.3 Funktionalität

Die Erstellung eines Angebots folgt bei Anlagenherstellern festen chronologischen Regeln. Auch die entstehende Methode der internetbasierten Angebotserstellung wird sich an diesen Ablauf halten. Die folgende Abbildung 13 der geplanten Funktionen der Methode ist deshalb in der entsprechenden Chronologie gegliedert. Wie bereits in Abbildung 12 sind die methodisch neu zu entwerfenden Teile der Maschinenaufstellungsplanung grau hervorgehoben.



© 2001, Klotzek

Abbildung 13: Ablauf der internetbasierten Angebotserstellung

5.3.1 Konfiguration

Idealerweise erfolgt die Layouterstellung im Ablauf der Maschinenkonfiguration. Hierdurch ist gewährleistet, dass der Kunde schon im Prozess der Anlagenkonfiguration die Auswirkungen seiner Entscheidungen wahrnehmen kann.

Zu Beginn jedoch erfolgt die Konfiguration ohne grafische Unterstützung. Es soll eine Auswahl erscheinen, in welcher zunächst die Maschinentypen, die zur aktuell zu konfigurierenden Anlage gehören, aus der gesamten Produktpalette des Anlagenbauers ausgewählt werden können.

Unterhalb der Kategorie Maschinentyp werden zahlreiche Einzelmaschinen angeboten, die sich meist in Größe und durch die auf Ihnen zu fertigenden Produkte unterscheiden.

In einem nächsten Schritt muss je eine zu konfigurierende Maschine aus den vorher angewählten Maschinentypen ausgewählt werden. Nach der Wahl der konkreten Maschinen ist die Anlage, die sich aus diesen Maschinen zusammensetzt, grob definiert.

Im Weiteren öffnet sich ein Abbild einer Auswahlstückliste der selektierten Anlage. Diese Gesamtauswahlstückliste besteht aus der Summe der Stücklisten jeder vorher gewählten Maschine. Die Gesamtauswahlstückliste ist nicht bis in die unterste Strukturebene der Anlage aufgelöst. Die Auflösung richtet sich nach dem Kriterium „Ist die Baugruppe/das Bauteil für die Konfiguration wesentlich?“ Ist dies nicht der Fall, findet die Baugruppe/das Bauteil keinen Einzug in die Auswahlstückliste. Durch die Selektierbarkeit der einzelnen Positionen ergibt sich die Konfigurationsmöglichkeit der Anlage und ihrer Bestandteile.

5.3.2 Methode der Anlagenvisualisierung

Der Layoutplan einer angebotenen Anlage stellt eine wichtige Information innerhalb der Angebotserstellung dar. Das Layout der Maschinenaufstellung muss nicht nur alle relevanten Funktionseinheiten einer Anlage darstellen, es muss darüber hinaus mit dem Hallenplan der Betriebsstätte und den bereits vorhandenen Maschinen abgeglichen werden. Durch die hier entwickelte Methode einer internetbasierten Anlagenvisualisierung wird jede Änderung, die an der Konfiguration der Anlage vorgenommen wird, sofort als geändertes Layout sichtbar. Aufgrund der Fähigkeit der Methode die Anlagenkonfiguration online darzustellen, wird eine Interaktion mit dem Anwender möglich. Die geometrischen Auswirkungen der Maschinenaufstellung können sofort als Kriterium in die weitere Anlagenkonfiguration einfließen. Eine

Aufteilung von Anlagenkonfiguration und langwieriger Erstellung des Layoutplans der gewählten Konfiguration ist somit nicht mehr notwendig.

Bei der Darstellung von Layoutplänen hat die Verwendung eines vektororientierten Zeichnungsformats entscheidende Vorzüge. Die Layoutzeichnungen der jeweiligen Maschinen basieren auf deren CAD-Daten, die ebenfalls vektororientiert sind (Vorteile von Vektorgrafiken siehe in Kapitel 3.5.4). Als Grafikformat, welches sowohl vektororientiert, als auch im Internet darstellbar ist, wird SVG gewählt, da es das einzige Format ist, das zur Normierung vorgesehen ist (siehe Kapitel 3.5.4).

Während der Darstellung der Auswahlstückliste erscheint in einem weiteren Browserfenster die Grundrissdarstellung der bisher konfigurierten Anlage. Wird im ersten Fenster eine weitere Baugruppe zur bisherigen Konfiguration hinzugefügt, erscheint diese sofort an entsprechender Stelle im Layoutfenster. Zusätzlich zur Darstellung des Anlagengrundrisses erscheinen deren Abmessungen, so dass ein einfacher Abgleich mit dem Hallenlayout der zukünftigen Betriebsstätte durchgeführt werden kann.

Der SVG-Code jeder Baugruppe, der das semantische Abbild des Grundrisses der Baugruppe darstellt, wird in einer Tabelle **liste** hinterlegt. Während des Programmablaufs werden die Grafikdaten ausgelesen und zu einem Gesamtgrundriss zusammengesetzt. Durch die dynamische Generierung des SVG-Codes des Gesamtgrundrisses wird vermieden, jede beliebige Kombination von Baugruppen als Bild ablegen zu müssen und im Fall der Anwahl dieser speziellen Kombination anzuzeigen.

Die darzustellenden Maschinen bestehen meist aus einer Grundeinheit und optional hinzufügbaren weiteren Baugruppen. Allen Grafikdaten der einzelnen Baugruppen liegt ein zweidimensionales kartesisches Koordinatensystem $\Sigma' = \{U_n, x', y'\}$ zu Grunde; sie haben jeweils einen eigenen Ursprung. Würde der Grafikcode aller Baugruppen lediglich aus der Tabelle **liste** ausgelesen und unverändert auf dem Browser dargestellt werden, würden alle diese Baugruppen übereinander gezeichnet werden. Je nach Zusammenstellung der Baugruppen müssen die gespeicherten Werte anders interpretiert werden. Die erste Grundeinheit, die im Grundriss auftaucht, bestimmt den Ursprung $\Sigma = \{0, x, y\}$ der entstehenden Zeichnung. Dieser

Ursprung soll im Folgenden Zeichnungsursprung genannt werden. Die entstehende Anlage vergrößert sich in einem iterativen Prozess. An das erste gewählte Grundelement wird eine weitere Baugruppe angefügt. Die Kombination aus beiden Elementen bildet die aktuelle Anlage, an die ein weiteres Element angefügt wird. Dieses Verfahren wird entsprechend fortgesetzt.

Da alle in der Tabelle **liste** abgelegten SVG-Grafiken der Baugruppen den gleichen Maßstab besitzen, werden die SVG-eigenen Verfahren zur Koordinatentransformation angewandt. Die SVG-Daten der Baugruppen bleiben völlig unverändert, während das zu Grunde liegende Komponentenkoordinatensystem einer Kombination von Drehung und Verschiebung unterzogen wird. Dadurch werden die Komponentengrafiken an die gewählte Stelle im Anlagenlayout platziert.

Im generierten SVG-Code werden die grafischen Elemente einer einzelnen Komponente zwischen dem Tag `<g>` und dem Tag `</g>` gruppiert. Die gesamte Gruppe kann durch die Verwendung des SVG-Codes `<g transform="translate (Uxn,Uyn) " transform="rotate(γ_n) ">` einer Kongruenzabbildung unterzogen werden. Die Transformation `translate (Uxn, Uyn)` bezeichnet eine Verschiebung des Komponentenkoordinatensystems um den Wert U_{x_n} in x-Richtung und den Wert U_{y_n} in y-Richtung. Die Transformation `rotate(γ_n)` bezeichnet eine Drehung des Komponentenkoordinatensystems um den Wert γ_n in mathematisch positiver Richtung. Auf den folgenden Seiten wird erläutert, wie die Werte, die zur Abbildungsvorschrift einer Baugruppe benötigt werden, aus den vorhandenen Werten der bereits konfigurierten Anlage und den aus der Datenbank ausgelesenen Werten für eine neu hinzuzufügende Komponente berechnet werden.

Im Folgenden werden eine Reihe von Punkten und Winkeln definiert, die für die durchzuführenden Kongruenzabbildungen eine besondere Bedeutung besitzen:

- n : Index der Komponentengrößen
 U_n : Ursprung eines Komponentenkoordinatensystems bezogen auf das Zeichnungskoordinatensystem
 AA_n : Anfügepunkt der Anlage für ein weiteres Element bezogen auf das Zeichnungskoordinatensystem
 AG_n : Verknüpfungspunkt der Komponente bezogen auf das Zeichnungskoordinatensystem
 AK_n : Anfügepunkt der Komponente bezogen auf das lokale Komponentenkoordinatensystem
 VK_n : Verknüpfungspunkt bezogen auf das lokale Komponentenkoordinatensystem
 α_n : Richtung des Einheitsvektors im Verknüpfungspunkt einer Komponente bezogen auf die Abszisse des Komponentenkoordinatensystems
 β_n : Richtung des Einheitsvektors im Anfügepunkt einer Komponente bezogen auf die Abszisse des Komponentenkoordinatensystems
 φ_n : Richtung des Einheitsvektors im Anfügepunkt der Anlage bezogen auf die Abszisse des Zeichnungskoordinatensystems

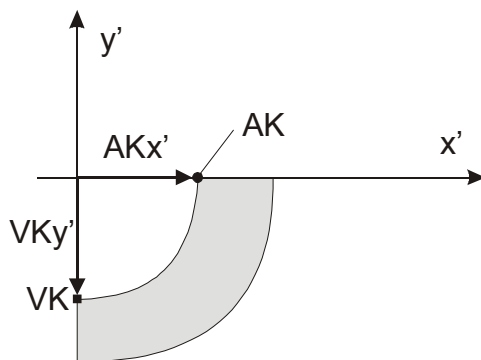


Abbildung 14: Anfüge- und Verknüpfungspunkte

Für jede zeichnungsrelevante Komponente sind Verknüpfungs- und Anfügepunkte hinterlegt. Anfügepunkte AK sind die Punkte einer Komponente, an welchen später weitere Elemente angefügt werden können. Verknüpfungspunkte VK einer Komponente sind die Punkte, an welchen die Komponente an Anfügepunkte der Anlage angefügt werden. In Abbildung 14 sind ein Anfügepunkt AK (kleiner Kreis) und ein Verknüpfungspunkt VK (kleines Quadrat) gezeigt. Pro Komponente, die in Abbildung 14 grau hinterlegt dargestellt ist, können sowohl mehrere Anfügepunkte AK als auch mehrere Verknüpfungspunkte VK vorhanden sein. Jede Komponente

hat ihr eigenes lokales kartesisches Bezugssystem $\Sigma' = \{U_n, x', y'\}$, im Folgenden Komponentenkoordinatensystem genannt. Alle Punkte einer Komponente werden als Linearkombination der x- und y-Vektoren des zugehörigen Vektorraums dargestellt. Unterschieden werden Punkte und Vektoren, indem der Bezeichnung eines Punkts Q ein x (Qx) für den Wert dessen x-Vektors und ein y (Qy) für dessen y-Vektor hinzugefügt werden. Der Anfügepunkt AK ist dann definiert als $AK = (AKx', AKy')$. Entsprechendes gilt für den Verknüpfungspunkt $VK = (VKx', VKy')$. Die Daten dieser Punkte werden in den spezifischen Tabellen **verknüpfungspunkte** und **anfügepunkte** abgelegt, da eine Komponente sowohl über mehrere Anfüge- als auch Verknüpfungspunkte verfügen kann. Ein Ablegen in der Tabelle **liste** würde die Methode auf jeweils einen Anfüge- und Verknüpfungspunkt pro Komponente einschränken.

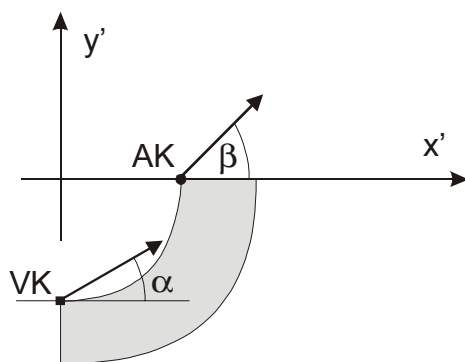


Abbildung 15: Anfüge- und Verknüpfungswinkel

Für jeden Anfüge- und Verknüpfungspunkt wird je ein Richtungsvektor definiert. Der Verknüpfungswinkel α ist definiert als Winkel zwischen der Abszissenachse x' des Komponentenkoordinatensystems und dem Richtungsvektor im Verknüpfungspunkt. Er ist das Maß für die Verdrehung des Komponentenkoordinatensystems in Bezug auf die Komponentenachse. Der Anfügewinkel β ist definiert als Winkel zwischen der Abszissenachse x' des Komponentenkoordinatensystems und dem Richtungsvektor im Anfügepunkt. Er gibt an, in welche Richtung der Verknüpfungsrichtungsvektor einer nachfolgenden Komponente weisen muss.

Die Abbildung 15 verdeutlicht diese Zusammenhänge. Dargestellt ist eine Komponente mit einem Anknüpfungspunkt AK und einem Verknüpfungspunkt VK. Am Verknüpfungspunkt VK beginnt der Verknüpfungsrichtungsvektor, der den Winkel α

zur Abszisse der Abbildung 15 einschließt. Ebenso ist ein Anknüpfungsvektor mit dem zugehörigen Winkel β gezeigt.

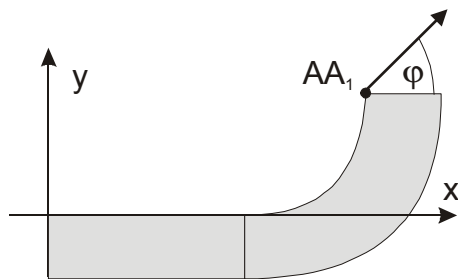


Abbildung 16: Anfügewinkel der Anlage

Aus diesen o. g. Winkeln und Punkten werden die Anfügepunkte AA der bereits konfigurierten Anlage, die Anfügewinkel φ der freien Anfügepunkte der Anlage sowie der Drehwinkel γ des anzufügenden Elements berechnet. In Abbildung 16 ist eine aus zwei Komponenten bestehende Anlage dargestellt. Diese Anlage besitzt einen Anfügepunkt AA_1 mit dem zugehörigen Anfügevektor, der den Anfügewinkel φ gegen die Abszisse einschließt. Anfügepunkte AA der Anlage sind Anfügepunkte AK von Komponenten, nachdem diese in die Anlage eingefügt wurden. Je nach Platzierung der Komponenten wird eine Koordinatentransformation zur Bestimmung der zugehörigen Anlagenpunkte AA notwendig. Analoges gilt für die eingeführten Vektoren und Winkel.

Das Vorgehen des Anfügens von Komponenten soll im Weiteren anhand von aufeinander aufbauenden Beispielen erläutert werden.

5.3.2.1 Einfügen der ersten Baugruppe

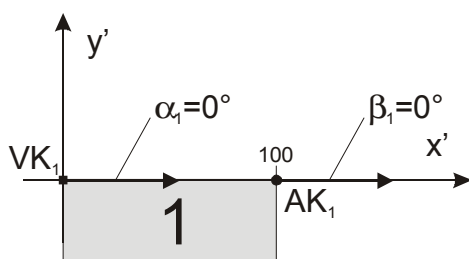


Abbildung 17: Erste Komponente im Komponentenkoordinatensystem

Vor dem Einfügen einer ersten Komponente in das Layout sind einige Startparameter zu definieren. Es sind:

$U_0=(0,0)$: Ursprung des Zeichnungskordinatensystems

$AA_0=(0,0)$: Anfügepunkt für die erste Komponente

$\varphi_0 = 0^\circ$: Anfügwinkel der leeren Zeichnung für das erste Element.

Der auf Seite 45 definierte Komponentenindex n bezieht sich auf die jeweils zu berechnende Komponente. Die Größen des leeren Zeichnung tragen per Definition den Index $n=0$. Die erste einzufügende Komponente trägt den Index $n=1$ usw.

In Abbildung 17 soll die gezeigte Komponente 1 in die leere Zeichnung eingefügt werden. Dazu werden folgende Werte der Komponente 1 aus der Datenbank ausgelesen:

- SVG-Code zur Darstellung der Komponente 1
- $VK_1=(0,0)$: Verknüpfungspunkt der Komponente 1 bezogen auf das Komponentenkoordinatensystem
- $AK_1=(100,0)$: Anfügepunkt der Komponente 1 bezogen auf das Komponentenkoordinatensystem
- $\alpha_1=0^\circ$: Winkel des Verknüpfungsvektors zur Abszissenachse des Komponentenkoordinatensystems
- $\beta_1=0^\circ$: Winkel des Anfügevektors zur Abszissenachse des Komponentenkoordinatensystems

Eine Komponente kann in verschiedenen Winkeln in die bereits bestehende Zeichnung eingefügt werden, je nachdem, an welche vorangehende Komponente sie angefügt wird. Zunächst wird darum der Drehwinkel γ_1 berechnet, um welchen das Komponentenkoordinatensystem der Komponente 1 gegenüber dem Zeichnungskordinatensystems verdreht werden muss. Es gilt allgemein folgende Gleichung:

$$\gamma_n = \varphi_{n-1} - \alpha_n$$

Gleichung 1: Drehwinkel der Koordinatensystemtransformation

Im Fall der Komponente 1 gilt:

$$\gamma_1 = \varphi_0 - \alpha_0 = 0^\circ - 0^\circ = 0^\circ$$

Im allgemeinen Fall wird das Komponentenkoordinatensystem um diesen Wert γ_n gedreht. Alle Punkte $P'=(x',y')$ [im Komponentenkoordinatensystem] der Komponente werden dadurch auf die Punkte $P=(x,y)$ [im Zeichnungskordinatensystem] abgebildet, wobei gilt:

$$x = x' \cdot \cos \gamma - y' \cdot \sin \gamma$$

$$y = x' \cdot \sin \gamma + y' \cdot \cos \gamma$$

Der Bezug der Punkte P ist jetzt das Zeichnungskordinatensystem. So können die Punkte AG_n (Verknüpfungspunkte der Komponente im Zeichnungskordinatensystem) berechnet werden. Dies geschieht durch Rotation der Verknüpfungspunkte VK_n um den Winkel γ . In Abwandlung obiger Formel ergibt sich:

$$AGx_n = VKx'_n \cdot \cos \gamma_n - VKy'_n \cdot \sin \gamma_n$$

$$AGy_n = VKx'_n \cdot \sin \gamma_n + VKy'_n \cdot \cos \gamma_n$$

Gleichung 2: Verknüpfungspunkte im Zeichnungskordinatensystem

Durch Ersetzen der Variablen mit den vorhandenen Werten erhält man für das Beispiel der Komponente 1:

$$AGx_1 = 0 \cdot 1 - 0 \cdot 0 = 0$$

$$AGy_1 = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 = 0$$

Da $\gamma_1 = 0^\circ$ ist, wird die Komponente 1 nicht in Bezug auf das Zeichnungskordinatensystem verdreht. Der Verknüpfungspunkt AG_1 der Komponente 1 bezüglich des Zeichnungskordinatensystem ist identisch mit dem Verknüpfungspunkt VK_1 , der sich auf das Komponentenkoordinatensystem bezieht.

Das Komponentenkoordinatensystem muss nun so verschoben werden, dass der Verknüpfungspunkt AG_1 der (in diesem Fall um 0°) gedrehten Komponente 1 mit dem Anfügepunkt AA_0 der leeren Zeichnung zusammenfällt. Im allgemeinen Fall berechnet sich der Ursprung der Komponente bezüglich des Zeichnungskordinatensystems zu:

$$\begin{aligned}
 Ux_n &= AAx_{n-1} - AGx_n \\
 &= AAx_{n-1} - (VKx'_n \cdot \cos \gamma_n - VKy'_n \cdot \sin \gamma_n) \\
 Uy_n &= AAy_{n-1} - AGy_n \\
 &= AAy_{n-1} - (VKx'_n \cdot \sin \gamma_n + VKy'_n \cdot \cos \gamma_n)
 \end{aligned}$$

Gleichung 3: Verschiebungsvektor vom Ursprung des Zeichnungskordinatensystems zum Ursprung des Komponentenkoordinatensystems

Im Fall $n=1$, dem Hinzufügen der ersten Komponente, bedeutet dies:

$$\begin{aligned}
 Ux_1 &= AAx_0 - AGx_1 \\
 &= 0 - 0 \\
 &= 0 \\
 Uy_1 &= AAy_0 - AGy_1 \\
 &= 0 - 0 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Durch Einsetzen der berechneten Werte in die SVG-Koordinatentransformation `<g transform="translate (Uxn,Uyn) " transform="rotate(γn) ">` wird die Komponente jetzt in die Zeichnung eingefügt und dargestellt, wie das auf Seite 44 erläutert wurde. Vor dem Hinzufügen einer weiteren Komponente werden weitere Werte berechnet und zwischengespeichert. Da die Anfügepunkte AK_1 der Komponente aus der Datenbank ausgelesen wurden, können die Punkte AA_1 für die Anlage, bestehend aus einer ersten Komponente, berechnet werden. Allgemein gilt:

$$\begin{aligned}
 AAx_n &= Ux_n + AKx'_n \cdot \cos \gamma_n - AKy'_n \cdot \sin \gamma_n \\
 AAy_n &= Uy_n + AKy'_n \cdot \sin \gamma_n + AKx'_n \cdot \cos \gamma_n
 \end{aligned}$$

Gleichung 4: Anfügepunkte der Anlage nach Hinzufügen einer Komponente

Im Fall der Komponente 1 wird dies zu:

$$\begin{aligned}
 AAx_1 &= Ux_1 + AKx'_1 \cdot \cos \gamma_1 - AKy'_1 \cdot \sin \gamma_1 \\
 &= 0 + 100 \cdot 1 - 0 \cdot 0 \\
 &= 100 \\
 AAy_1 &= Uy_1 + AKy'_1 \cdot \sin \gamma_1 + AKx'_1 \cdot \cos \gamma_1 \\
 &= 0 + 100 \cdot 0 + 0 \cdot 1 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Zuletzt wird der Winkel φ berechnet, welcher angibt, in welche Richtung am Anfügepunkt AA der Anlage eine neue Komponente hinzugefügt werden darf. Es gilt:

$$\varphi_n = \varphi_{n-1} + (\beta_n - \alpha_n)$$

Gleichung 5: Anfügewinkel

Für Komponente 1 gilt:

$$\begin{aligned}\varphi_1 &= \varphi_0 + (\beta_1 - \alpha_1) \\ &= 0^\circ + 0^\circ - 0^\circ \\ &= 0^\circ\end{aligned}$$

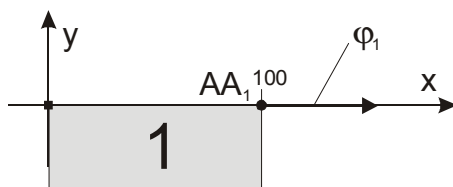


Abbildung 18: Eingefügte erste Komponente

In der Zeichnung mit dem Zeichnungskoordinatensystem $\Sigma = \{x, y\}$ hat die eingefügte Komponente 1 das Aussehen nach Abbildung 18.

5.3.2.2 Einfügen einer weiteren Baugruppe

Zunächst werden alle zuvor berechneten Werte der (zu Beginn aus einer Komponente bestehenden) Anlage gesammelt:

$AA_1 = (100, 0)$ Anfügepunkt für die zweite Komponente

$\varphi_1 = 0^\circ$ Anfügewinkel für die zweite Komponente

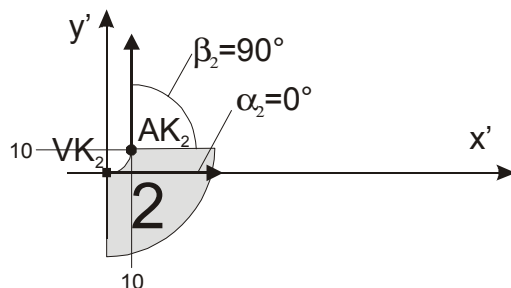


Abbildung 19: Zweite Baugruppe im Komponentenkoordinatensystem

Die in Abbildung 19 gezeigte Komponente 2 soll an die Komponente 1 angefügt werden. Es werden nun folgende Werte der Komponente 2 aus der Datenbank ausgelesen:

- $VK_2=(0,0)$: Verknüpfungspunkt der Komponente 2 bezogen auf das Komponentenkoordinatensystem
- $AK_2=(10,10)$: Anfügepunkt der Komponente 2 bezogen auf das Komponentenkoordinatensystem
- $\alpha_2 = 0^\circ$: Winkel des Verknüpfungsvektors zur Abszissenachse des Komponentenkoordinatensystems
- $\beta_2 = 90^\circ$: Winkel des Anfügevektors zur Abszissenachse des Komponentenkoordinatensystems.

Der Drehwinkel γ_2 , um den die Komponente in Bezug zur bestehenden Anlage zu drehen ist, wird nach Gleichung 1 berechnet durch:

$$\gamma_n = \varphi_{n-1} - \alpha_n$$

Es gilt im Fall der Komponente 2:

$$\gamma_2 = \varphi_1 - \alpha_1 = 0^\circ - 0^\circ = 0^\circ$$

Die zur Berechnung der Translationsvektoren U2 benötigten Werte des Verknüpfungspunkts AG2 in Zeichnungskordinaten ergeben sich nach Gleichung 2:

$$AGx_n = VKx'_n \cdot \cos \gamma_n - VKy'_n \cdot \sin \gamma_n$$

$$AGy_n = VKx'_n \cdot \sin \gamma_n + VKy'_n \cdot \cos \gamma_n$$

Die Variablen werden ersetzt:

$$AGx_2 = VKx'_2 \cdot \cos \gamma_2 - VKy'_2 \cdot \sin \gamma_2$$

$$= 0 \cdot 1 - 0 \cdot 0$$

$$= 0$$

$$AGy_2 = VKx'_2 \cdot \sin \gamma_2 + VKy'_2 \cdot \cos \gamma_2$$

$$= 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1$$

$$= 0$$

Mit Hilfe von Gleichung 3 wird der Verschiebungsvektor berechnet, um welchen das Komponentenkoordinatensystem in Bezug zum Zeichnungskordinatensystem verschoben wird.

$$\begin{aligned}
 Ux_n &= AAx_{n-1} - AGx_n \\
 &= AAx_{n-1} - (VKx'_n \cdot \cos \gamma_n - VKy'_n \cdot \sin \gamma_n) \\
 Uy_n &= AAy_{n-1} - AGy_n \\
 &= AAy_{n-1} - (VKx'_n \cdot \sin \gamma_n + VKy'_n \cdot \cos \gamma_n)
 \end{aligned}$$

Durch Einsetzen erhält man:

$$\begin{aligned}
 Ux_2 &= AAx_1 - AGx_2 \\
 &= 100 - 0 \\
 &= 100 \\
 Uy_2 &= AAy_1 - AGy_2 \\
 &= 0 - 0 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Das Komponentenkoordinatensystem und damit die gesamte Komponente wird bezüglich des Zeichnungskordinatensystems um 0° gedreht und um den Vektor $U_2=(100,0)$ verschoben. Wie bereits bei Komponente 1 werden die berechneten Werte in den Transformations-Tag eingefügt. Dieser hat dann die Form:

```
<g transform="translate(100,0)" transform="rotate(0)">
```

Nach Ausführen des HTML-Codes im Layoutfenster, also dem Zeichnen der Anlage, hat die aus zwei Komponenten bestehende Anlage das Aussehen nach Abbildung 20.

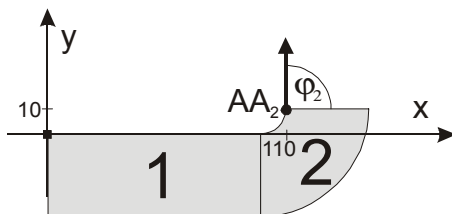


Abbildung 20: Eingefügte zweite Komponente

Abschließend werden die Anfügepunkte und –winkel der Anlage berechnet. Für den Anfügepunkt AA_2 gilt nach Gleichung 4:

$$\begin{aligned}AAx_2 &= Ux_2 + AKx'_2 \cdot \cos \gamma_2 - AKy'_2 \cdot \sin \gamma_2 \\ &= 100 + 10 \cdot 1 - 10 \cdot 0 \\ &= 110\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}AAy_2 &= Uy_2 + AKx'_2 \cdot \sin \gamma_2 + AKy'_2 \cdot \cos \gamma_2 \\ &= 0 + 100 \cdot 0 + 10 \cdot 1 \\ &= 10\end{aligned}$$

Der Anfügewinkel φ_2 berechnet sich nach Gleichung 5:

$$\varphi_n = \varphi_{n-1} + (\beta_n - \alpha_n)$$

Das Ersetzen der Variablen ergibt:

$$\begin{aligned}\varphi_2 &= \varphi_1 + (\beta_2 - \alpha_2) \\ &= 0^\circ + 90^\circ - 0^\circ \\ &= 90^\circ\end{aligned}$$

Das Anfügen der Komponente 2 ist beendet. Die Anlage besteht nun aus zwei Komponenten und hat das Aussehen nach Abbildung 20. Da der Anfügewinkel φ_2 ungleich 0° ist, wird ein an Komponente 2 anzufügendes Bauteil gedreht, wie das folgende Beispiel zeigt.

5.3.2.3 Einfügen einer gedrehten Baugruppe

Wieder werden die berechneten Punkte der Anlage gesammelt:

$AA_2=(110,10)$ Anfügepunkt für die dritte Komponente

$\varphi_2 = 0^\circ$ Anfügewinkel für die dritte Komponente

In der folgenden Abbildung 21 ist die Komponente 3 dargestellt, die an die Anlage, wie sie in Abbildung 20 gezeigt ist, angefügt wird.

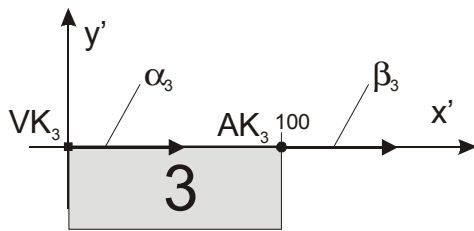


Abbildung 21: Dritte Baugruppe im Komponentenkoordinatensystem

Die für die Berechnung der ausgewiesenen Punkte notwendigen Werte werden aus der Datenbank ausgelesen. Es sind dies:

- $VK_3=(0,0)$: Verknüpfungspunkt der Komponente 3 bezogen auf das Komponentenkoordinatensystem
- $AK_3=(100,0)$: Anfügepunkt der Komponente 3 bezogen auf das Komponentenkoordinatensystem
- $\alpha_3 = 0^\circ$: Winkel des Verknüpfungsvektors zur Abszissenachse des Komponentenkoordinatensystems
- $\beta_3 = 0^\circ$: Winkel des Anfügevektors zur Abszissenachse des Komponentenkoordinatensystems

Der zur SVG-Kongruenzabbildung benötigte Drehwinkel γ_3 berechnet sich nach Gleichung 1 zu:

$$\gamma_3 = \varphi_2 - \alpha_3 = 90^\circ - 0^\circ = 90^\circ$$

Um diesen Winkel γ_3 muss die Komponente 3 gedreht werden, damit sie am Punkt VK_3 an den Punkt AA_2 der Anlage angefügt werden kann. Der zum Anfügen ebenfalls

wichtige Verknüpfungspunkt AG_3 in Zeichnungskordinaten ergibt sich durch Anwendung von Gleichung 2 zu:

$$\begin{aligned} AGx_3 &= VKx'_3 \cos \gamma_3 - VKy'_3 \cdot \sin \gamma_3 \\ &= 0 \cdot 0 - 0 \cdot 1 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AGy_3 &= VKx'_3 \cdot \sin \gamma_3 + VKy'_2 \cdot \cos \gamma_3 \\ &= 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Durch Anwendung der Gleichung 3 wird die Größe der Verschiebung berechnet, um welche die Komponente gegenüber der vorhandenen Zeichnung verschoben wird. Im Fall der Komponente 3 erhält man:

$$\begin{aligned} Ux_3 &= AAx_2 - AGx_3 \\ &= 110 - 0 \\ &= 110 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Uy_3 &= AAy_2 - AGy_3 \\ &= 10 - 0 \\ &= 10 \end{aligned}$$

Die Komponente wird um den Winkel $\gamma_3 = 90^\circ$ gedreht und um den Vektor $U_3=(110,10)$ verschoben. Die Werte werden in den SVG-Transformations-Tag geschrieben, der für die Koordinatentransformation der Komponente 3 zuständig ist. Der Tag hat dann das Aussehen:

```
<g transform="translate (110,10)" transform="rotate (90)">
```

Nach dem Einfügen kommen dann die Punkte AA_2 der bisherigen Anlage und AG_3 der Komponente deckungsgleich übereinander zum Liegen. Darüber hinaus weisen wie gefordert der Anlagenanfügevektor und der Komponentenverknüpfungsvektor in die selbe Richtung. Das entstehende Bild zeigt Abbildung 22.

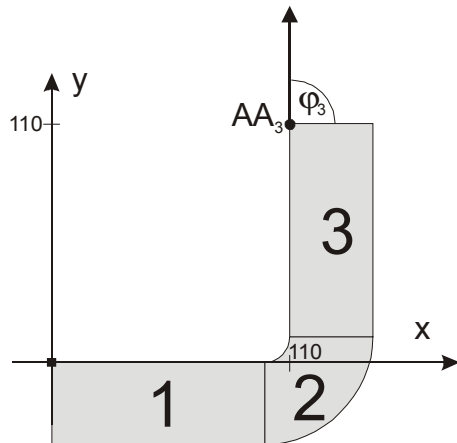


Abbildung 22: Eingefügte gedrehte Komponente

Damit weiterhin Komponenten der Zeichnung hinzugefügt werden können, werden abschließend die Anfügepunkte und –winkel der Anlage berechnet:

$$\begin{aligned} AAx_3 &= Ux_3 + AKx'_3 \cdot \cos \gamma_3 - AKy'_2 \cdot \sin \gamma_3 \\ &= 110 + 100 \cdot 0 - 0 \cdot 1 \\ &= 110 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AAy_2 &= Uy_3 + AKx'_3 \cdot \sin \gamma_3 + AKy'_3 \cdot \cos \gamma_3 \\ &= 10 + 100 \cdot 1 + 0 \cdot 0 \\ &= 110 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi_3 &= \varphi_2 + (\beta_3 - \alpha_3) \\ &= 90^\circ + 0^\circ - 0^\circ \\ &= 90^\circ \end{aligned}$$

Das Anfügen der gedrehten Komponente 3 ist jetzt beendet. Für jedes weitere anzufügende Bauteil werden die Schritte in Kapitel 5.3.2.2 wiederholt.

Die Funktion der Anlagensvisualisierung folgt wie anhand der Beispiele gezeigt einer festen Struktur. Die Bestandteile der iterativen Methode sind im Einzelnen:

- Wahl einer Baugruppe (Komponente) im Konfigurationsfenster.
- Auslesen der Grafik- und Geometriedaten der Komponente aus den Tabellen **liste**, **anfügepunkte** und **verknüpfungspunkte**.
- Berechnung des Drehwinkels γ um den die Komponente bezüglich des bereits existierenden Layouts gedreht werden muss.

- Berechnung des Verschiebevektors U um den die Komponente bezüglich des bereits existierenden Layouts verschoben werden muss.
- Berechnung der durch das Komponenteneinfügen entstehenden neuen Anlagenanfügepunkte AA sowie der neuen Anfügewinkel φ .
- Generieren des SVG-Codes des Layouts bestehend aus dem SVG-Codes des letzten dargestellten Fensters und dem aus den berechneten Werten erstellten SVG-Code der neuen Komponente.
- Abspeichern des Codes und der Berechneten Werte.
- Generieren des HTML-Codes für das Layoutfenster sowie Aktualisieren dieses Fensters.

Die Visualisierung der Anlage in ihrem aktuellen Konfigurationsstand ist damit abgeschlossen. Bei Auswahl einer weiteren Komponente im Konfigurationsfenster beginnt der Prozess von vorn.

5.3.3 Preisbestimmung

Nach beendeter Konfiguration der Anlage wird, wie in Kapitel 5.3.5 erläutert, das Angebot in ein Dokument überführt, das nicht nur alle in der Konfiguration ausgewählten Maschinen und Baugruppen enthält, sondern zugleich den rechtlich bindenden Angebotspreis der Anlage. Zur Preisermittlung müssen die entsprechenden Prozesse des jeweiligen Anlagenbauers abgebildet werden.

5.3.4 Überprüfung der technischen Richtigkeit

Das Sicherstellen der technischen Richtigkeit der angebotenen Anlage ist von elementarer Wichtigkeit. Da sich bei der Verwendung der vorgestellten Gesamtmethode die Überprüfungen der technischen Richtigkeit im Werk erübrigen soll, muss dieser Schritt abgebildet werden. Es muss verhindert werden, dass die Konfigurationsseite verlassen werden kann, ohne dass eine technisch richtige und somit funktionsfähige Anlage konfiguriert wurde.

Wird die technische Richtigkeit serverseitig durch ein Perlskript geprüft, müssen die Konfigurationsdaten durch die CGI-Schnittstelle gesendet werden. Daraufhin muss die Überprüfung durch das Programm stattfinden, welches dann das Überprüfungs-

ergebnis als HTML-Code wieder durch die CGI-Schnittstelle an den Benutzer zurückgibt. Der Vorgang des Aufbaus der HTML-Ergebnisseite und dessen Zurücksenden an den Benutzer kann je nach Komplexität der Seite bis zu einigen Sekunden dauern. Erschwerend kommt hinzu, dass bei der Maschinenkonfiguration speziell durch unerfahrene Mitarbeiter mehrere Fehler pro Angebot zu erwarten sind. Der Vorgang der Richtigkeitsprüfung ist in diesem Fall ein iterativer Prozess, wodurch sich das Zeitproblem vervielfacht.

Um den Vorgang der Prüfung wesentlich zu beschleunigen, wird der Weg der clientseitigen Skriptausführung mit Hilfe von ECMAScript gewählt. Mit der Übertragung der Konfigurationsseite werden für jede Preislistenposition gleichzeitig in ECMAScript codierte Bedingungen mitversendet. Versucht der Benutzer, die Konfigurationsseite zu verlassen, werden alle übertragenen Bedingungen getestet. Wird bei diesem Abarbeiten des ECMAScripts erkannt, dass technische Abhängigkeiten von Baugruppen untereinander bei der Anlagenkonfiguration nicht berücksichtigt wurden, wird das Skript das Verlassen der Konfigurationsseite verhindern. Gleichzeitig wird eine kontextbezogene Fehlermeldung ausgegeben, die dem Benutzer die verletzte technische Abhängigkeit verdeutlicht und ihn anleitet, diese zu berücksichtigen. Nach Verbesserung aller Konfigurationsfehler gibt das Script den Weg schließlich aus der Konfigurationsseite in die Angebotsdokumentation frei.

5.3.5 Angebotsdokumentation

Die erzeugten Angebote müssen je nach Empfänger unterschiedlich dokumentiert werden. Da das Werkzeug zur effizienten Angebotserstellung auch beim Kunden vor Ort verwendet wird, muss ein schriftliches Angebot ausgedruckt werden können, welches Rechtskraft erlangt und beim Kunden verbleibt. Dieses schriftliche Angebot muss in einem Auftragskopf alle relevanten Daten von Hersteller und Angebotsempfänger enthalten.

Im folgenden, anlagenbezogenen Teil des Angebots sind alle während der Konfigurationsphase ausgewählten Anlagenbestandteile aufgelistet. Die Liste besteht pro Position aus einer Positionsnummer, der selektierten Menge der Position, ihrer Identnummer, einer Beschreibung sowie Einzel-, Gesamt- und Verpackungspreis.

Im Angebotsfuß wird der Maschinenwert dargestellt, von dem Nachlässe und Rabatte abgezogen werden. Nach Aufführen und Addieren der Nebenkosten ergibt sich der an dieser Stelle dargestellte Gesamtangebotspreis.

Als Anlage zu diesem schriftlichen Angebot kann das Layout der Anlage, das im Layoutfenster während der Konfigurationsphase entsteht, ebenfalls ausgedruckt werden.

5.4 Informationsbasis

Die Informationsbasis, die dem System zur Verfügung stehen muss, richtet sich zum Einen nach den geforderten Funktionen, welche die internetbasierte Angebots-erstellung erfüllen soll. Zum Anderen müssen die Informationen mit geringem Aufwand aus den bisher beim Hersteller eingesetzten Datenquellen, wie z.B. PPS- und CAD-System, generiert werden können. Die so entstehende relationale Datenbank mit den darin enthaltenen Tabellen ist in Abbildung 23 gezeigt.

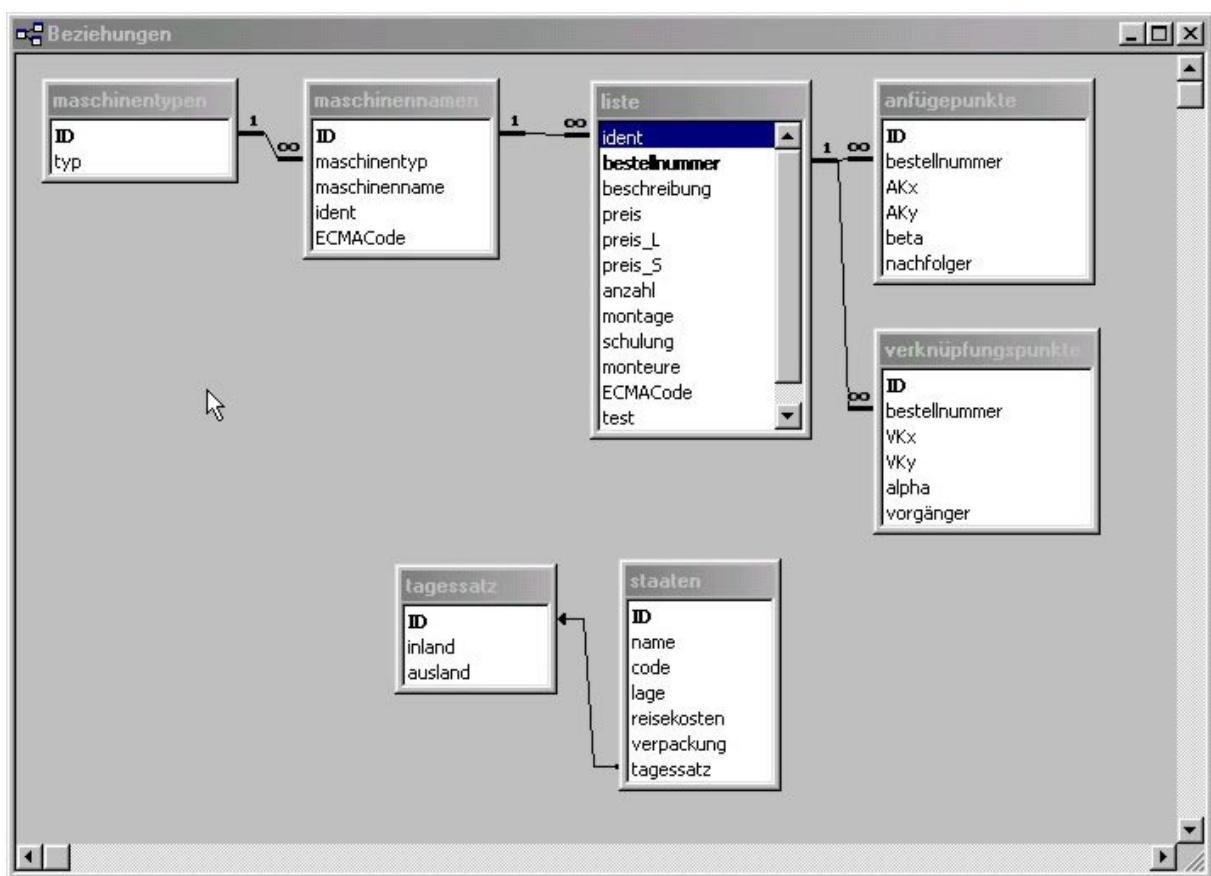
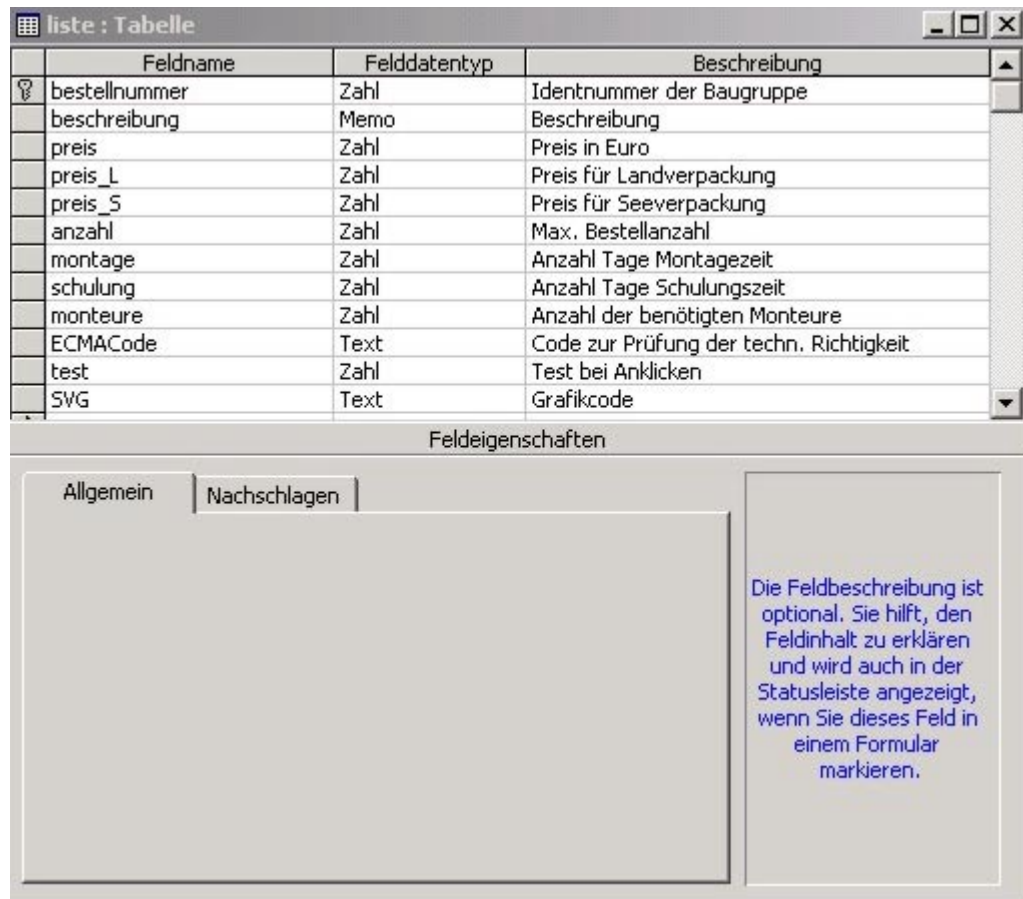


Abbildung 23: Inhalt der verwendeten Datenbank

An dieser Stelle der Arbeit wird ausschließlich die Basis der Verwendung findenden Daten beschrieben. Eine Erläuterung der Replikations- und Zugriffsverfahren auf die verwendeten Daten findet sich in Kapitel 5.2.1.

5.4.1 Darstellung der Auswahlstückliste

Alle Daten, die zur Darstellung der Auswahlstückliste notwendig sind, werden der Tabelle **liste**, gezeigt in Abbildung 24, der Replik der PPS-Systemdatenbank entnommen.



Feldname	Felddatentyp	Beschreibung
bestellnummer	Zahl	Identnummer der Baugruppe
beschreibung	Memo	Beschreibung
preis	Zahl	Preis in Euro
preis_L	Zahl	Preis für Landverpackung
preis_S	Zahl	Preis für Seeverpackung
anzahl	Zahl	Max. Bestellanzahl
montage	Zahl	Anzahl Tage Montagezeit
schulung	Zahl	Anzahl Tage Schulungszeit
monteure	Zahl	Anzahl der benötigten Monteure
ECMACode	Text	Code zur Prüfung der techn. Richtigkeit
test	Zahl	Test bei Anklicken
SVG	Text	Grafikcode

Feldeigenschaften

Allgemein Nachschlagen

Die Feldbeschreibung ist optional. Sie hilft, den Feldinhalt zu erklären und wird auch in der Statusleiste angezeigt, wenn Sie dieses Feld in einem Formular markieren.

Abbildung 24: Tabelle *liste*

Verwendung finden die Werte der Spalten Bestellnummer, Beschreibung und Anzahl der einzelnen Preislistenpositionen. Die Pflege und Aktualisierung der Daten wird weiterhin über das hauseigene PPS-System vorgenommen.

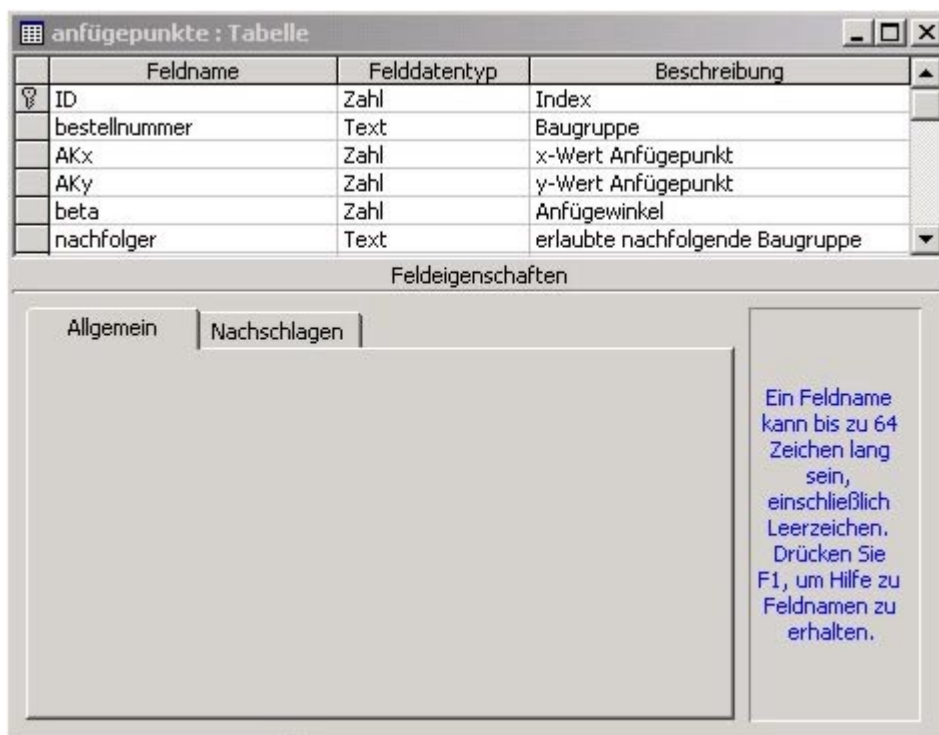
Die Beschreibung der Verarbeitung der Daten findet sich in Kapitel 5.3.

5.4.2 Technische Richtigkeit

Die technische Richtigkeit wird mit Hilfe von ECMAScripts überprüft. Für jede zu testende Baugruppe existiert ein ECMAScript, welches alle Abhängigkeiten der Baugruppe zu anderen Komponenten der Maschine testet. Die Scripts sind als ASCII-Daten in der Spalte **ECMACode** der Tabelle **liste** abgelegt. Während des Programmablaufs werden die benötigten Scripts in das an den Benutzer zu übertragende HTML-Dokument eingebunden und gesendet.

5.4.3 Anlagenvisualisierung

Der Replik der PPS-Systemdatenbank werden Grafikdaten aus dem CAD-System hinzugefügt. Dazu werden die Grundrisse aller Baugruppen, die auf einem Anlagenlayout darstellbar sind, in das Format SVG konvertiert. Diese ASCII-Daten werden den entsprechenden Datensätzen hinzugefügt, so dass sie für die serverseitige Skriptausführung auswertbar sind. Diese Grafikdaten sind in der Spalte SVG der Tabelle **liste** hinterlegt. Zusätzlich werden Daten aus den Tabellen **anfügepunkte**, gezeigt in Abbildung 25, und **verknüpfungspunkte**, zu sehen in Abbildung 26, verwendet.



	Feldname	Felddatentyp	Beschreibung
🔑	ID	Zahl	Index
	bestellnummer	Text	Baugruppe
	AKx	Zahl	x-Wert Anfügepunkt
	AKy	Zahl	y-Wert Anfügepunkt
	beta	Zahl	Anfügewinkel
	nachfolger	Text	erlaubte nachfolgende Baugruppe

Feldeigenschaften

Allgemein | Nachschlagen

Ein Feldname kann bis zu 64 Zeichen lang sein, einschließlich Leerzeichen. Drücken Sie F1, um Hilfe zu Feldnamen zu erhalten.

Abbildung 25: Tabelle **anfügepunkte**

	Feldname	Felddatentyp	Beschreibung
🔑	ID	Zahl	Index
	bestellnummer	Text	Baugruppe
	WKx	Zahl	x-Wert Verknüpfungspunkt
	WKy	Zahl	y-Wert Verknüpfungspunkt
	alpha	Zahl	Verknüpfungswinkel
	vorgänger	Text	erlaubte vorangestellte Baugruppe

Feldeigenschaften

Allgemein | Nachschlagen

Ein Feldname kann bis zu 64 Zeichen lang sein, einschließlich Leerzeichen. Drücken Sie F1, um Hilfe zu Feldnamen zu erhalten.

Abbildung 26: Tabelle **verknüpfungspunkte**

Aus beiden Tabellen werden jeweils Daten aus allen Spalten ausgelesen.

5.4.4 Preisbestimmung

Zur Preisbestimmung werden die Spalten **preis**, **preis_l** und **preis_s** aus der Tabelle **liste** (Abbildung 24) ausgelesen. In Spalte **preis** ist der Preis einer Komponente abgelegt, in **preis_l** der Preis einer Landverpackung sowie der Preis einer Seeverpackung in Spalte **preis_s**. Über die Verwendung der jeweiligen Werte wird je nach Anwendereingaben während des Programmablaufs entschieden.

6 Praktische Anwendung

Während des Entstehens dieser Arbeit hat sich ein Unternehmen angeboten, die entwickelte Methode als Pilotanwender einzusetzen und bei Erfolg den bisherigen Ablauf zu ersetzen. Dieses Unternehmen fertigt Anlagen, die in der Druckweiterverarbeitung zur Herstellung von Broschüren, Büchern oder Katalogen eingesetzt werden.

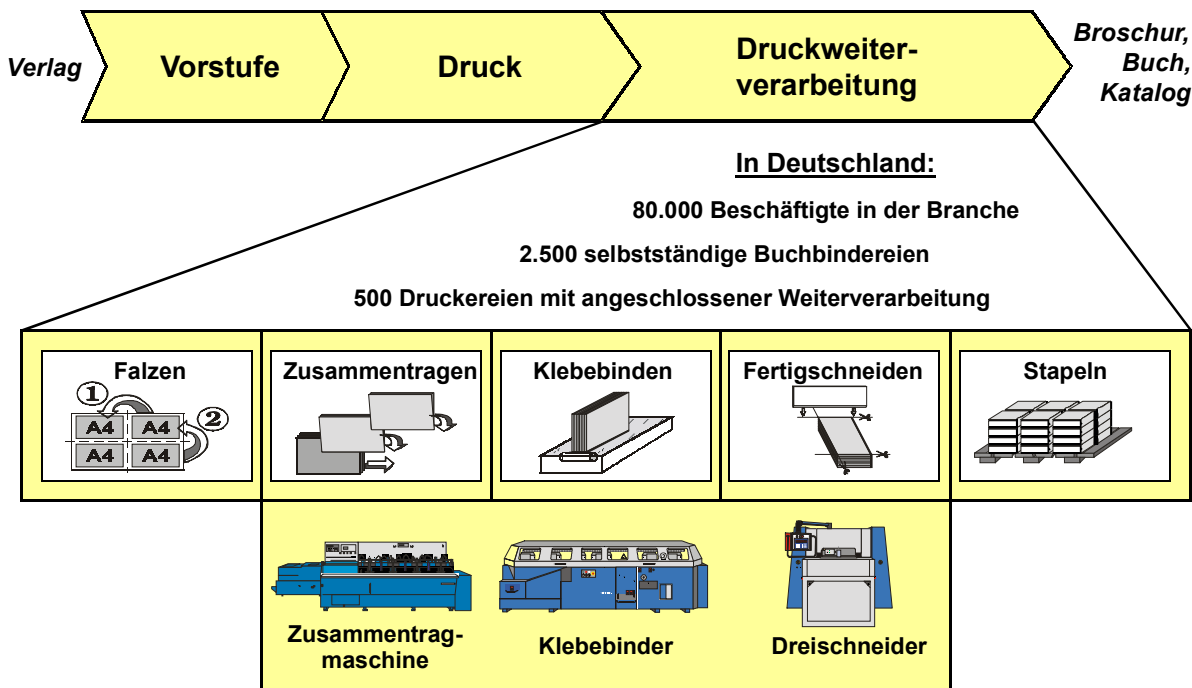


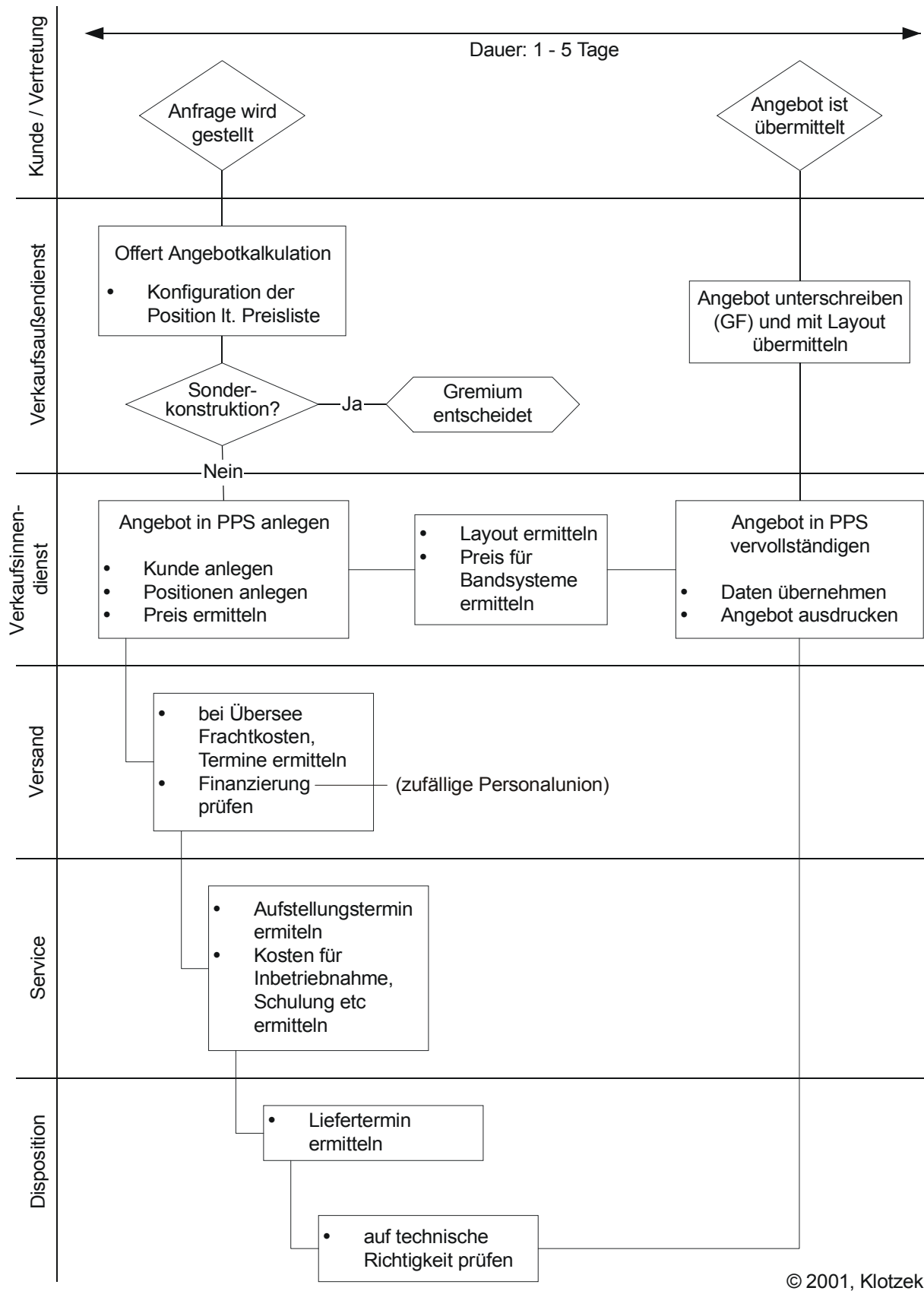
Abbildung 27: Produktpalette des Pilotanwenders

Die Abbildung 27 verdeutlicht den Zusammenhang der Herstellungsprozesse bei der Buchherstellung und der angebotenen Produktpalette des Pilotanwenders.

Zunächst soll der bisherige Ablauf der Angebotserstellung bei einem Hersteller von Anlagen im Bereich des polygrafischen Maschinenbaus beschrieben werden.

6.1 Angebotserstellung beim Pilotanwender

Zur Verdeutlichung des Prozesses der Angebotserstellung ist in Abbildung 28 der beim Pilotanwender vorgefundene Ist-Ablauf der Angebotserstellung abgebildet. Auf der Abszisse ist der zeitliche Verlauf dargestellt, während auf der Ordinate die in den Prozess eingebundenen Abteilungen des Unternehmens gezeigt werden. Jeder Teilprozess der Angebotserstellung ist dargestellt und je nach ausführender Abteilung einer anderen Position auf der Ordinate zugeordnet. Der Prozess beginnt mit der Kundenanfrage und endet nach ein bis fünf Tagen mit der Übermittlung der Angebotsunterlagen. Verwirrend mag erscheinen, dass die Prüfung auf technische Richtigkeit der Anlage durch die Disposition (AV) des Unternehmens durchgeführt wird. Auf Grund der spezifischen Mitarbeiterkompetenz beim Pilotanwender hat sich dieser Umstand entwickelt. Übertragbar auf andere Unternehmen ist dies sicherlich nicht.



© 2001, Klotzek

Abbildung 28: Ist-Ablauf der Angebotserstellung beim Pilotanwender

Durch den Vertriebsaußendienst werden vor Ort beim Kunden Daten aufgenommen, die zur Angebotserstellung notwendig sind.

Der wichtigste Punkt der Datenaufnahme beim Kunden ist die Feststellung, aus welchen Maschinenbestandteilen die zu verkaufende Anlage bestehen muss, damit der Kunde die von ihm gewünschten Produkte damit fertigen kann. Der Vertriebsmitarbeiter verwendet hierzu eine gedruckte Preisliste, die ähnlich einer Auswahlstückliste aufgebaut ist. Diese Preisliste ist mit dem PPS-System des Anlagenbauers hinterlegt.

Es besteht allerdings die erhebliche Gefahr, dass die verwendete Preisliste nicht dem aktuellen Stand entspricht. Eine automatische Aktualisierung mit den Daten des PPS-Systems am Heimatstandort findet nicht statt.

Die Topologie der Betriebsstätte, in welcher die Anlage aufgebaut werden soll, wird durch einen Vertriebsmitarbeiter skizziert und vermaßt, damit die später folgende Maschinenaufstellungsplanung die örtlichen Gegebenheiten berücksichtigen kann.

Die erhobenen Daten werden unter Benutzung eines Formblatts vom Vertriebsaußendienst an den Vertriebsinnendienst übergeben. Dieser legt im PPS-System ein Angebot an. Hierzu werden die Kundendaten neu eingegeben oder aus dem bestehenden Kundenstamm übernommen. Die durch den Außendienst aufgenommenen Preislistenpositionen werden hinzugefügt. Hierbei wird ein erster Anlagenpreis unter dem Vorbehalt kalkuliert, dass sich die erarbeitete Anlagenkonfiguration nicht mehr ändert. Es werden mehrere Kopien eines Probeausdrucks angefertigt, die teilweise im Vertriebsinnendienst verbleiben, um auf einem CAD-System die Maschinenaufstellung beim Kunden zu planen. Ergebnis ist ein Layoutplan, der den Grundriss der Betriebsstätte und die Maschinenaufstellung der geplanten Anlage visualisiert.

Weitere Kopien des Probeausdrucks werden an den Versand, den Service und die Disposition übermittelt. Jede dieser Abteilungen vervollständigt den Probeausdruck mit spezifischen Informationen. Der Versand ermittelt die Frachtkosten der Anlage und überprüft die vorgesehene Finanzierung; hier besteht beim Pilotanwender eine zufällige Personalunion.

Der Service berechnet die Kosten für Montage und Inbetriebnahme der Anlage beim Kunden sowie die Schulungskosten der Kundenmitarbeiter vor Ort.

Durch die Disposition wird unter Berücksichtigung der Auslastung von Fertigung und Montage der frühestmögliche Liefertermin ermittelt.

Es existieren bei den betrachteten Anlagen komplexe technische Abhängigkeiten der Komponenten untereinander. Die Überprüfung dieser Abhängigkeiten geschieht zunächst reflexiv durch den Mitarbeiter des Vertriebsaußendienstes zu Beginn des Gesamtprozesses. An dieser Stelle des Ablaufs wird durch die Disposition ein zweites Mal nach dem Vertriebsaußendienst die technische Richtigkeit der Anlage überprüft. Die Qualität der Überprüfung hängt direkt und alleine von der Erfahrung der beteiligten Mitarbeiter ab. Ein DV-gestütztes Werkzeug zur Sicherstellung der technischen Richtigkeit existiert bei diesem Anlagenhersteller nicht. Selbst schriftliche Aufzeichnungen über die Abhängigkeiten der Komponenten untereinander sind nicht strukturiert verfügbar. Werden einzelne Abhängigkeiten nicht beachtet, kommt es zu Projektierungsfehlern bereits vor Ort beim Kunden. Nicht immer werden diese Fehler bei der Kontrollüberprüfung durch die Disposition erkannt und beseitigt.

Sind alle diese Prozessschritte durchlaufen, werden die Informationen durch den Vertriebsinnendienst im PPS-System zusammengeführt. Diese Abteilung übersendet nach Ausdruck des endgültigen Angebots und Hinzufügen des inzwischen erstellten Layoutplans die Angebotsunterlagen an den Kunden.

Bei der Analyse der vorgefundenen Situation beim Pilotanwender wurden folgende Problemfelder abgeleitet:

Da einzelne Prozessschritte der Angebotserstellung im Werk ausgeführt werden, ist eine Angebotserstellung in einem Schritt beim Kunden vor Ort nicht möglich. So dauert die Angebotserstellung auch unter Ausnutzung moderner Telekommunikationsverfahren selbst bei gering komplexen Anlagen mindestens ein bis zwei Tage.

Aus den vor Ort aufgenommenen Daten wird im Werk die Maschinenaufstellung geplant. Dieser zum Angebot gehörige Layoutplan wird mit einem CAD-System erstellt. Der Preis der Anlage wird mit Hilfe des eingesetzten PPS-Systems ermittelt.

Eine Kopplung der beiden Systeme CAD und PPS untereinander existiert nicht. Dadurch ist bei Änderungen von Daten in einem der beiden Systeme eine automatische Nachführung im anderen nicht gewährleistet. Eine Inkonsistenz der beiden Datenquellen kann somit nicht ausgeschlossen werden.

Darüber hinaus sind an dem Prozess der Angebotserstellung viele Mitarbeiter und Abteilungen beteiligt. An vielen Schnittstellen erfolgt die Informationsweitergabe mündlich. Es kommt daher oft zu Fehlprojektierungen durch Kommunikationsfehler.

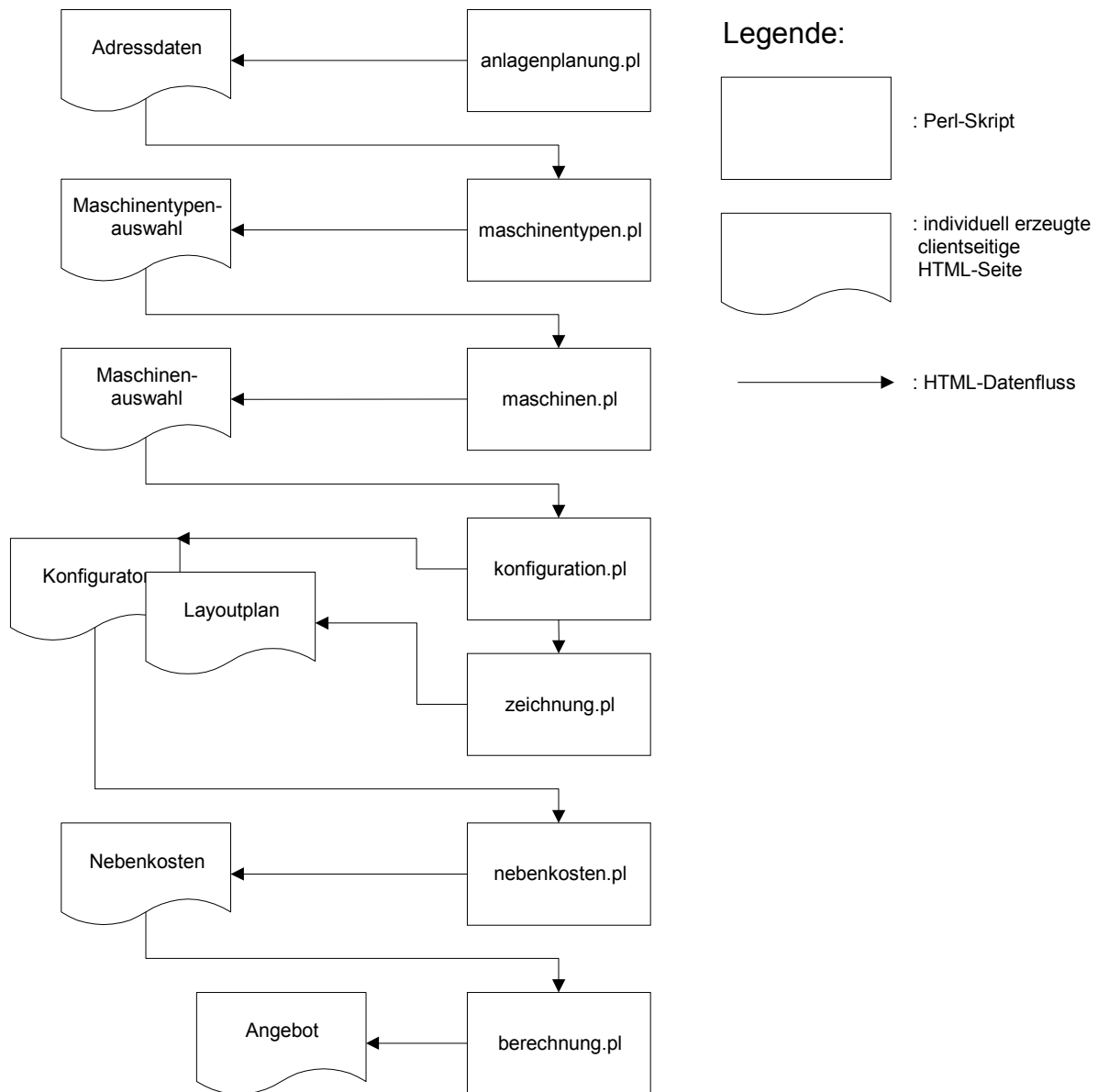
Auch bei wenig komplexen Anlagen werden in der Regel mehrere unterschiedliche Angebote mit verschiedenen Layoutplanungen erstellt, bis es zu einem Auftrag kommt. Da viele Prozessschritte der Projektierung im Werk stattfinden, ergibt sich ein hoher Änderungsaufwand. Jede Anpassung des Angebots an geänderte Kundenwünsche bedeutet die Beteiligung mehrerer Mitarbeiter unterschiedlicher Abteilungen sowohl vor Ort beim Kunden als auch im Werk.

Diese Schwachstellen gilt es durch den Einsatz des neu entwickelten Systems abzustellen.

6.2 Softwareprototyp

Die Betrachtung des Markts für Angebotserstellungs- und Verkaufssoftware ergab, dass keine bereits vorhandene Software zur Lösung der erläuterten Problemstellung herangezogen werden kann. Aus diesem Grund ist die Erstellung einer Individualsoftware die einzige Möglichkeit, die in dieser Arbeit beschriebenen Lösungsansätze umzusetzen.

Die Umsetzung des im Kapitel Methodenentwicklung vorgestellten Konzepts führt zu folgendem Ablauf des Programms:



© 2001, Klotzek

Abbildung 29: Programmablauf der internetbasierten Angebotserstellung

Dargestellt sind in der Abbildung 29 die einzelnen Skripte, die der Programmsteuerung dienen sowie die HTML-Dokumente, die von den Skripten erzeugt und beim Client angezeigt werden.

Im Folgenden wird diese internetbasierte Angebotserstellung mit grafisch interaktiver Maschinenaufstellungsplanung beschrieben. Als anschauliches Beispiel wird die Konfiguration einer Klebebindeanlage, bestehend aus den Komponenten Zusammentragmaschine, Klebebinder und Dreischneider herangezogen.

Zunächst wird ein handelsüblicher WWW-Browser geöffnet. Die Abbildungen in dieser Arbeit sind alle von einem Internet Explorer[®] Version 5.0 der Firma Microsoft[®] erstellt worden. Dieser WWW-Browser unterstützt zur Zeit am durchgängigsten CSS 2.0. Die auf dem Browser dargestellten Angebotsunterlagen sollen auch gedruckt werden. Die Seitenumbruchbefehle, die für den Druck benötigt werden, werden in CSS 2.0 codiert. Daher ist dem Benutzer die Verwendung des Internet Explorers 5.0[®] als Browser-Plattform für die internetbasierte Angebotserstellung anzuraten.

Wird das Programm lokal benutzt, muss zudem sichergestellt sein, dass die Datenbank, die alle verwendeten Tabellen enthält, lokal gestartet wird. Nach Öffnen des Browsers wird in die Adresszeile der Pfad zur CGI-Anwendung eingegeben. Dieser lautet: „http://localhost/cgi-bin/anlagenplanung.pl“. Dieses erste Skript generiert das Kundenstammdatenformular.

6.2.1 Kundenstammdaten

In dieser Maske werden die Kundenstammdaten eingegeben oder gespeicherte Daten aufgerufen. Diese Daten werden später bei der Generierung der schriftlichen Dokumente verwendet. Die eingegebenen Daten werden zur Zwischenspeicherung an das Skript **maschinentypen.pl** übergeben. An dieser Stelle kann der Anwender mit der Anlagenkonfiguration beginnen.

6.2.2 Maschinentypenwahl

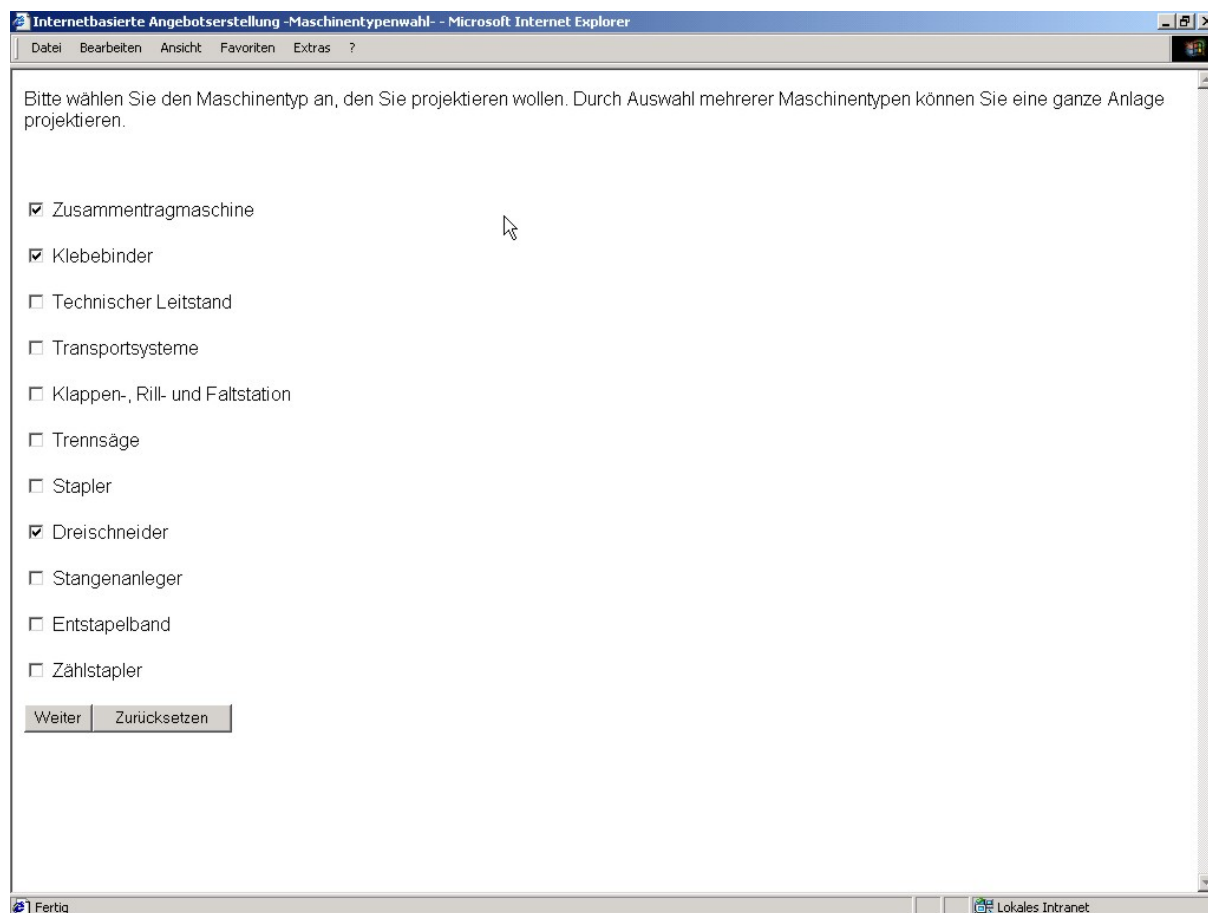


Abbildung 30: Auswahl der zu konfigurierenden Maschinentypen

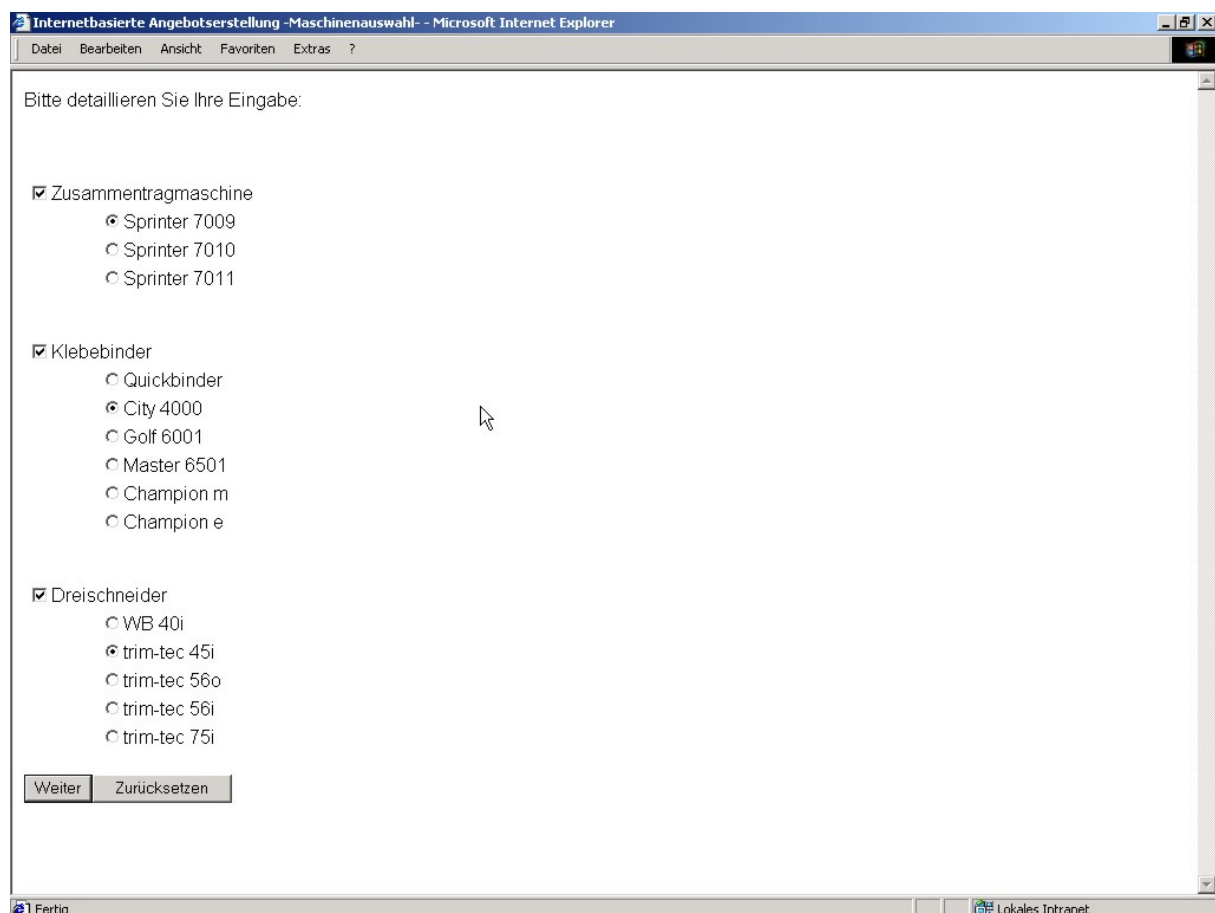
In der durch **maschinentypen.pl** erzeugten Seite können die Maschinentypen ausgewählt werden, aus denen die zu konfigurierende Anlage bestehen soll. Wird nur eine Einzelmaschine angeboten, wählt der Benutzer hier nur den entsprechenden Maschinentyp aus. Liegt dem Angebot eine komplette Anlage zu Grunde, werden in der Abbildung 30 alle in der Anlage verbauten Maschinentypen selektiert.

Die dargestellte Seite ist kein statisches Dokument. Der HTML-Code wird bei Aufruf der Seite dynamisch durch das Skript **maschinentypen.pl** erzeugt. Dazu wird die Tabelle **maschinentypen** nach allen eingetragenen Maschinentypen durchsucht. Der Text aller gefundenen Einträge wird in einer Variablen gespeichert. In einer Schleife wird jeweils eine Zeile geschrieben, die aus einer Checkbox und einem ausgelesenen Maschinentyp besteht. Die Schleife wird ebenso oft durchlaufen, wie Typen aus der Datenbank ausgelesen wurden.

Der Vorteil dieser Vorgehensweise gegenüber der Verwendung eines statischen HTML-Dokuments ist, dass ein starres Dokument immer an ein sich änderndes Produktspektrum angepasst werden muss. Falls sich die beim Pilotanwender hergestellten Maschinentypen ändern, muss dies nur im PPS-System eingegeben werden. Dadurch stehen in der dem CGI-Programm zu Grunde liegenden Datenbank andere Werte, die durch das Skript dynamisch angezeigt werden. Eine kostenintensive Anpassung des HTML-Dokuments entfällt.

Sind alle zu konfigurierenden Maschinentypen ausgewählt, im Beispielfall sind dies Zusammentragmaschine, Klebebinder und Dreischneider, gelangt der Benutzer durch Drücken der Taste „Weiter“ auf die Maschinenauswahlseite. Alle bisher eingegebenen Daten werden jetzt an das Skript **maschinen.pl** weitergegeben.

6.2.3 Maschinenauswahl



The screenshot shows a web browser window titled "Internetbasierte Angebotserstellung - Maschinenauswahl - Microsoft Internet Explorer". The browser's menu bar includes "Datei", "Bearbeiten", "Ansicht", "Favoriten", "Extras", and "?". The main content area displays the text "Bitte detaillieren Sie Ihre Eingabe:" followed by three sections of machine selection options:

- Zusammentragmaschine
 - Sprinter 7009
 - Sprinter 7010
 - Sprinter 7011
- Klebebinder
 - Quickbinder
 - City 4000
 - Golf 6001
 - Master 6501
 - Champion m
 - Champion e
- Dreischneider
 - WB 40i
 - trim-tec 45i
 - trim-tec 56o
 - trim-tec 56i
 - trim-tec 75i

At the bottom of the form, there are two buttons: "Weiter" and "Zurücksetzen". The browser's status bar at the bottom shows "Fertig" and "Lokales Intranet".

Abbildung 31: Auswahl der zu konfigurierenden Maschinen

Das Skript **maschinen.pl** erzeugt dynamisch die in Abbildung 31 gezeigte Seite. Es werden nur die Maschinen der zuvor ausgewählten Maschinentypen angezeigt. Zur Anzeige aller notwendigen Maschinen aus dem Herstellungsprogramm des Pilotanwenders werden zwei verschachtelte Schleifen durchlaufen. Aus dem vorhergehenden Skript **maschinentypen.pl** werden die selektierten Typen übernommen. Für jeden selektierten Maschinentyp werden aus der Tabelle **maschinennamen** die Bezeichnungen aller vorhandenen Einträge dieses Typs ausgelesen und gemeinsam mit einem Radio-Button dargestellt. Sind alle Maschinen eines Typs dargestellt, wird mit den Aggregaten des nächsten selektierten Typs ebenso verfahren, was bedeutet, dass die Seitendarstellung abhängig von der Anzahl der in der vorherigen Seite ausgewählten Maschinentypen ist.

6.2.4 Variantenkonfiguration

Mit der Auswahl einzelner Maschinen beginnt die Variantenkonfiguration der zu projektierenden Anlage. Es ist grundsätzlich möglich, jeden Maschinentyp mit jedem anderen innerhalb einer Anlage zu kombinieren; eine beliebige Maschinenkombination untereinander ist jedoch nicht möglich. Das Programm muss die gemeinsame Auswahl technisch falscher Kombinationen verhindern. Wozu innerhalb des HTML-Codes der Seite „Maschinenauswahl“ ECMAScript-Programmcode mit übertragen wird. In der Tabelle **maschinennamen** ist maschinenbezogen ein ECMAScript-Code abgelegt, der in dieser Seite eine Fehlermeldung generiert, wenn eine technisch falsche Maschinenkombination ausgewählt wird. Das Skript **maschinen.pl** liest diesen Code bei allen Maschinen der ausgewählten Maschinentypen aus und fügt ihn dynamisch in den zu übertragenden HTML-Code ein. Ausgewertet wird der Code, sobald der Benutzer auf die Taste „Weiter“ drückt. Erkennt das ECMAScript eine nicht erlaubte Kombination von Baugruppen, wird eine Fehlermeldung angezeigt und der Aufruf der nächsten Seite wird unterbunden.

So kann auf Grund der Baugröße eine Zusammentragmaschine Sprinter 7009 nur mit einem Klebebinder City 4000 kombiniert werden. Wählt man in der Seite zu einem Sprinter 7009 einen anderen Klebebinder, bekommt man folgende Fehlermeldung:



Abbildung 32: Fehlermeldung bei einer Wahl von nicht kombinierbaren Maschinen

Nach der Bestätigung der Fehlermeldung in Abbildung 32 springt das Programm wieder auf die Auswahlseite zurück und gibt dem Benutzer die Möglichkeit zur Korrektur.

Sind durch den Benutzer auf der Maschinenauswahlseite keine technisch falschen Kombinationen eingegeben, werden alle Formularwerte an das Skript **konfiguration.pl** weitergeleitet. Dieses Skript liest die Werte Bestellnummer, Anzahl, Beschreibung, ECMACode und Test aus der Tabelle **liste** aus.

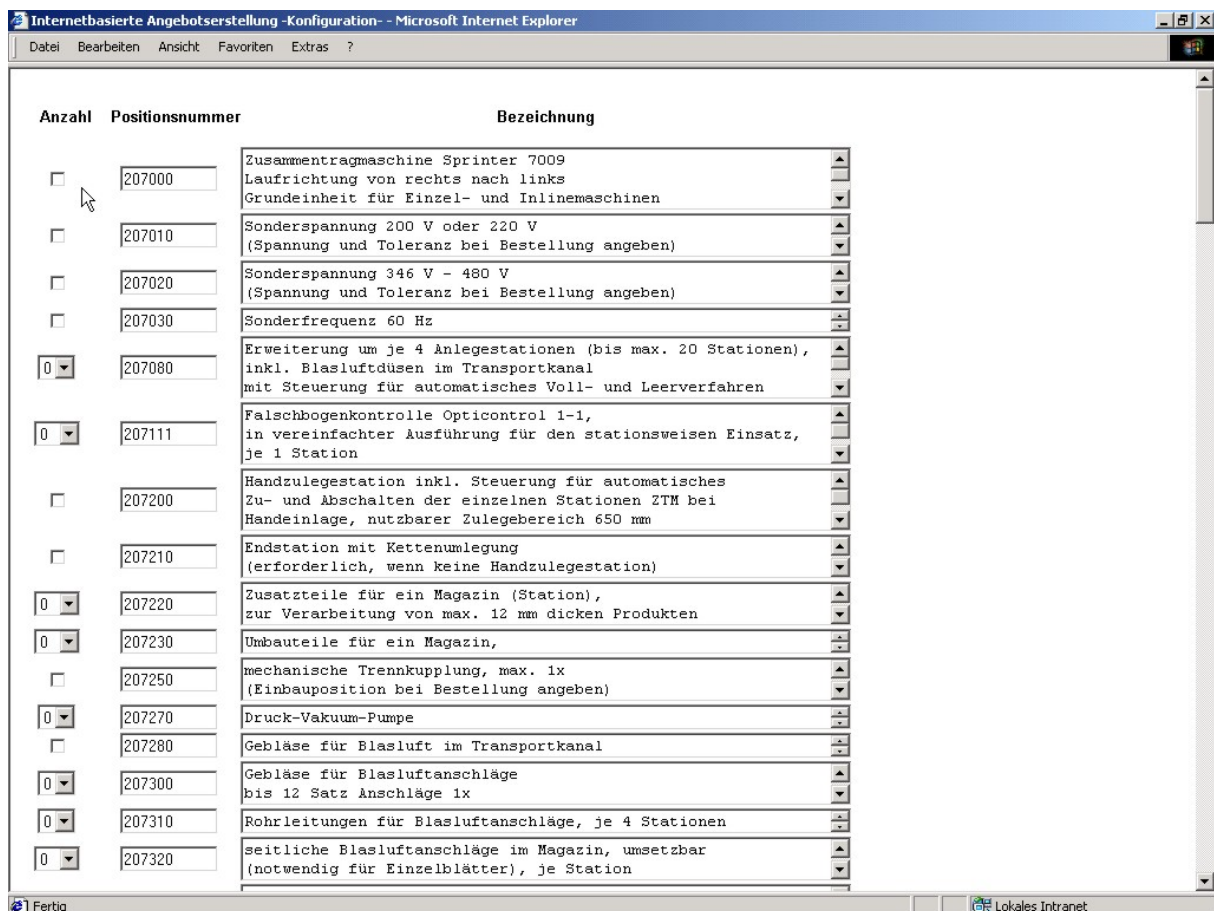


Abbildung 33: Darstellung aller konfigurierbaren Maschinenbestandteile

Die mit Hilfe von Abbildung 33 gezeigte Seite stellt ein Abbild der bislang verwendeten papiernen Auswahlstückliste dar. Dargestellt werden allerdings nur Stücklistenpositionen von Maschinen, die im vorhergehenden Skript **maschinen.pl** angewählt wurden. Ebenso wie bei den Seiten zuvor handelt es sich um eine dynamisch aufgebaute Seite, auf der Zeile für Zeile die Daten aus der Tabelle **liste** ausgelesen und in HTML-Code übersetzt werden. Der Wert **Anzahl** wird besonders behandelt: Ist der Wert **Anzahl** einer Preislistenposition gleich 1, wird für diese Position eine Checkbox dargestellt. Die Position ist damit binär wählbar; erzwungen wird diese Wahl jedoch nicht. Ist der Wert **Anzahl** einer Preislistenposition größer als 1, bezeichnet dies die maximal wählbare Anzahl dieser Position. Dargestellt wird dies, indem vor der Preislistenposition ein Drop-Down-Feld gezeigt wird, in welchem die Werte von 0 bis zum ausgelesenen Wert **Anzahl** durch den Benutzer auswählbar sind. Durch diese Technik wird präventiv verhindert, dass eine Position in einer größeren Anzahl als der durch den Hersteller erlaubten vom Anwender angefordert wird. Nach dem Feld Anzahl werden die Identnummer und eine Beschreibung der Preislistenposition dargestellt.

6.2.4.1 Überprüfung der technischen Richtigkeit

Durch die Anwahl einzelner Maschinenaggregate sowie der Bestimmung deren Anzahl kann der Benutzer eine Anlage konfigurieren. Zwischen den Maschinenbestandteilen untereinander bestehen komplexe Beziehungen, deren Einhaltung durch das Programm zu überprüfen ist.

In der Tabelle **liste** ist pro Position ein Stück ECMAScript-Code abgelegt, das den Test auf technische Richtigkeit für die jeweilige Auswahlstücklistenposition beschreibt. Das Perl-Skript **konfiguration.pl** fügt die ECMAScript-Code-Stücke aller verwendeten Stücklistenpositionen zu einem kompletten ECMAScript zusammen. Dieses Programm wird in den HTML-Code der Seite integriert und zum Client übertragen. Der ECMAScript-Code ist als HTML-Kommentar gekennzeichnet und wird deshalb nicht vom Browser dargestellt. Wie zuvor bei der Zusammenstellung der einzelnen Maschinen, überprüft dieses Programm nach Anwählen einer Checkbox oder eines Pull-Down-Menüs die Einhaltung der Abhängigkeiten der einzelnen Maschinenbestandteile voneinander. Beim Aufbau der Seite wird die Spalte **Test** der Tabelle **liste** ausgewertet. Ist der Binärwert der Spalte 1, ist der

zugehörigen Baugruppe ein ECMAScript zugeordnet. Deshalb wird beim Aufbau dieser Zeilen in den HTML-Code der Befehl „OnClick“ beziehungsweise „OnChange“ eingefügt; je nachdem, ob es sich um eine Checkbox oder ein Pull-Down-Menü handelt. Ändert der Anwender mit der Maus eine Checkbox oder ein Pull-Down-Menü, wird dadurch das ECMAScript ausgeführt, welches die technische Richtigkeit überprüft. Im Folgenden soll die Funktion der Überprüfung an einem Beispiel erläutert werden. Zu diesem Zweck wird eine Anlage bestehend aus

- Zusammentragmaschine
- Klebebinder
- Dreischneider

konfiguriert.

Wählt der Benutzer in der in Abbildung 33 gezeigten Seite eine Checkbox, ein Pull-Down-Menü oder drückt den Knopf „Weiter“, wird die Überprüfung auf technische Richtigkeit gestartet. Alle Formularwerte werden an das ECMAScript **chkFormular**, welches sich nach dem Seitenaufbau als unsichtbarer Kommentar auf dem Client-rechner befindet, übergeben und auf letzterem ausgewertet. Im Gegensatz zur Skriptauswertung auf dem Server muss die Seite nicht mehrfach zwischen Server und Client hin- und herübertragen werden, was Übertragungszeit einspart.

In diesen ECMAScript **chkFormular** befinden sich programmiertechnische Abbildungen aller Fehler, die bei der Variantenkonfiguration auftreten können. Wurden in der Beispielanlage bei 16 gewählten Stationen der Zusammentragmaschine keine 4 zugehörigen Rohrleitungen zu den Blasluftanschlüssen selektiert, so ist dies ein technischer Fehler. Als Warnung für den Anwender erscheint die in Abbildung 34 gezeigte Fehlermeldung. Analoge Meldungen erscheinen bei jedem anderen Konfigurationsfehler der Anlage.



Abbildung 34: Fehlermeldung „Blasluftanschlüsse ohne Rohrleitungen“

Sobald alle Eingaben in der Seite so korrigiert sind, dass **chkFormular** keine Fehlermeldungen mehr generiert, ist die technische Richtigkeit der Konfiguration der Zusammentragmaschine sichergestellt. Eine Garantie dafür, dass die Maschine die vom Kunden gewünschten Produkte fertigen kann, ist dies indes nicht. Die Transferleistung, von Produkteigenschaften auf technische Elemente der Anlage zu schließen, bleibt weiterhin dem einzelnen Mitarbeiter des technischen Außendienstes überlassen!

6.2.5 Anlagenvisualisierung

Simultan mit der in Kapitel 6.2.4 erläuterten Konfiguration der Anlage wird laufend deren Grundriss visualisiert. Dazu öffnet sich automatisch ein zweites Browserfenster im Vordergrund, welches den Grundriss der Anlage darstellt. Mit Hilfe eines ECMAScripts, das die Benutzeraktionen überwacht, werden bei jedem Mausklick die selektierten Auswahlstücklistenpositionen an den Server übertragen. Diese Daten werden serverseitig von dem Perl-Skript **zeichnung.pl** ausgewertet. Dieses Skript liest aus der Tabelle **liste** die dort abgelegten SVG-Daten aller ausgewählten Stücklistenpositionen aus. Zusätzlich werden aus den Tabellen **anfügepunkte** und **verknüpfungspunkte** Daten für ausgewiesene Punkte ausgelesen. Die abgelegten SVG-Daten der Baugruppen haben relative Längen- und Positionsangaben. Abhängig von der bereits dargestellten Zeichnung im zweiten Browserfenster werden im Skript **zeichnung.pl** die Werte für die durchzuführende Koordinatentransformation berechnet. Das Skript gibt die berechneten Werte und ausgelesenen Grafikdaten sofort in HTML-Code aus. Der Code wird vom HTML-Server bereitgestellt und auf dem Browser des Clients dargestellt.

Darüber hinaus wird aus den bisher aus der Tabelle **anfügepunkte** ausgelesenen Werten die augenblickliche Gesamtgröße der Anlage berechnet. Diese berechneten Werte werden als Bemaßung zusätzlich in den SVG-Code eingebunden und dadurch ebenfalls in der Zeichnung des Grundrisses angezeigt.

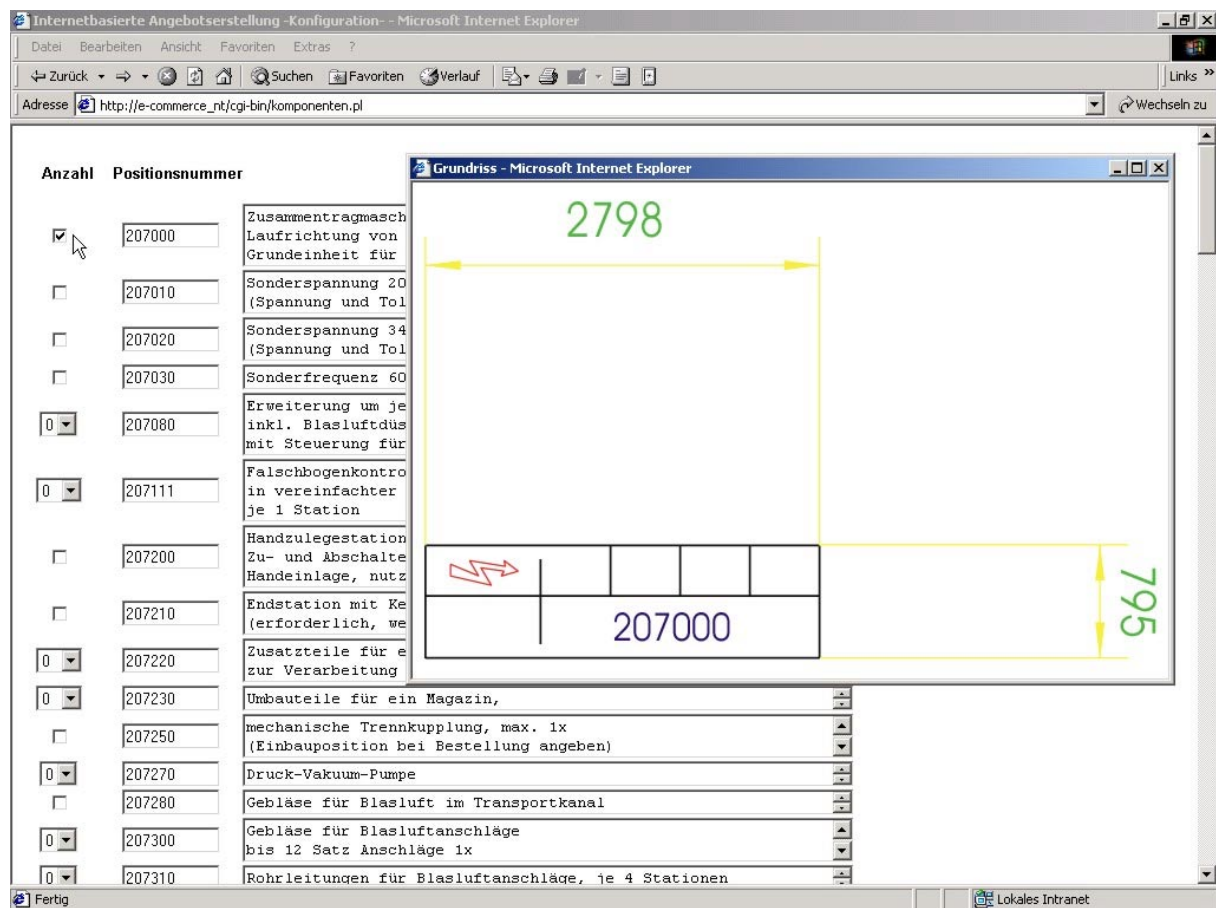


Abbildung 35: Grundriss der Grundeinheit Zusammentragmaschine Sprinter 7009

Die Abbildung 35 zeigt den Beginn einer Konfiguration der Beispielanlage „Sprinter 7009, City 400 und Trim-Tec 45i“. Sobald die Checkbox der Grundeinheit selektiert wird, öffnet sich das kleinere Browserfenster im Vordergrund, welches den Grundriss der Position 207000 zeigt. Im nächsten Schritt werden der Zusammentragmaschine Erweiterungseinheiten hinzugefügt. Abbildung 36 zeigt den Fall, dass ein Erweiterungselement 207080 der Grundeinheit hinzugefügt wird.

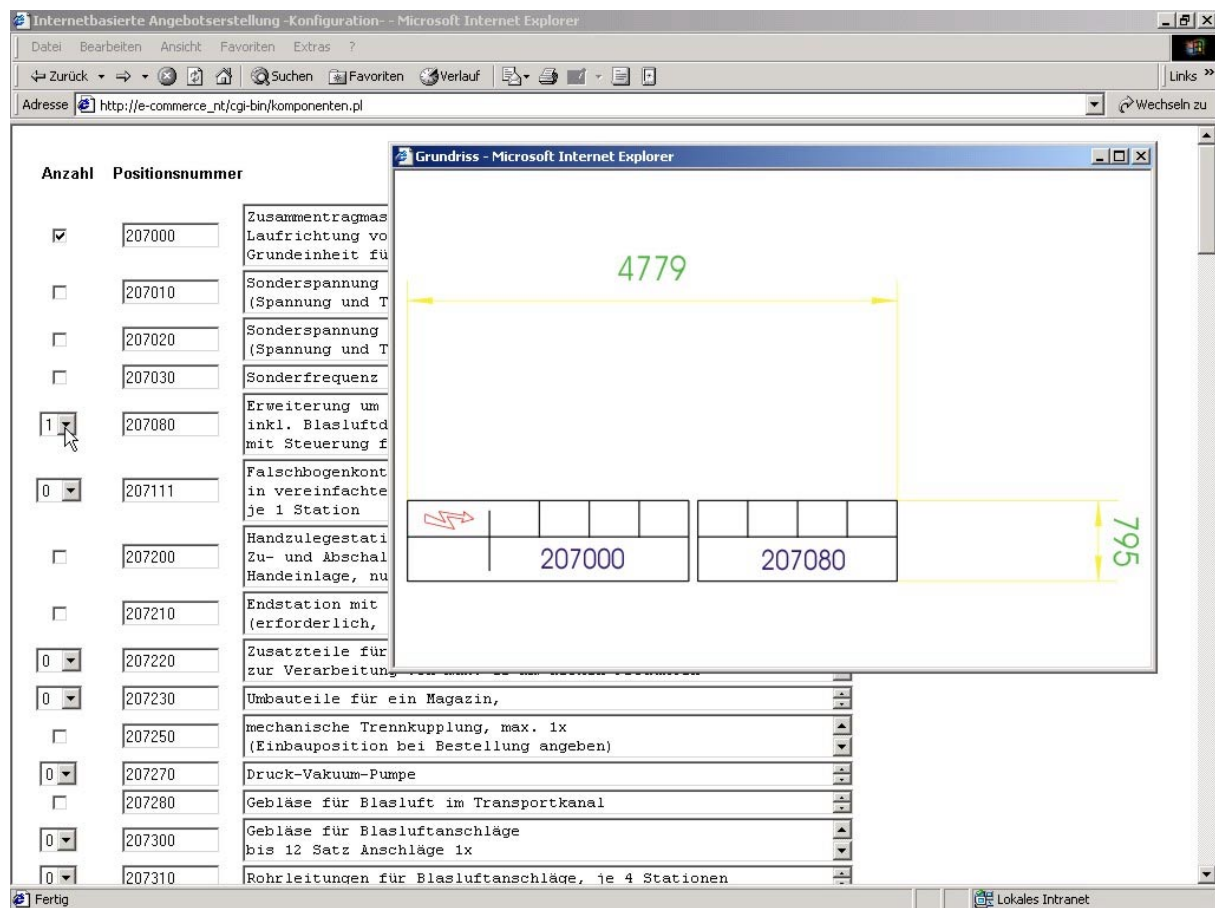


Abbildung 36: Grundriss der Zusammentragmaschine Sprinter 7009 mit einem Erweiterungselement

Das Skript **zeichnung.pl** wertet auch die Anzahl gewählter Stücklistenpositionen aus. Für das erste hinzugefügte Erweiterungselement errechnet das Skript andere Transformationsvorschriften in Bezug auf die notwendige Koordinatentransformation als für das zweite Element. Grafisch relevante Elemente, die in unterschiedlicher Anzahl selektiert werden können, werden in der gewählten Anzahl in einem einzigen Schritt dem Grundriss hinzugefügt.

Die Punkte, an denen Komponenten angefügt werden können, sind in der Tabelle **anfügepunkte** hinterlegt. Dort existiert ebenfalls eine Zuordnung von Anfügepunkten und technisch möglicher dort anfügbarer Elemente. Anhand dieser Daten berechnet **zeichnung.pl** die Koordinaten der Verknüpfungspunkte im Zeichnungskordinatensystem der im Beispiel anzufügenden Erweiterungselemente 207080. Die hinterlegten Anfügepunkte für die Position 207080 befinden sich rechts am Grundelement 207000. Deshalb werden die Erweiterungselemente 207080 rechts an das

Grundelement angefügt. Die hinterlegten Anfügepunkte für eine Criss-Cross-Auslage 207390 befinden sich links am Grundelement 207000. So wird die Criss-Cross-Auslage links am Element 207000 angefügt.

Werden statt eines Erweiterungselements im gezeigten Beispiel drei Elemente angewählt, hat der Grundriss der Anlage das in Abbildung 37 dargestellte Aussehen:

The screenshot shows a web browser window with a configuration tool. On the left, there is a table of components with columns for 'Anzahl' (Quantity) and 'Positionsnummer' (Position Number). The 'Anzahl' column has dropdown menus, and the 'Positionsnummer' column has input fields. The 'Zusammenfassung' (Summary) column lists the components. The 'Erweiterung' (Extension) column has dropdown menus. The 'Grundriss' (Floor Plan) window shows a diagram with dimensions 8741 and 795, and component positions 207000, 207080, 207080, and 207080.

Anzahl	Positionsnummer	Zusammenfassung	Erweiterung
<input checked="" type="checkbox"/>	207000	Zusammentragmaschine Laufrichtung von Grundeinheit für	
<input type="checkbox"/>	207010	Sonderspannung 20 (Spannung und Tol	
<input type="checkbox"/>	207020	Sonderspannung 34 (Spannung und Tol	
<input type="checkbox"/>	207030	Sonderfrequenz 60	
3	207080	Erweiterung um je inkl. Blasluftdüs mit Steuerung für	
0	207111	Falschbogenkontro in vereinfachter je 1 Station	
<input type="checkbox"/>	207200	Handzulegestation Zu- und Abschalte Handeinlage, nutz	
<input type="checkbox"/>	207210	Endstation mit Ke (erforderlich, we	
0	207220	Zusatzteile für e zur Verarbeitung	
0	207230	Umbauteile für ein Magazin,	
<input type="checkbox"/>	207250	mechanische Trennkupplung, max. 1x (Einbauposition bei Bestellung angeben)	
0	207270	Druck-Vakuum-Pumpe	
<input type="checkbox"/>	207280	Gebläse für Blasluft im Transportkanal	
0	207300	Gebläse für Blasluftanschläge bis 12 Satz Anschläge 1x	
0	207310	Rohrleitungen für Blasluftanschläge, je 4 Stationen	

Abbildung 37: Grundriss der Zusammentragmaschine Sprinter 7009 mit drei Erweiterungselementen

In der weiteren Anlagenkonfiguration werden der Zusammentragmaschine mehrere Pumpen und Gebläse, eine Criss-Cross-Auslage sowie eine Überführung zum Klebebinder City 4000 hinzugefügt. Die Maschine hat dann das in Abbildung 38 dargestellte Aussehen.

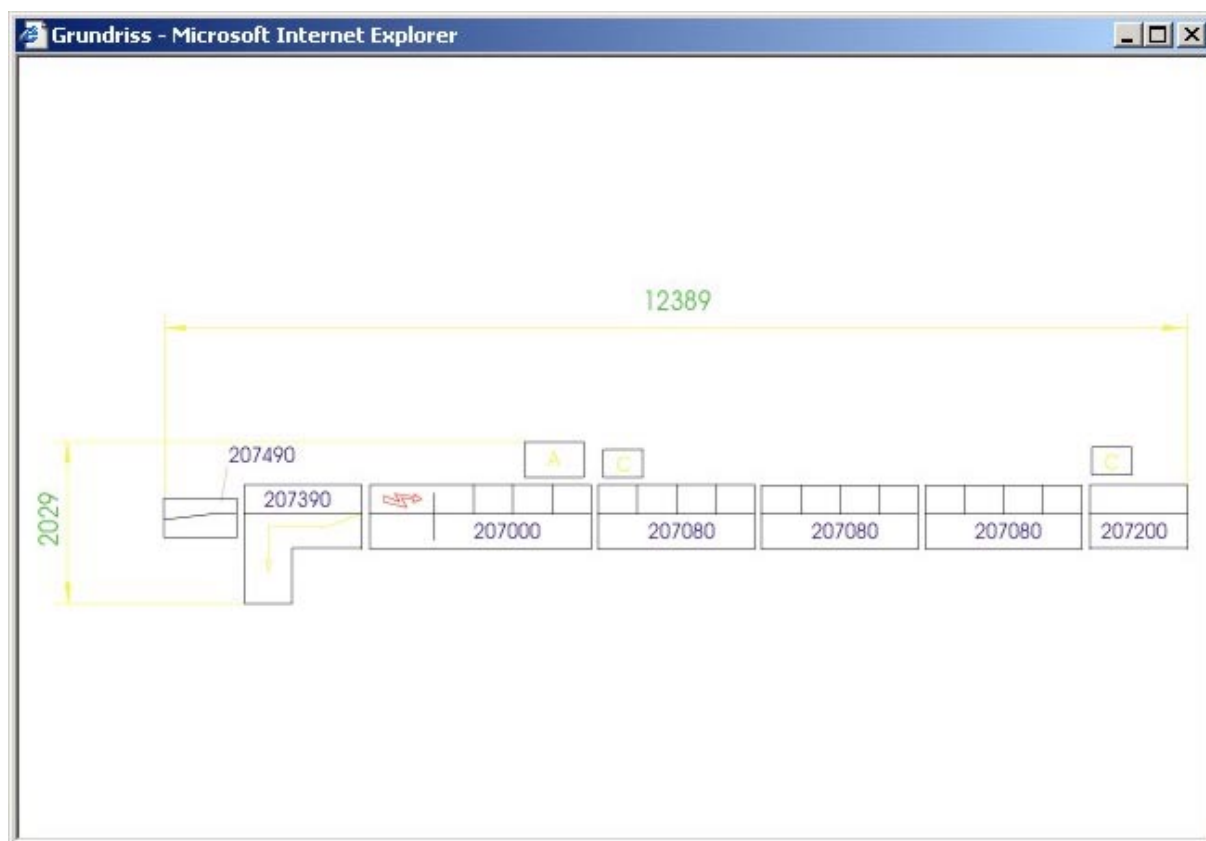


Abbildung 38: Zusammentragmaschine Sprinter 7009 in Beispielkonfiguration

Das permanente Anzeigen des Anlagengrundrisses birgt unschätzbare Vorteile. Wird beispielsweise der Klebebinder in Linie an die Zusammentragmaschine angebunden (Abbildung 39), kann der Anwender anhand der Bemaßung erkennen, ob die Gesamtlänge der Anlage die Hallengröße der Betriebsstätte überschreitet.

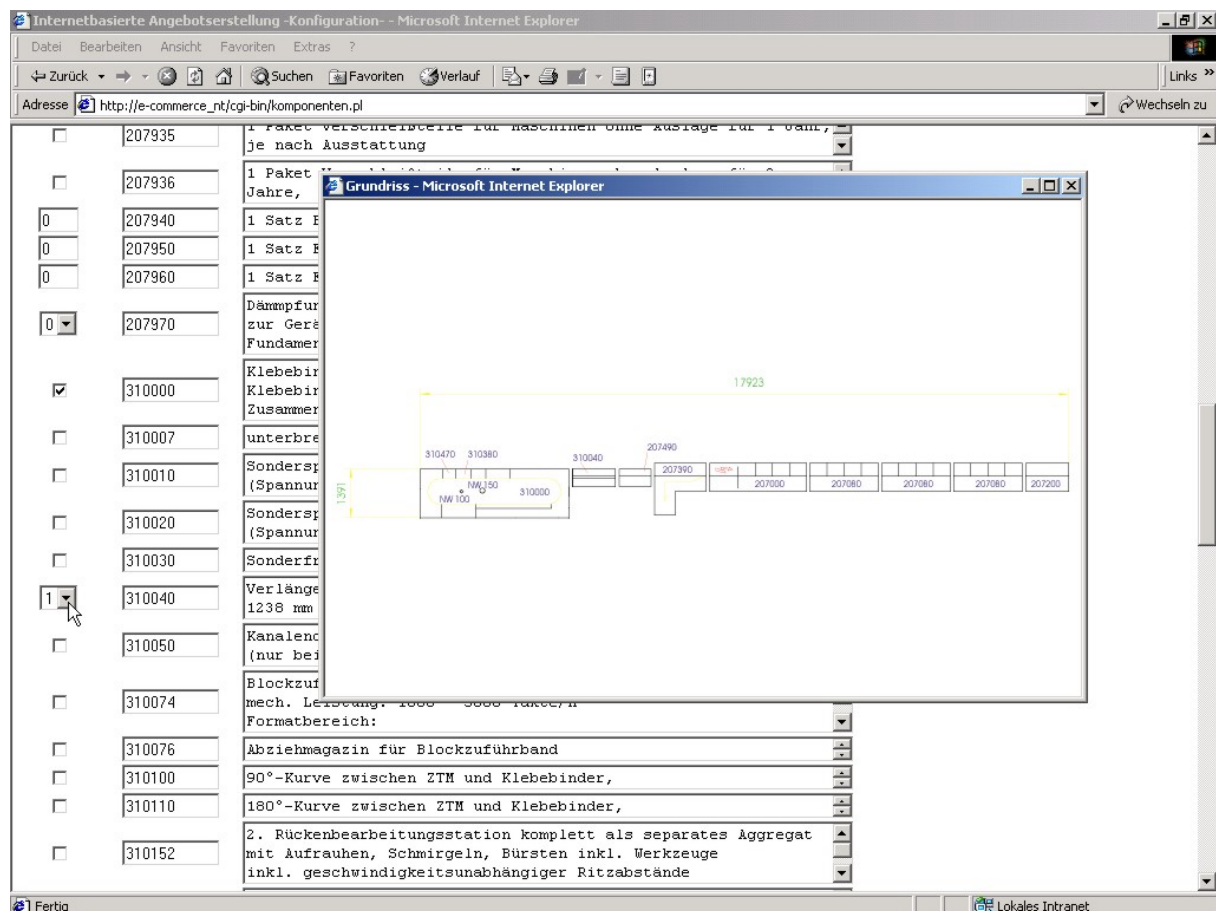


Abbildung 39: Zusammentragmaschine und Binder in Linie

Sollte dies der Fall sein, kann er die Konfiguration durch Einfügen einer 90°-Kurve das Layout der Anlage seinen Bedürfnissen anpassen.

Anhand des Beispiels wird das Problem der Zuordnung von Grundriss zu Stückliste deutlich. Einer einzigen Stückliste können verschiedene Grundrisse zugrunde liegen, das heißt, die Kurve kann an verschiedenen Punkten der Anlage eingefügt werden.

Hat der Benutzer die Anlage in Abbildung 39 konfiguriert, genügt ein einfaches Anklicken der Kurve 310100 nicht, um den Grundriss der Anlage sofort zu zeigen, da das Skript **zeichnung.pl** die eindeutige Lage der Verlängerung 310040 nicht berechnen kann. Versucht der Anwender trotzdem, an dieser Stelle die Kurve 310100 zu selektieren, wird das Auswahlmenü in Abbildung 40 gezeigt.

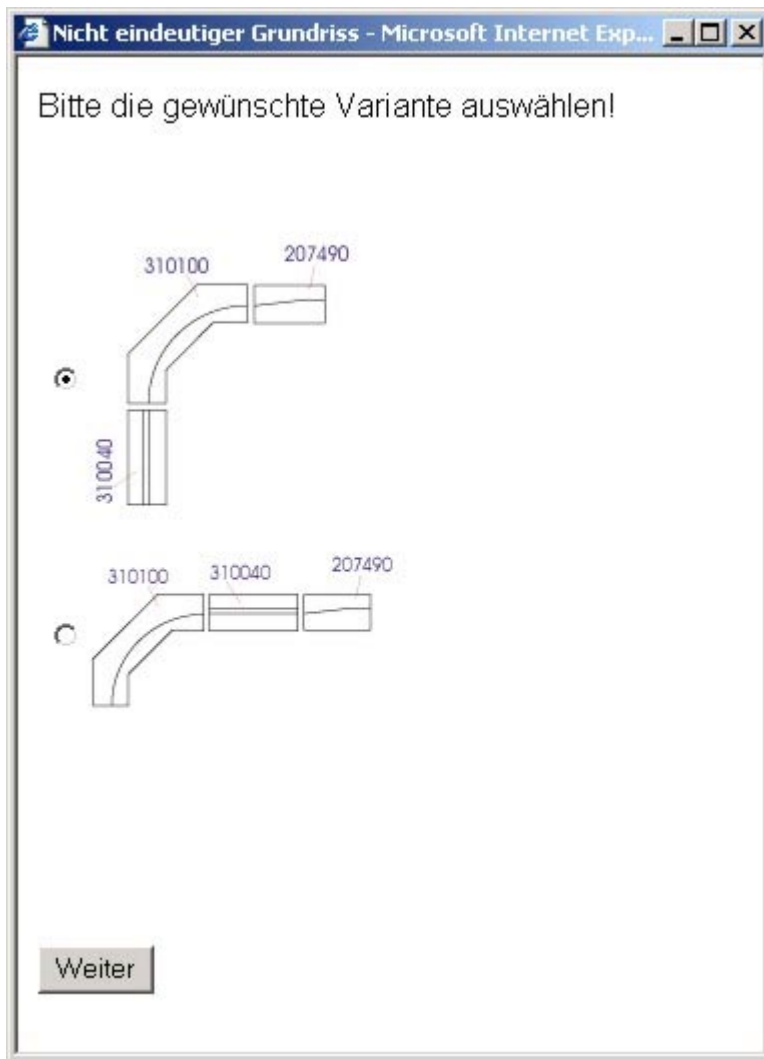


Abbildung 40: Auswahlmenü „Nicht eindeutiger Grundriss“

In einem sich öffnenden Fenster sind die möglichen Variationen der nicht eindeutig lagebestimmbaren Baugruppen dargestellt. Als Orientierungshilfe ist zusätzlich die Baugruppe dargestellt, die logisch vor der nicht eindeutigen Baugruppenkombination selektiert wurde. Im gezeigten Beispiel ist dies die Überführung zum Klebebinder, Identnummer 207490. Links jeder gezeigten Variante befindet sich ein Radio-Button, der die Auswahl einer Variante ermöglicht. Der Benutzer ist jetzt gefordert, eine der gezeigten Baugruppenkombinationen auszuwählen, die dann in die restliche, vorher konfigurierte Anlage eingefügt wird. Die Beispielanlage hat dann das in Abbildung 41 gezeigte Aussehen.

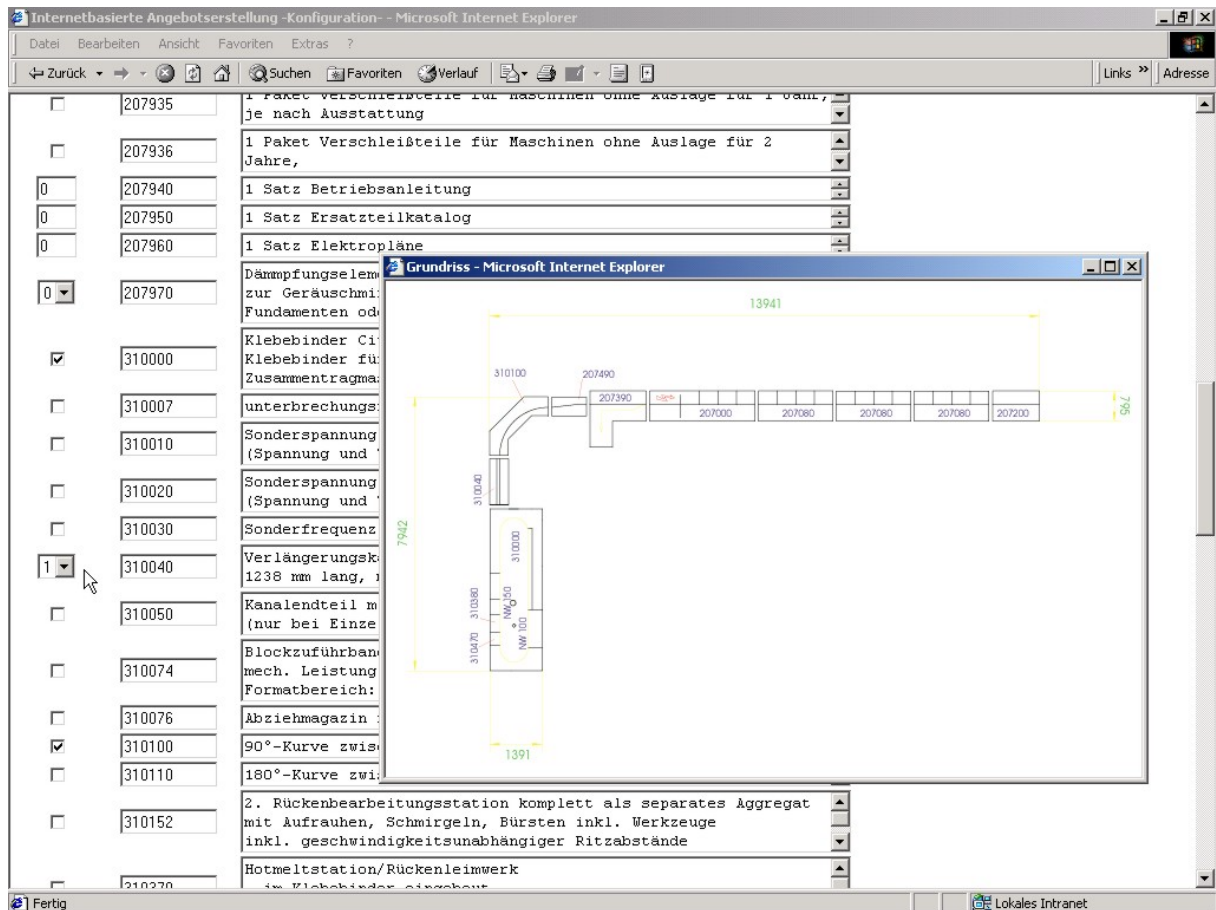


Abbildung 41: Zusammentragmaschine und Klebebinder in 90°-Anordnung

Sollte der Anwender eine noch platzsparendere Aufstellung der Anlage wünschen, kann er nach Abwählen der 90°-Kurve eine 180°-Kurve einfügen. Diese 180°-Anordnung ist in Abbildung 42 dargestellt.

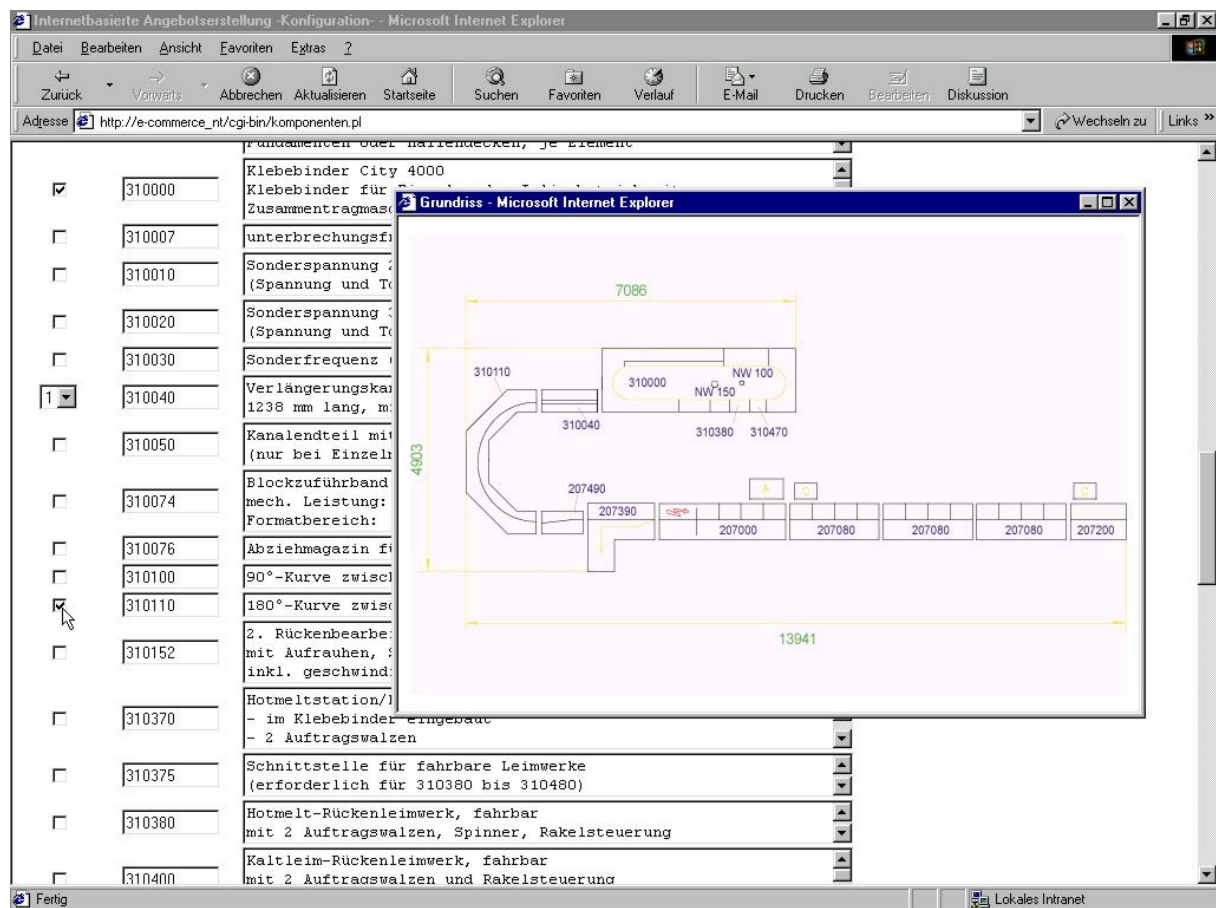


Abbildung 42: Zusammentragmaschine und Klebebinder in 180°-Anordnung

Im Folgenden würde jetzt eine Bandstrecke an den Klebebinder angefügt werden. Die entsprechenden Konfigurationsschritte sind analog zu denen der Zusammentragmaschinen und Klebebinderkonfiguration. Da die Methode von Konfiguration und Anlagenvisualisierung deutlich wurde, soll auf eine weitere Darstellung verzichtet werden. Sind alle Konfigurationsschritte durchlaufen, ist abschließend das in Abbildung 43 dargestellte Layout zu sehen.

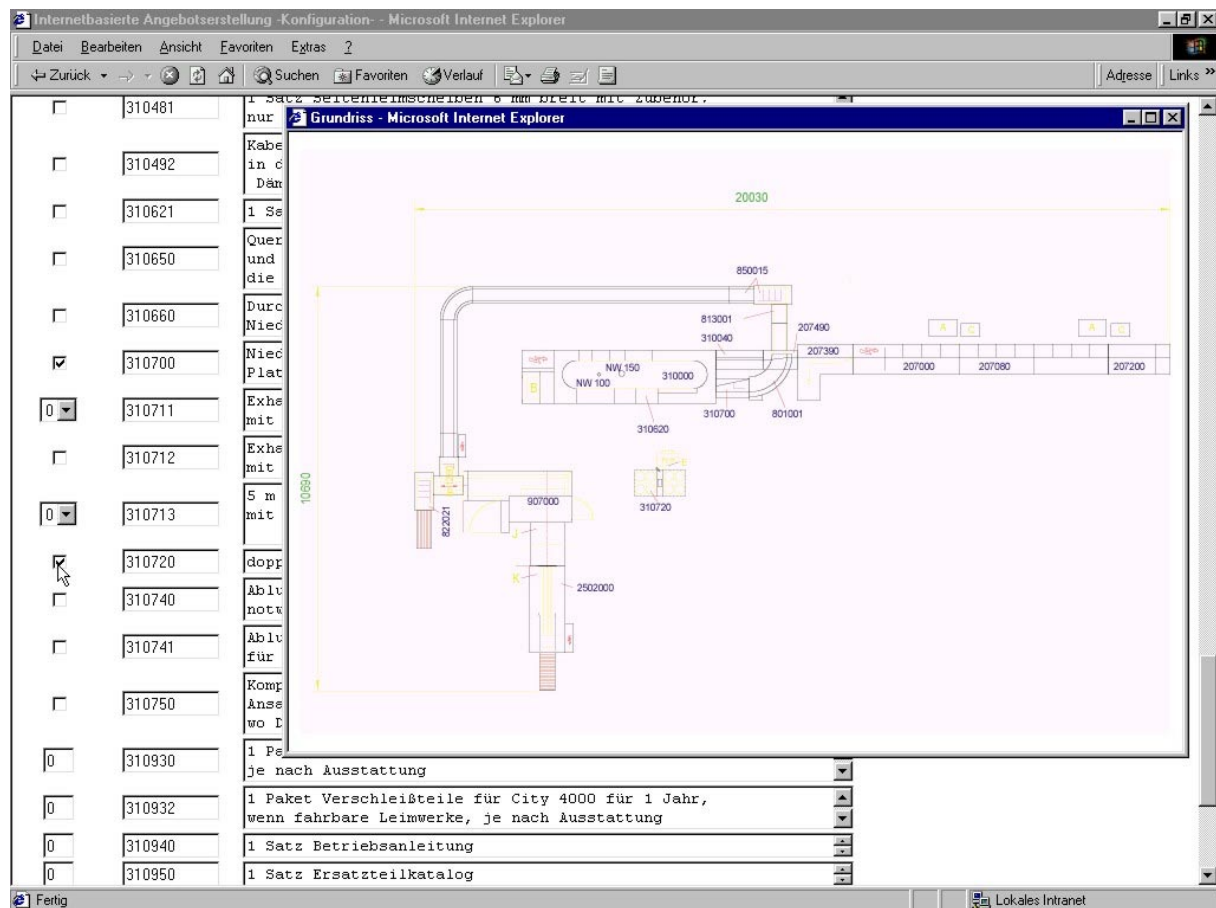


Abbildung 43: Layout einer kompletten Bindelinie mit Zusammentragmaschine, Klebender, Bandsystem und Dreischneider

6.2.5.1 Bildsteuerung des SVG-Grundrisses

Die Grundrisse, die in dem zweiten Browserfenster dargestellt werden, füllen dieses Fenster immer genau aus. Das geöffnete Fenster hat eine Größe von 640 zu 420 Punkten, kann aber durch den Benutzer auch bildschirmfüllend aufgezoogen werden. Fährt man mit dem Mauszeiger über den dargestellten Grundriss, kann durch Drücken auf die rechte Maustaste eine Bildsteuerungsmenü geöffnet werden (Abbildung 44). Dieses Menü erlaubt, innerhalb des Fensters Operationen mit der SVG-Grafik durchzuführen. Das Bild kann kopiert, gespeichert oder nach Belieben gezoomt werden.

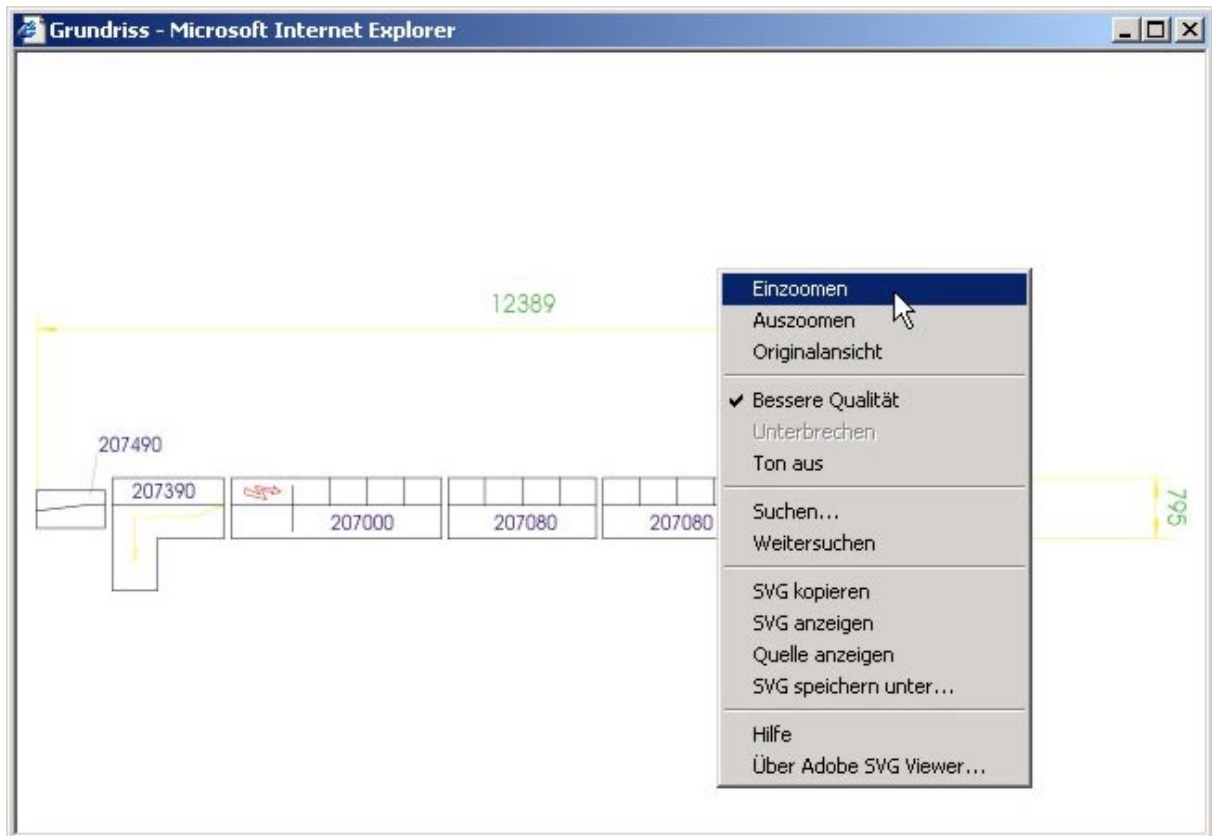


Abbildung 44: SVG-Bildsteuerung

Im Fall der Darstellung einer kompletten Maschine oder Anlage ist die Möglichkeit der Detailvergrößerung von großem Nutzen. Zentrum der Vergrößerung ist die jeweilige Position des Mauszeigers beim Öffnen des Steuerungsmenüs.

Abbildung 44 zeigt die Darstellung der gesamten Zusammentragmaschine des Beispiels. Das Bildsteuerungsmenü wurde bereits durch Drücken auf die rechte Maustaste geöffnet. Durch Auswahl des Menüpunkts Einzoomen wird die Grafik auf die in Abbildung 45 gezeigte Detaildarstellung der Grundeinheit und Criss-Cross-Auslage vergrößert. Wie in Kapitel 3.5.4.1 erläutert, wird die Vergrößerung ohne Qualitätsverlust dargestellt. Eine Rasterung wie in Abbildung 7 ist nicht erkennbar.

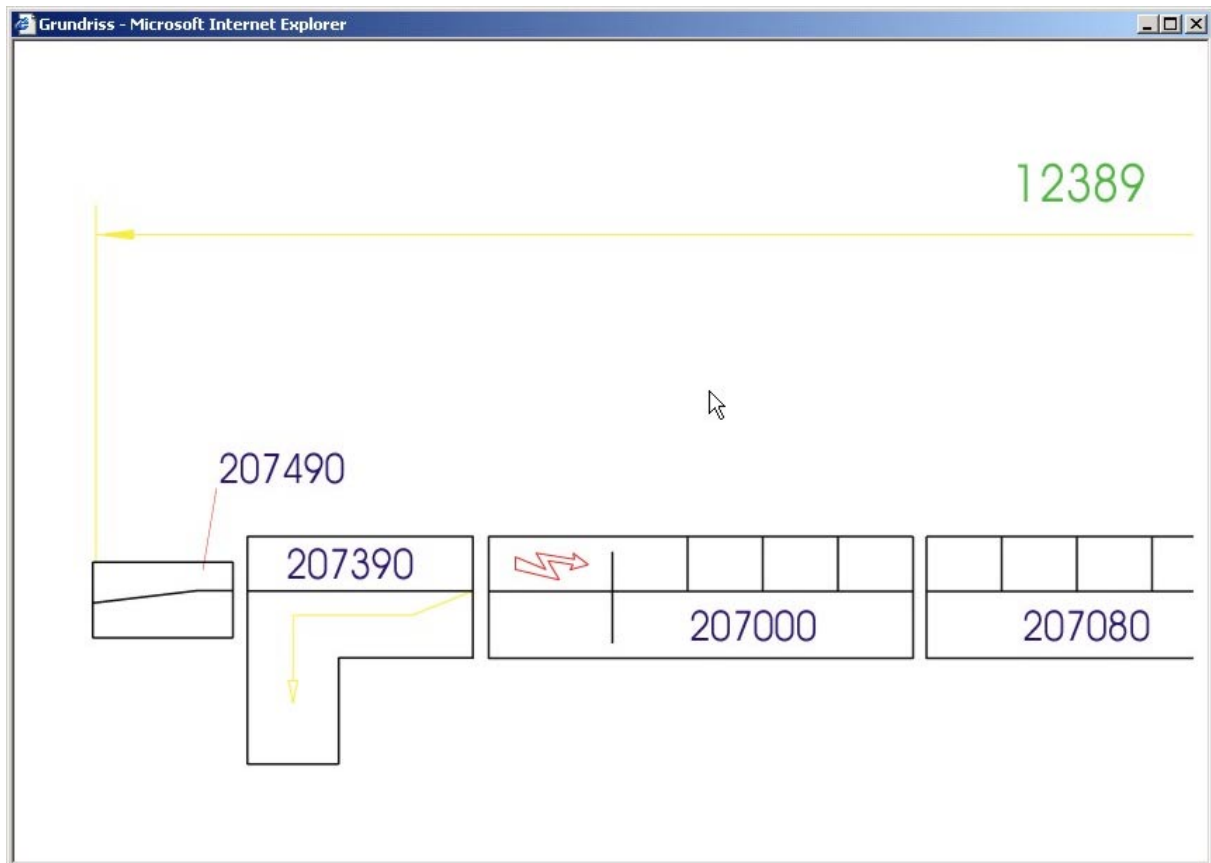


Abbildung 45: Vergrößerte Darstellung von Abbildung 44

Eine Druckfunktion gehört nicht zum Umfang der Bildsteuerung. Ein Ausdrucken ist aber mit Hilfe des Druckbefehls des Browsers jederzeit möglich.

6.2.6 Nebenkosten und Angebotskonditionen

Ist die Konfiguration der Anlage beendet, werden durch Drücken des Knopfes „Weiter“ alle gewählten Komponenten an das Skript **nebenkosten.pl** übergeben. Durch das Skript werden konfigurationsabhängig bei Auslieferung und Montage entstehende Nebenkosten berechnet. Diese sind sehr herstellerspezifisch. Eine detaillierte Darstellung ist daher im Rahmen dieser Arbeit nicht notwendig.

Das erscheinende Formular ist die letzte Eingabemaske im Programmablauf. Hier werden durch Drücken des Knopfes „Speichern“ alle Daten des Angebots in einer Datei gespeichert. Diese Datei kann im ersten Formular, beschrieben in Kapitel 6.2.1, bei Bedarf aufgerufen und editiert werden.

Sowohl durch Drücken des Knopfs „Speichern“ als auch durch Drücken des Knopfs „Weiter“ werden die Daten an das Skript **berechnung.pl** weitergegeben und die Seite wird verlassen.

6.2.7 Angebotsdokumentation

Die Angebotsdokumentation besteht aus drei Teilen. Vor der Anzeige des Angebots auf dem Bildschirm wird der Angebotspreis durch das Skript **berechnung.pl** berechnet und in das HTML-Dokument eingefügt. Dieses HTML-Dokument kann gemeinsam mit dem zugehörigen Layout durch den Benutzer gedruckt werden. Dieses schriftliche Dokument geht als rechtlich verbindliches Angebot zum Endkunden.

6.2.7.1 Preisberechnung

Der Angebotspreis setzt sich zusammen aus Maschinenwert, Nebenkosten, Provisionen und Nachlässen. Genau wie bei der Nebenkostenberechnung wird es sich um herstellerspezifische Rechnungen handeln, die je nach Anwendungsfall stark variieren werden. Auf eine detaillierte Erläuterung im Einzelnen wird darum verzichtet.

6.2.7.2 Angebotsdarstellung

Das Angebot wird im Browser in der Form angezeigt, in welcher es später ausgedruckt werden soll. Bei der Gestaltung des Formulars wurde daher auf dessen Aussehen und Druckbarkeit Wert gelegt.

Das Formular ist in die Bereiche Angebotskopf, Angebotskörper und Angebotsfuß aufgeteilt.

Im Angebotskopf werden die Adressdaten des Herstellers und des Kunden dargestellt. Direkt anschließend folgen in Tabellenform die zuvor berechneten Werte für die Einzelpositionen, die gemeinsam mit einer Positionsnummer, der gewählten Menge, der Identnummer der Position, deren Beschreibung und dem Verpackungswert angezeigt werden. Pro Position wird ein Gesamtpreis dargestellt, der sich aus der Multiplikation von Positionswert und dessen Anzahl ergibt. Der Verpackungspreis bleibt hiervon unberührt. Sind alle Positionen einer

Anlagenkomponente angezeigt, wird eine Zeile eingefügt, in der die Zwischensumme für Maschinen- und Verpackungswert ausgewiesen ist.

Nachdem die letzte Anlagenkomponente angezeigt worden ist, ist im Anlagenfuß als Summe der Werte der Komponenten der Maschinenwert zu sehen. Nach Ausweisen der Nebenkosten sowie der Nachlässe und Provisionen wird zuletzt der Gesamtwert des Angebots dargestellt.

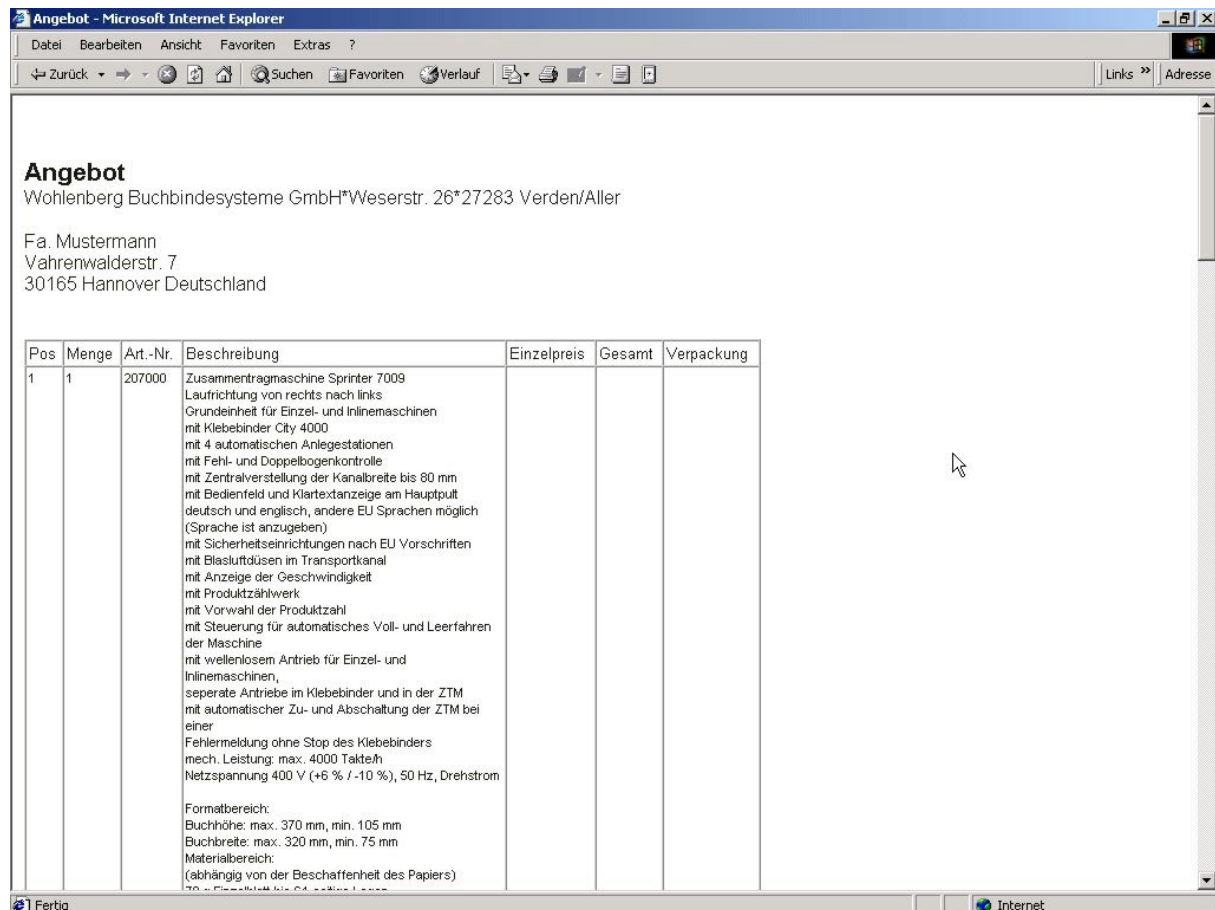


Abbildung 46: Ausschnitt aus einem Bildschirmangebot

In Abbildung 46 ist ein Teil des Angebots der in dieser Arbeit konfigurierten Beispielanlage gezeigt. Selbst bei kleineren Anlagen besteht ein Angebot aus mehreren Bildschirmseiten und kann deshalb an dieser Stelle nur gekürzt gezeigt werden.

6.2.7.3 Dokumentendruck

Das auf dem Browserbildschirm gezeigte Angebot, das im HTML-Format vorhanden ist, wird mit Hilfe der Druckfunktion des Browsers ausgedruckt. Einen beispielhaften Ausdruck eines Angebots zeigt Abbildung 47. Das angezeigte Angebot ist im HTML-

Format. Selbst in der momentan aktuellen Version HTML 4.01 sind Druckbefehle, wie zum Beispiel Seitenumbrüche, nicht definiert. Da das Angebot in schriftlicher Form auch bei einfachsten Einzelmaschinen immer größer als eine DIN A4-Seite ist, ist die Definition von Seitenumbrüchen jedoch unabdingbar.

Die Verwendung von Cascading Style Sheets CSS stellt einen Ausweg aus dem Problem dar, denn mit Hilfe von CSS Version 2.0 können Seitenumbrüche in HTML-Dokumente eingefügt werden. Ein Nachteil dieses Vorgehens ist, dass zum Zeitpunkt des Entstehens dieser Arbeit ausschließlich die Browser der Firma Microsoft® („Internet Explorer®“ in der Version 4 oder 5) CSS 2.0 unterstützen. Allerdings sind für das erste Quartal 2001 neue Browser-Versionen von den Firmen Netscape und Microsoft angekündigt, die beide den Sprachumfang von CSS 2.0 beherrschen sollen.

Wird das Dokument mit einem CSS 2.0 –fähigen Browser gedruckt, führen die im HTML-Dokument enthaltenen Steuerzeichen für Seitenumbrüche an definierten Stellen. Dadurch wird ein ungewollter Umbruch innerhalb von Tabellenzeilen vermieden.

Angebot

Fa. Mustermann
 Vahrenwalderstr. 7
 30165 Hannover Deutschland

Pos	Menge	Art.-Nr.	Beschreibung	Einzelpreis	Gesamt	Verpackung
1	1	207000	Zusammentragmaschine Sprinter 7009 Laufrichtung von rechts nach links Grundeinheit für Einzel- und Inlinemaschinen mit Klebebinder City 4000			3 €
2	3	207080	Erweiterung um je 4 Anlegestationen (bis max. 20 Stationen),			4 €
3	1	207200	Handzulegestation inkl. Steuerung für automatisches Zu- und Abschalten der einzelnen Stationen ZTM bei Handeinlage, nutzbarer Zulegebereich 650 mm			5 €
4	2	207270	Druck-Vakuum-Pumpe bis 8 Stationen 1x bis 20 Stationen 2x			0 €
10	1	207490	Überführung zum Klebebinder City 4000			7 €
Zwischensumme Sprinter						7 €
11	1	310000	Klebebinder City 4000 Klebebinder für Einzel- oder Inlinebetrieb mit Zusammentragmaschine Sprinter 7009/7010			7 €
12	1	310040	Verlängerungskanal zwischen ZTM und Klebebinder, 1238 mm lang, mit Handzulegestation			5 €
20	1	310750	Kompressor 1,5 kW für Druckluftversorgung 10 bar Ansaugvolumen: 285 dm ³ /min., Kesselvolumen: 40 dm ³			0 €
Zwischensumme Kompressor						5 €
Gesamt						3 €
Maschinenwert:						
Nebenkosten:						
Verpackung:						
Lieferung frei Haus Hannover:						
Montage/Inbetriebnahme/Schulung:						
Summe Nebenkosten:						
Gesamt-Angebotswert:						

Abbildung 47: Ausschnitt aus einem gedruckten Angebot

Das Visualisierungsfenster mit dem dargestellten Anlagenlayout wird wie in Kapitel 6.2.5.1 beschrieben gedruckt. Die Druckfunktion des Browsers lässt nach Eingeben des Druckbefehls eine Druckerkonfiguration zu, so dass die Möglichkeit einer verschiedenformatigen Ausgabe besteht.

Die Erstellung eines kompletten Angebots via Internet und der Druck der zugehörigen Dokumente (Angebot und Layout) wird auf die beschriebene Weise ermöglicht. Dies kann weltweit und zu jeder beliebigen Tageszeit geschehen, ohne dass weitere Innendienstmitarbeiter einbezogen werden müssen.

6.2.7.4 Speicherung des Angebots

Die Speicherung eines erstellten Angebots wird im Formular „Inbetriebnahme und Angebotskonditionen“ vorgenommen. Sie wird nur zugelassen, wenn eine Anlage technisch richtig konfiguriert wurde und speichert die Angebotsstammdaten und alle ausgewählten Preislistenpositionen in einer ASCII-Datei. Der Dateiname und dessen Pfad sind durch den Benutzer frei wählbar, wobei eine Standardextension und ein Standardpfad vorgeschlagen werden.

Wird eine solche Datei in der Kundenstammdatenmaske aufgerufen, werden alle Stammdatenfelder gefüllt. Geht der Anwender daraufhin in den Konfigurator, werden ihm alle Positionen des aufgerufenen Angebots wieder angezeigt. Alle Eingaben können mit neuen Werten überschrieben werden.

Hilfreich ist dies, wenn Angebote nicht neu erstellt, sondern überarbeitet werden. Häufig werden in der Angebotsphase Nachlässe oder Kosten für Inbetriebnahme nachverhandelt. Durch Aufruf des letztgültigen Angebots an den Kunden können diese Änderungen schnell und komfortabel eingegeben werden. Die neue Version des Angebots kann wiederum in Form einer ASCII-Datei gespeichert werden.

Darüber hinaus ist es möglich, das Bildschirmangebot in der Standardsoftware Browser abzuspeichern. Dieses HTML-Dokument kann dann zum Beispiel in eine Textverarbeitungssoftware eingelesen werden. Dadurch ist es möglich auch sonderformatierte Angebote zu erstellen. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang der Angebotsfall der Proformarechnung. Eine Proformarechnung entspricht einem Angebot, in dem lediglich Gesamtsummen ausgewiesen werden. Solche Proformarechnungen werden von den Kunden meist verwendet, um einen Akkreditiv von ihrer Hausbank anzufordern. Da so eine einfache Möglichkeit gegeben ist, in die Form der Angebote einzugreifen, soll auf die programmiertechnische Editiermöglichkeit der Angebotsform verzichtet werden. Trotzdem werden mit der dargestellten Form 99 % aller Angebotsvarianten des Pilotanwenders abgedeckt.

6.3 Test und Bewertung des Prototypen

Die Inbetriebnahme von neu erstellten Softwaresystemen stellt Systemadministratoren und Programmierer grundsätzlich vor große Probleme. Bis das neue System fehlerfrei und in vollem Umfang arbeitet, ist ein nicht unerheblicher Zeitraum für Tests und Fehlerbeseitigung einzuplanen.

6.3.1 Test und Fehlerbereinigung

Noch in der Programmierphase wurden in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern des Pilotanwenders Testangebote mit dem CGI-Programm erstellt, die auf technische und grafische Richtigkeit geprüft wurden.

Das fertig erstellte CGI-Programm wurde zunächst auf dem Rechner eines Mitarbeiters des Verkaufsaußendienstes installiert, der die Aufgabe hatte, nach der zuvor beschriebenen Hauptfehlerbereinigung das System im Praxiseinsatz zu testen. Die Angebote, die der Mitarbeiter als technisch und grafisch richtig bewertete, wurden in gedruckter Form als bindendes Angebot dem Kunden zugesandt. Da auf die Phase der Hauptfehlerbereinigung das Hauptaugenmerk gelegt wurde, erwies sich die Fehlerquote als äußerst gering. Um eine möglichst hundertprozentige Fehlerfreiheit zu garantieren, wird diese Phase des eingeschränkten Praxiseinsatzes mehrere Monate in Anspruch nehmen.

6.3.1.1 Variantenkonfigurator

Für Testzwecke wurde ein Konzept entworfen, anhand dessen alle Komponentenkombinationen systematisch als Internetangebot konfiguriert wurden. Hierbei waren zwei Kombinationen zu unterscheiden:

- Technisch richtige Konfiguration

Bei der Eingabe von technisch richtigen Anlagenkonfigurationen dürfen keine Fehlermeldungen, wie sie in Kapitel 6.2.4.1 beschrieben sind, auftreten. Das Auftreten einer Fehlermeldung verhindert ein weiteres Bedienen des Programms bis zur Beseitigung der, in diesem Testfall vermeintlichen, Fehlkonfiguration durch den Benutzer: Auftreten einer solchen Fehlermeldung ist auf eine unkorrekte Abbildung einer Fehlkonfiguration im Programm zurückzuführen. Das für die Fehlermeldung verantwortliche ECMAScript, welches

bauteilbezogen in der Tabelle **liste** (Abbildung 24) hinterlegt ist, muss berichtigt werden. Nach der Korrektur des fehlerhaften ECMAScripts wird das nunmehr korrekte Skript ersatzweise in die entsprechende Stelle der Tabelle **liste** eingefügt.

- Technisch falsche Konfiguration

Wenn absichtlich technisch falsche Anlagenkonfigurationen eingegeben werden, muss für die jeweilige Fehlkonfiguration eine Fehlermeldung angezeigt werden. Wenn eine Fehlkonfiguration in das Programm eingegeben wurde und keine Fehlermeldung erfolgte, wurde das entsprechende ECMAScript stets berichtigt oder neu erstellt und in die Tabelle **liste** eingefügt.

Der zweite Fall der technisch falschen Konfiguration ohne Fehlermeldung trat wesentlich öfter auf, da es deutlich mehr Fehl- als erlaubte Konfigurationsmöglichkeiten gibt.

6.3.1.2 Visualisierung

Die Visualisierung der entstehenden Anlage ist wesentlich einfacher auf Funktion und Richtigkeit zu überprüfen als der Konfigurator. Das Einfügen einer Komponente wird in dem in Kapitel 6.2.5 beschriebenen zweiten Browserfenster grafisch abgebildet. Dargestellt werden lediglich für den Grundriss relevante Baugruppen. Die Prüfung der Visualisierungsfunktion kann in zwei Fehlergruppen aufgeteilt werden:

- Kein Einfügen einer Baugruppe

Wird in dem Konfigurator eine Komponente hinzugefügt und dies ist nicht auf dem Grundriss ersichtlich, obwohl die Komponente für den Grundriss relevant ist, liegt ein Fehler vor. In den meisten Fällen wurde die Baugruppe dann noch nicht als SVG-Grafik in die Tabelle **liste** eingefügt.

- Einfügen an falscher Stelle

Wurden grundrissrelevante Komponenten an die bereits konfigurierte Anlage an eine falsche Position bzw. in einer falschen Richtung angefügt, waren falsche Daten in den Tabellen **anfügepunkte** oder **verknüpfungspunkte** die Ursache. Das Skript **zeichnung.pl** bearbeitete die falschen Daten in mathematisch korrekter Weise, so dass die Fehlgrafik zustande kam. Nach Korrektur der falschen Werte wurden diese in die entsprechende Tabelle zurückgeschrieben.

Darüber hinaus war durch den testenden Vertriebsmitarbeiter zu überprüfen, ob die durch das Programm berechneten Abmaße der Anlage den eingegebenen Komponenten entsprachen und richtig angezeigt wurden. In mehreren Iterationschleifen wurde die Berechnung der Lage der Bemaßungslinien derart optimiert, dass sie den Grundregeln der Bemaßung nach DIN 406 entspricht.

6.3.2 Bewertung

Der durch einen Vertriebsaußendienstmitarbeiter durchgeführte Test des Prototypen unter Realbedingungen zeigt das große Potential der vorgestellten Methode auf, die (und damit gleichzeitig das Programm) bei über 90% aller Angebote, die der Pilotanwender erstellt, anwendbar ist. Lediglich im Fall von sehr speziellen Anfragen, die nur durch die Anfertigung von Sonderkonstruktionen zu befriedigen sind, muss auch

weiterhin der ehemals verwendete Prozessablauf, wie er in Abbildung 28 dargestellt ist, zur Anwendung kommen.

Die Tests unter Realbedingungen zeigen, dass selbst bei komplexen Anlagen die Angebotserstellung mit Hilfe des CGI-Programms innerhalb von höchstens eineinhalb Stunden durchgeführt werden kann. Damit hat sich die Durchlaufzeit eines Angebots unter Verwendung der neuen Methode um jeweils etwa zwei Manntage verringert. Bei mehreren hundert Angeboten, die der Pilotanwender jedes Jahr erstellt, bedeutet dies eine Einsparung von mehreren hunderttausend Mark.

Nicht nur die Einsparung an Zeit ist ein positiver Effekt bei der Einführung der neuen Methode. Zukünftig werden Angebote ausschließlich durch einen Mitarbeiter erstellt werden können. Dadurch sind Mitarbeiter anderer Abteilungen, wie Verkaufsinendienst, Versand, Service, Disposition und Einkauf nicht mehr in die Angebotserstellung mit einbezogen und können sich so auf ihre Kernaufgabenbereiche konzentrieren.

Außerdem ist die Resonanz von Kunden, die ein Angebot der neuen Form erhalten haben, überaus positiv, denn das direkt auf den Pilotanwender zugeschnittene Format der Angebotsdokumente ist übersichtlicher und enthält mehr Informationen als die bisher verwendeten Dokumente.

Die vorangehenden Überlegungen gelten, wenn die Angebote mit Hilfe der Methode durch den Vertriebsaußendienst im Werk erstellt werden. Wird das Verfahren allerdings in einem weiteren Schritt Kunden oder Verkaufsvertretungen zugänglich gemacht, ist mit einer weiteren, wesentlichen Entlastung des Vertriebs zu rechnen. In diesem Fall erfolgt die Angebotserstellung direkt von extern, ohne dass der Vertrieb tätig werden muss.

7 Zusammenfassung

Das Internet hat die Welt bereits in vielen Bereichen nachhaltig verändert. So haben sich die Übertragungszeiten von Dokumenten durch die Umstellung von Papier- auf elektronische Formen (wie z.B. E-Mail) außerordentlich verringert. Gerade in der produzierenden Industrie, wo Schnelligkeit ein entscheidender Wettbewerbsvorteil ist, kann daher auf den Gebrauch des Internet nicht mehr verzichtet werden. Trotzdem bestehen auch heute noch in Gebieten wie der Visualisierung von Vektorgrafiken Defizite. Für die Darstellung von Layoutplänen ist die Verwendung von Vektorgrafiken jedoch unbedingt anzuraten. Diese wiederum sind unverzichtbarer Bestandteil von Angebotsdokumenten der variantenreich produzierenden Anlagenbauer.

Durch die Verwendung der hier entwickelten Methode der strukturierten, vektorbasierten Komponentendarstellung und deren Integration in einen internetbasierten Variantenkonfigurator ist nunmehr eine grafisch interaktive Maschinenaufstellungsplanung im Internet möglich geworden. Hierdurch ist die Grundlage für eine internetbasierte und somit schnellere und effizientere Angebotserstellung gelegt.

Wichtiger Vorteil der Methode ist die sofortige visuelle Rückkopplung der erstellten Anlagenkonfiguration. Der Anwender nimmt somit die Auswirkungen seiner Entscheidungen sofort wahr. So kann er gewünschte Korrekturen vornehmen oder mehrere Anlagenvarianten vergleichen.

Die Verifizierung der Methode ist anhand einer prototypischen Realisierung am Beispiel des polygrafischen Maschinenbaus durchgeführt worden. Es ließ sich eindeutig nachweisen, dass unter Verwendung der entwickelten Methode eine grafisch interaktive Maschinenaufstellungsplanung im Internet möglich ist. Durch die Umsetzung des hier vorgestellten Konzepts wird der gesamte Ablauf der Angebotserstellung wesentlich vereinfacht und drastisch verkürzt. Darüber hinaus ist es aber auch möglich, dem Kunden direkt via Internet Angebote zu erstellen. Dieser konfiguriert sich mit seinem WWW-Browser eine auf seine spezifischen Probleme zugeschnittene Variante, wobei er die Änderung des Layoutplans bei jedem Konfigurationsschritt verfolgen und beeinflussen kann.

8 Literatur

- [ADO00] Adobe Systems Incorporated, SVG Viewer, <http://www.adobe.com/svg> , 345 Park Avenue, San Jose, CA 95110-2704, USA, 2000.
- [AGG87] Aggteleky, B.: Fabrikplanung. Band 1: Grundlagen. München: Hanser, 1987. – ISBN 3-446-14860-4
- [AUTO00] Autodesk, Inc: 111 McInnis Parkway, San Rafael, CA 94903, USA, 2000.
- [BACK84] Backhaus, K.: Auftragsplanung im industriellen Anlagengeschäft. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1984. - ISBN 3-18-400611-5
- [BLC89] Berners-Lee, T. ; Cailliau, R.: WorldWideWeb: Proposal for a HyperText Project. <<http://info.cern.ch/hypertext/WWW/Proposal.html>>, 1989.
- [BMW00] BMW AG, Internet CarConfigurator, <<http://www.bmw.de>>, 2000.
- [BMWi00] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium des Inneren, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnologie: Sicherheitstipps und Empfehlungen, 10 Tipps für Ihre Online-Sicherheit, <<http://www.sicherheit-im-internet.de/themes/themes.phtml?ttid=1&tsid=172&tdid=5&page=5>>, 2000.
- [BOG98] Bogatzki, A.: Fabrikplanung: Verfahren zur Optimierung der Maschinenaufstellung. Dissertation Universität Wuppertal. Regensburg: Roderer, 1998. – ISBN 3-89073-234-8
- [BRUNK95] Brunkhorst, U.: Integrierte Angebots- und Auftragsplanung im Werkzeug und Formenbau. Dissertation Universität Hannover. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1995. - ISBN 3-18-336602-9
- [BSMM93] Bronstein, I. N. ; Semendjajew, K. A.; Musiol, G.; Mühlig, H.: Taschenbuch der Mathematik. Thun: Deutsch, 1993. - ISBN 3-8171-2001-x

- [BUND95] Bundesregierung: Multimediale Kommunikation - Stand und Perspektive der Entwicklung in Deutschland. Antwort der Bundesregierung auf die große Anfrage der Fraktion der SPD, BT-Drs. 13/2129 vom 10.08.1995.
- [CO24] Copeland, M. T.: Principles of Merchandising, New York, 1924.
- [COREL99] Corel Corp: 1600 Carling Avenue, Ottawa, Ontario, K1Z 8R7, Canada, 1999.
- [DAN86] Dangelmaier, W.: Algorithmen und Verfahren zur Erstellung innerbetrieblicher Anordnungspläne. Habilitationsschrift Universität Stuttgart. Berlin u.a.: Springer, 1986. - 3-540-16144-9 - ISBN 0-387-16144-9
- [DAN99] Dangelmaier, W.: Fertigungsplanung. Berlin u. a.: Springer, 1999. – ISBN 3-540-665518-2
- [DC00] DaimlerChrysler AG, Internet Konfigurator, <<http://www.mercedes-benz.de>>, 2000.
- [DELL00] Dell Computer GmbH, Internet Konfigurator, <<http://www.dell.de>>, 2000.
- [DES89] Desatnik, R.: Long live the king, Quality Progress, Nr. 22, 1989.
- [DIN92] NN: Norm DIN 406-10. Technische Zeichnungen; Maßeintragung; Begriffe, allgemeine Grundlagen: Berlin: Beuth Verlag , 1992.
- [DOL81] Dolezalek, C. M.: Planung von Fabrikanlagen. Berlin u.a.: Springer, 1981. – ISBN 3-540-10580-8 - ISBN 0-387-10580-8
- [ES99] Eversheim, W.; Schuh, G.: Gestaltung von Produktionssystemen. In: Produktion und Management (VDI-Buch). Berlin [u. a.]: Springer-Verlag, 1999. – ISBN 3-540-65453-4
- [EV90] Eversheim, W.: Inbetriebnahme komplexer Maschinen und Anlagen. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1990. – ISBN 3-18-401016-3

- [EV98] Eversheim, W.: Organisation in der Produktionstechnik. Berlin u. a.: Springer, 1998. – ISBN 3-540-62650-6
- [FLO95] Flory, M.: Computergestützter Vertrieb von Investitionsgütern: Analyse, Gestaltungsempfehlungen, Perspektiven. Dissertation Universität der Bundeswehr München. Wiesbaden: Deutscher Universitäts Verlag [u.a.], 1995. - ISBN 3-8244-0259-9
- [FOJO99] Foster-Johnson, E.: Perl Module - Effektiv programmieren mit dem CPAN-Archiv. Bonn, 1999. - ISBN 3-8266-0570-5
- [GEI97] Geiger, C.: Supply Chain Management: Implications for Small and Rural Suppliers and Manufacturers. 1997.
- [GRI96] Griese, J.: Internet: Nutzung für Unternehmen. Stuttgart, 1996.
- [HAR77] Hardeck, W.: Raumplanung im Dialog mit graphischen Bildschirmsystemen. Inaugural-Dissertation Universität Erlangen-Nürnberg, 1977.
- [HAUS94] Hausschild, G.: Grundlagen der rechnergestützten Angebotserstellung im Maschinenbau, in: Seminarbericht 'Angebotserstellung und Konfiguration von komplexen Produkten' am 14.4.1994, CIM GmbH Informationsmanagement und Produktgestaltung. Aachen, 1994.
- [HERR87] Herrmann, F.: OCEX - ein Expertensystem zur Konfiguration von Kundenaufträgen. In: Wildemann, Horst (Hrsg.): Expertensysteme in der Produktion. München, 1987, S. 485-493. - ISBN 3-924483-66-3
- [HERS92] Herrmanns, A. ; Flegel, V.: Computer Aided Selling (CAS). München, 1992.
- [HH95] Hünerberg, R. ; Heise, G.: Multi-Media und Marketing: Grundlagen und Anwendungen. Wiesbaden: Gabler, 1995. - ISBN 3-409-13687-8
- [HH96] Hünerberg, R. (Hrsg.) ; Heise, G.: Handbuch des Online-Marketing: Wettbewerbsvorteile durch weltweite Datennetze. Landsberg/Lech: Verlag Moderne Industrie, 1996. - ISBN 3-478-23340-2

- [HOEL92] Hoelzer, E.: Das Angebot der Stunde. Angebotserstellung im Investitionsgüterbereich mit Konfex, Deckblatt, Heft 12, 1992.
- [HOMB93] Homburg, C.: Produktivitätssteigerung in Marketing und Vertrieb, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre insbesondere Marketing, Wissenschaftliche Hochschule für Unternehmensführung, Otto-Beisheim-Hochschule. 1993. (Schriftenreihe Management-Know-how)
- [HS92] Heinau, V. ; Schlichting, H.: NetNews - Informationen aus der ganzen Welt. DFN Mitteilungen, Heft 28, 1992. In: DFN Mitteilungen (1992), Nr. 28.
- [HSF85] Harrenstien, K. ; Stahl, M. ; Feinler, E.: NICNAME/WHOIS. RFC 954, 1985.
- [HW82] Harrenstein, K. ; White, V.: NICNAME/WHOIS. RFC 812, 1982.
- [HWL94] Hanewinkel, F.: Entwicklung einer Methode zur Bewertung von Geschäftsprozessen. Dissertation Universität Hannover. Düsseldorf, VDI-Verlag, 1994. – ISBN 3-18-307116-9
- [INA00] INA Wälzlager Schaeffler oHG, Internet Produktkatalog, <<http://ina.de>>, 2000.
- [INC93] WAIS Inc. (Hrsg.) : WAIS Server, WAIS Workstation, WAIS Forwarder for UNIX, California, Technical Description, Release 1.1, 1993.
- [ISO84] NN: Norm ISO 5806 1984-12. Spezifikation für Entscheidungstabellen mit je einer Antwort. California, 1993. Technical Description (Release 1.1)
- [ISO86] NN: Norm ISO 8879. Information processing - Text and office systems - Standard Generalized Markup Language (SGML). California, 1986.
- [JAS99] Jaslar, J. ; Erzinger, F.: Meeting the integration challenge: best practices in supply chain alignment. Washington D.C.: National Petrochemical & Refiners Association, 1999. (Schriftenreihe NPRA: AM; 99/22)

- [JUE95] Jürging, Claus-P.: Rechnerunterstützte Auftragsabwicklung in dezentralen Produktionsbereichen. Dissertation Universität Hannover. Düsseldorf : VDI, 1995 (Fortschritt-Berichte VDI : Reihe 2, Fertigungstechnik). - ISBN 3-18-336302-x
- [KD93] Kurbel, K. ; Dornhoff, P.: Aufwandsabschätzung für Software-Entwicklungsprojekte mit Hilfe von fallbasierter Wissensverarbeitung. In: ZfB (1993), Nr. 10, S. 1047-1065.
- [KEMM92] Kemma, A. : Marktorientierte Unternehmensführung - Philosophie, Strategie und operative Aufgabe. In: VDMA (Hrsg.): Marktorientierte Unternehmensführung im Maschinenbau. Maschinenbauverlag, 1992.
- [KIL91] Kilian, W.: Datensicherheit in Computernetzen. In: CR (1991), S. 73-80.
- [KLEV95] Klevers, T.: Effiziente Angebotsbearbeitung in schlanken Vertriebsstrukturen. (Konferenzband zum Workshop 'Effiziente Angebotserstellung für komplexe Produkte). Mainz: Verlag Mainz, 1995.
- [KNÜT92] Knüttel, W.: Welches sind die entscheidenden Elemente einer erfolgreichen Vertriebsorganisation? In: VDI (Hrsg.): Erfolgreicher verkaufen durch systematische Marktbearbeitung. Düsseldorf: VDI-Verlag, , 1992 (VDI-Berichte, Nr. 954). - ISBN 3-18-090954-4
- [KOCH95] Koch, R.: Aufgaben und Randbedingungen der Angebotsbearbeitung (Seminarreihe des VDI-Bildungswerks, Teil 3: 'Angebotserstellung'). Düsseldorf, 1995.
- [KOCH99] Koch, S.: JavaScript, Einführung, Programmierung und Referenz. Heidelberg: Dpunkt Verlag, 1999. - ISBN 3-932588-26-6
- [KÖR96] Körsmeier, R.: Kundennahe, rechnerunterstützte Angebotserstellung im Vertriebsaußendienst für komplexe Investitionsgüter, Dissertation Universität Paderborn. In: Fortschrittsberichte VDI (Reihe 16 Nr. 89). Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996. - ISBN 3-18-308916-5

- [KUR97] Kurbel, K.: Internet-Nutzung im Business-to-Business-Bereich: Stand der Entwicklung, Typologie und Anwendungsbeispiele. In: Krallmann, H. (Hrsg.): Tagungsband Wirtschaftsinformatik-Kongress ,97. Berlin, 1997, S. 34-42.
- [LAM96] Lambrecht, S.: Marketing im Internet: Chancen, Konzepte und Perspektiven im World Wide Web, Freiburg i. Br., 1996.
- [LH93] Link, J.; Hildebrand, V.: Database Marketing und Computer Aided Selling: Strategische Wettbewerbsvorteile durch neue informationstechnologische Systemkonzeptionen. München, 1993.
- [MACRO00] Macromedia, Inc: 600 Townsend Street, San Francisco, CA 94103, USA, 2000.
- [MAN75] Manthey, G.: Untersuchung der Struktur von Planungsproblemen am Beispiel der Fabrikplanung. Dissertation Universität Hannover. Hannover, 1975.
- [MF95] Mertens, P.; Faisst, W.: Virtuelle Unternehmen - eine Organisationsstruktur für die Zukunft? In: Technologie & Management (1995), Nr. 44, S. 61-68.
- [MICRO98] Micrografx, Inc: 8144 Walnut Hill Ln., Suite 1050, Dallas, TX 75231, USA, 1998.
- [MR70] Müller, H. E. W.: Die optimale Raumverteilung in Fabrikanlagen bei Umstellungs- und Erweiterungsplanungen. Dissertation Universität Braunschweig, 1970.
- [MR92] Müller, S.: Entwicklung einer Methode zur prozessorientierten Reorganisation der technischen Auftragsabwicklung komplexer Produkte. Dissertation Universität Aachen. Aachen, Verlag Shaker, 1993. – ISBN 3-86111-332-5
- [NK86] North, T. ; Kretschmar, M.: Aufwandsabschätzung von DV-Projekten: Darstellung und Praxisvergleich der wichtigsten Verfahren. Berlin, 1986.

- [OLI96] Oliphant, Z.: Programming Netscape Plug-Ins, Sams.net Publishing, Indianapolis, 1996.
- [OLT00] Oltermann, R.: Systematik der Abschätzung von Fertigungstoleranzen auf Grundlage einer Auswertung der laufenden Fertigung. Dissertation Universität Saarbrücken. Saarbrücken, 2000. – ISBN 3-930429-50-0
- [OP00] Opera Software AS, Waldemar Thranesgt. 86b, N-0175 Oslo, Norwegen, 2000.
- [OTT96] Ott, M. C.: Neue Wettbewerbspositionen durch visionäre Organisation: Virtuelle Unternehmen. In: Gabler Magazin (1996), Nr. 4, S. 18-21.
- [PARA98] Paragraph Company: 1960 Zanker Road, San Jose, CA 95112, USA, 1998.
- [PR83] Postel, J. ; Reynolds, J.: Telnet Protocol Specification. RFC 854, 1983.
- [PR85] Postel, J. ; Reynolds, J.: FILE TRANSFER PROTOCOL (FTP), RFC 959, 1985.
- [RAM97] Ramsauer, C.: Dezentrale PPS-Systeme: neue Strukturen bei hoher Innovationsdynamik. Wiesbaden: Gabler, 1997. - ISBN 3-409 –12231-1
- [SBGK94] Scheller, M. ; Boden, K.-P. ; Geenen, A. ; Kampermann, J.: Internet: Werkzeuge und Dienste. Berlin: Springer, 1994. - ISBN 3-540-57968-0
- [SCHDI90] Schulze Diekhoff, M.: Integriertes System zur ablauforientierten Fabrikplanung. Dissertation Universität Darmstadt. München: Hanser, 1990. – ISBN 3-446-16268-2
- [SCHI98] Schilli, M.: Go to Perl 5. Bonn: Addison-Wesley, 1998. - ISBN 3-8273-1378-3
- [SCHW00] Schwetz, W.: Marktspiegel Computer Aided Selling, Customer Relationship Management, 10. Auflage, Unternehmensberatung Wolfgang Schwetz BDU, Karlsruhe, 2000. – ISBN 3-409-19568-8
- [SIEB96] Sieber, P.: Die Internet-Unterstützung Virtueller Unternehmen. In: Ehrenberg, D. ; Grise, J. (Hrsg.): Informations- und Kommunikations-

- systeme als Gestaltungselement virtueller Unternehmen. Bern, 1996 (Arbeitspapier Nr. 6) S. 14-25.
- [SP93] Schwartz, F. ; Tsirigotis, P.: Applying an Information Gathering Architecture to Netfind, 1993.
- [SLLC99] Soft Source LLC: 301 W.Holly, Bellingham, Washington 98225, USA, 1999.
- [TB94] Trampler, J. ; Becker, M.: Modellgestützte Arbeitsplanung im Formenbau. In: VDI-Z (1994), Nr. 5, S.48-50.
- [TB98] Trampler, J.: Variable Optimierung von NC-Programmen für die mehrachsige Fräsbearbeitung. Dissertation Universität Hannover. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1998. – ISBN 3-18-347302-x
- [TBA90] Tönshoff, H.K. ; Beckendorff, U. ; Anderws, N.: Integrated computer aided planning of flexible manufacturing systems. (2.Int. Conf. Of Advanced Manufacturing Systems and Technology, Trento, Italy 1990), 1990. – Fortschrittsbericht
- [TBT95] Tönshoff, H.K. ; Brunkhorst, U. ; Tracht, K.: Produktmodell für die Angebots- und Auftragsplanung. In: ZWF. Bd. 90 (1995), Nr. 9, S. 435-437.
- [TÖ92] Tönshoff, H.K.: Can production be planned? In: WIRE. Bd. 43 (1993), Nr. 2, S. 131-137
- [TÖLA92] Tönshoff, H.K. ; Lange, V.: Fertigungsanlagen wissensbasiert entwerfen. In: ZWF. Bd. 87 (1992), Nr. 6, S. 314-318
- [TÖLA92] Tönshoff, H.K. ; Lange, V.: Integrated Planning of Manufacturing Systems. In: Manufacturing Systems. Bd. 21 (1992), Nr. 2, S. 85-91
- [TÖWI91] Tönshoff, H.K. ; Witte, H.-H.: Produkt- u. Werkstattmodelle für die Planung und den Betrieb von Produktionsanlagen. In: Wiendahl, H.-P. (Hrsg.): Modellbasiertes Planen und Steuern reaktionsschneller Produktionssysteme : Lösungskonzepte und Erfahrungen. (Hannover 15./16. Oktober 91). München : gfmt, 1991. - Tagungsbericht

- [TRANS00] Transtec AG: Internet Konfigurator, <<http://www.transtec.de>>, 2000.
- [VDA96] Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA): Produzieren am Standort Deutschland. Dokumentation: Institut der deutschen Wirtschaft Köln. Frankfurt/Main: edition agrippa, 1996.
- [VID98] Vidal, C. J.: A global supply chain model with transfer pricing and transportation cost, 1998.
- [VW00] Volkswagen AG, Internet Konfigurator, <<http://www.volkswagen.de>>, 2000.
- [W3C00] W3C: Scalable Vector Graphics (SVG) 1.0 Specification. W3C Candidate Recommendation. Boston, August 2000.
- [W3C98] W3C: Extensible Markup Language (XML) 1.0, W3C Recommendation, 1998.
- [WEINS93] Weinhold-Stünzi, H.: Verkaufsförderung durch IEX: Unterstützung des Verkaufs durch multimediale Präsentationsformen. In: Thexis (1993), Nr. 2, S. 13-18.
- [WIE99] Wiegmann, A.: Electronic Commerce, Mehr als nur ein Einkaufsnetz. In: Office Management (1999) Nr. 1, S. 9 – 11.
- [WOL91] Wolfran, G.: Wirtschaftlichkeitsverfahren zur Bewertung von integrierten Informationstechnikkonzepten. In: Bullinger, H.-J. (Hrsg.): Handbuch des Informationsmanagements im Unternehmen: Technik, Organisation, Recht, Perspektiven. München: Beck, 1991, S. 1063-1095. - ISBN 3-406-33720-1
- [XARA99] Xara, LTD: Gaddesden Palace, Hemel Hempstead, HP2 6EX, UK, 1999.

Wissenschaftlicher Werdegang

Dipl.-Ing. Jürgen Klotzek

Geboren: 02. April 1966 in Singen am Hohentwiel

Vater: Waldemar Klotzek

Mutter: Burghild Klotzek, geb. Albrecht

Familienstand: ledig

Staatsangehörigkeit: deutsch

1972 - 1976

Johann-Peter-Hebel Schule in Rielasingen

1976 - 1985

Friedrich-Wöhler-Gymnasium in Singen

1985 - 1986

Grundwehrdienst in Neuhausen

1987 - 1995

Elektrotechnikstudium an der technischen Universität Hannover

Abschluss als Dipl.-Ing.

1995 - 1997

Selbständige Tätigkeit als EDV-Berater im Unternehmen

Klotzek, Bachmann & Söker GbR

1997 - 2000

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Integrierte Produktion Hannover IPH in Hannover.

Seit 2000

Geschäftsführender Gesellschafter der klotzek.de GmbH