

Diskussionsbeiträge des Instituts für Wirtschaftswissenschaften
der Universität Klagenfurt

Nr. 2003/01

Web-based Manufacturing

Ansatz eines betriebswirtschaftlichen Konzepts
einer internetbasierten Produktion

Thorsten Blecker

Universität Klagenfurt
Institut für Wirtschaftswissenschaften
Universitätsstr. 65 - 67
A - 9020 Klagenfurt
Telefon: +43 (0)463 / 27 00 - 4007
Telefax: +43 (0)463 / 27 00 - 4097

Februar 2003

**DISCUSSION PAPER OF THE COLLEGE OF BUSINESS ADMINISTRATION
UNIVERSITY OF KLAGENFURT, AUSTRIA**

ISBN 3-85496-019-0

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abbildungsverzeichnis	III
1 Einleitung	1
2 Grundlagen des Einsatzes von Internet-Technologien in der Produktion	5
2.1 Abgrenzung relevanter Technologien	5
2.2 Auswirkungen der Internet-Technologien auf die Informationsprozesse am Beispiel des Manufacturing Execution Systems	9
2.3 Stand der Forschung zu Produktionskonzepten auf der Basis von Internet-Technologien	12
3 Web-based Manufacturing als neues Produktionskonzept	20
3.1 Grundlagen des Web-based Manufacturing	20
3.2 Abgrenzung des Web-based Manufacturing von ausgewählten Produktionskonzepten	29
4 Ausgewählte betriebswirtschaftliche Aspekte des Web-based Manufacturing	36
5 Zusammenfassung und Ausblick	47
Literaturverzeichnis	49

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Problemstellung	4
Abb. 2: Ein Szenario des Einsatzes von Internet-Technologien in der Produktion	8
Abb. 3: Auswirkungen der Integrationslücke zwischen Planungs- und Prozeßleitebene	10
Abb. 4: Szenarien für die Integration von Planungs- und Prozeßleitebene	12
Abb. 5: Vergleichende Gegenüberstellung ausgewählter Ansätze für die Berücksichtigung von Internet-Technologien in der Produktion	18
Abb. 6: Schwerpunkte bestehender Ansätze einer internetbasierten Produktion	19
Abb. 7: Ausgewählte Charakteristika einer wettbewerbsfähigen Produktion	21
Abb. 8: Elemente des Web-based Manufacturing	27

1 Einleitung

In den letzten Jahren treten im Umfeld von Industrieunternehmen bedeutende (technologische) Veränderungen auf. Besonders hervorzuheben sind die zunehmende Verbreitung und die stark steigende kommerzielle Nutzung des Internet.¹ Als wichtigstes Medium der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien hat das Internet einen großen Einfluß auf die aktuelle Situation der Industrieunternehmen², da in der Produktion der Einsatz von neuen Technologien eine besonders hohe Bedeutung hat³. Die enorme Bedeutung für die Produktion wird durch die bisherigen Entwicklungsprozesse des Einsatzes von Informations- und Kommunikationstechnologien deutlich. Die ersten produktionstechnischen und produktionswirtschaftlichen Anwendungen waren ausnahmslos Insellösungen, die nur für sehr eng abgegrenzte Anwendungsgebiete geschaffen wurden. Später wurden mit der Teilintegration der CAx-Systeme zum CAD/CAM sowie der Integration der CAx-Technologien mit der Produktionsplanung und -steuerung zum „Computer Integrated Manufacturing“ (CIM) umfassendere Ansätze entwickelt.⁴ Der bereits 1973 von Harrington⁵ geprägte Begriff der rechnerintegrierten Produktion (CIM) beschreibt die Zusammenführung und Unterstützung aller administrativen und technischen Prozesse in Industrieunternehmen mit Hilfe von Computern.⁶ Ziel ist ein durchgängiger Informationsfluß in allen mit der Produktion zusammenhängende technisch-organisatorischen Betriebsbereichen. Dazu wird in der höchsten Integrationsstufe eine gemeinsame Datenbasis aller Anwendungen implementiert.⁷

Ab Mitte der siebziger Jahre wurde der Einsatz dieser neuen Technologien auf den Bürobereich erweitert und es wurden die Begriffe „Office Automation“⁸ und

¹ Vgl. z.B. Hawryszkiewicz (1997), S. 193 ff., Mcbride (1997), S. 58 ff., Middleton (1997), Picot/Reichwald/ Wigand (1998), S. 272, Scharf (1998), S. 12, Sydow/Winand (1998), S. 28 ff., Thome (1998), S. 965, Wildemann (1997), S. 3 ff., Mutsaers/van der Zee/Giertz (1998), S. 115 ff., Hagel/Singer (1999).

² Vgl. z.B. Kempis/Ringbeck (1998), S. 139 ff., Blecker (1999), S. 60 ff., Blecker (2000), S. 56 ff.

³ Vgl. Lau (1998), S. 150 ff., Nagel/Erben/Piller (1999), S. 11, und Sendler (2001), S. 2 f. und 31 ff.

⁴ Zu einer übersichtlichen Abgrenzung der Begriffe und einer Funktionszuordnung vgl. AWF (1985).

⁵ Vgl. Harrington (1973).

⁶ Vgl. zu einer kurzen Übersicht der unterschiedlichen Modelle des CIM z.B. Mertins/Süssenguth/Jochem (1994), S. 27 ff. Einen Überblick über die Entwicklung des CIM-Konzepts gibt Büring (1997), S. 23 ff.

⁷ Vgl. Scheer (1986), S. 9, Corsten (1998), S. 552 ff.

⁸ Vgl. zu der Entwicklung und den (frühen) Elementen der Büroautomation z.B. Bullinger (1984) und Schwarze (1988), S. 217 – 220.

„Computer Aided Office“ (CAO)⁹ geprägt. Die Konzepte des CIM und CAO wurden in weiterer Folge zum „Computer Integrated Business“ (CIB)¹⁰ bzw. zu „Computer Aided Industry“ (CAI)¹¹ zusammengeführt.

Obwohl im Unterschied zu dem in den 60'er Jahren von Skinner beklagten „missing link in strategy“¹² die Produktion von vielen Industrieunternehmen heute bewußt als Instrument zur Erzielung von Vorteilen im Wettbewerb eingesetzt wird,¹³ werden diese Entwicklungen von der unternehmerischen Praxis kaum aufgegriffen. Die industrielle Praxis ist statt dessen noch immer durch ein erhebliches Defizit bei der Nutzung moderner Rechnersysteme und neuer Informations- und Kommunikationssysteme gekennzeichnet.¹⁴ So ist beispielsweise eine durchgängige und integrierte Nutzung der rechnerunterstützten Konstruktion und Fertigung nur selten festzustellen, obwohl die erforderlichen Technologien bereits seit über zehn Jahren zur Verfügung stehen.¹⁵ Eine hohe Verbreitung haben lediglich (einfache) CAD-Systeme sowie Systeme der Produktionsplanung und -steuerung gefunden.¹⁶ Integrierte Konzepte, z.B. CAD/CAM oder CIM, und komplexe Fertigungstechniken, z.B. Flexible Fertigungssysteme, werden nur in wenigen Unternehmen eingesetzt.¹⁷ Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Nutzung des Internet. Das Internet wird zwar von vielen Unternehmen als ein sehr wichtiges Medium erkannt.¹⁸ Es ist aber kritisch anzumerken, daß der Einsatz des Internet bislang vorwiegend in den Bereichen Business-to-Business (B2B) und Business-to-Consumer (B2C) erfolgt, z.B. in Form von Insellösungen für das Bestellwesen (e-Procurement)¹⁹, die Beschaffung und den Einkauf (elektronische Märkte),²⁰ das Marketing, sowie teilweise für verteilte CAD-Systeme²¹ und die Telekooperation²². Ein

⁹ Bestandteile des CAO schildert Pissot (1992), S. 27 f.

¹⁰ Vgl. Bullinger (1993), S. 603 f.

¹¹ Vgl. z.B. die Anfang der 90er Jahre von der Siemens Nixdorf AG angebotenen CAI-Systeme (auch: Computer assistierte Industrie) bei Lemke (1992), S. 3 ff. Vgl. auch Pleschak (1991), S. 14 f.

¹² Skinner (1969), S. 136 ff.

¹³ Vgl. z.B. Kaluza (1989), Kaluza (1990), S. 57 ff., Kaluza (1996).

¹⁴ Vgl. Stock (1995), S. 28, VDMA (1996), S. 3, Büring (1997), S. 140, Milling (1997), S. 5 f.

¹⁵ Vgl. Spur/Krause (1997), S. 46.

¹⁶ Dieser Schwerpunkt der IT-Nutzung wurde bereits im Jahre 1994 in einer Studie des VDMA nachgewiesen und hat sich seither kaum verändert. Vgl. zu den Ergebnissen der Studie d'Arcy (1994), S. 9 ff.

¹⁷ Vgl. Büring (1997), S. 79 und 178.

¹⁸ Vgl. Wildemann (2000a), S. 18 f.

¹⁹ Vgl. z.B. Bussiek/Stotz (1999), S. 35 ff.

²⁰ Vgl. z.B. Arnold (1999), S. 285 ff., Brenner/Zarnekow (2000), S. 57 ff.

²¹ Vgl. Wagner/Castanotto (1997), S. 773 ff., Scharf (1998), S. 12.

²² Vgl. z.B. Luczak/Eversheim (1999), Reichwald et al. (2000).

innerbetrieblicher Einsatz findet trotz der großen Potentiale des Internet kaum statt.

Dieses Defizit ist aber nicht auf die unternehmerische Praxis beschränkt, sondern zeigt sich auch in der betriebswirtschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Forschung. So sind zwar bei Recherchen in internationalen Literaturdatenbanken mehrere tausend Nachweise zu den Stichworten Internet und Manufacturing (bzw. Production und Produktion) zu ermitteln. Aber auch hier werden in ingenieurwissenschaftlichen Veröffentlichungen vorwiegend Insellösungen geschildert, z.B. der Einsatz des Internet bei der Konstruktion oder der Datenübermittlung. Betriebswirtschaftliche Beiträge, z.B. aus dem Bereich des Produktionsmanagement, fehlen sogar fast völlig.²³ Es sind vor allem Beiträge zu CAx-Systemen, Systemen der Produktionsplanung und -steuerung und zur angeblich rechnerintegrierten Produktion zu finden. Lediglich einzelne praxisnahe Ansätze, wie agile Unternehmen²⁴, cybercorp²⁵, Extended Enterprise²⁶, Networked Enterprise²⁷ und Virtual Enterprise²⁸ beschreiben aus betriebswirtschaftlicher Sicht einen — oftmals ausschließlich zwischenbetrieblichen — Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien zum Erreichen der gesetzten Ziele. Zudem wird die Produktion in den Arbeiten, die sich explizit mit den Folgen neuer Informations- und Kommunikationstechnologien wie dem Internet auseinandersetzen, häufig vernachlässigt oder nur am Rande behandelt.²⁹

Es fehlt somit ein Ansatz, der einen durchgängigen innerbetrieblichen Einsatz der Internet-Technologien in Industrieunternehmen konzeptualisiert und ein darauf basierendes, integriertes Produktionskonzept entwickelt. Die Abb. 1 zeigt diese Problemstellung.

²³ Vgl. auch Piller (2000), S. 5 ff.

²⁴ Vgl. z.B. Goldman/Preiss (1992a) und Goldman/Preiss (1992b).

²⁵ Vgl. Martin (1996).

²⁶ Vgl. z.B. Childe (1998), S. 320 ff., Jagdev/ Browne (1998), S. 216 ff.

²⁷ Vgl. Hawryszkiewicz (1997).

²⁸ Vgl. z.B. Daniels (1998), S. 20 ff., Zhao/Cheung/Young (1999), S. 150 ff., Zhang/Zhang/Wang (2000), S. 59 ff.

²⁹ Vgl. z.B. Cairncross (1997), Crocker (1997), S. 1 ff., Hoch (1997), S. 7 ff., Höller/Pils/Zlabinger (1997), Jaros-Sturhan/ Schachtner (1998), S. 85 ff., die die Produktion völlig vernachlässigen. Lediglich in einigen wenigen Werken sind relativ kurze und häufig oberflächliche Ausführungen zur Produktion zu finden, z.B. bei Morton (1991), S. 9 ff., Osterman (1991), S. 233 ff., Hammond (1993), S. 206, Jaikumar/Upton (1993), S. 169 ff., Alpar (1996), S. 221 ff., Tapscott (1996), S. 176 ff., Nicholas (1998), S. 18 f., Picot/Reichwald/Wigand (1998), S. 242 ff. und 444 ff., Zerdick et al. (1999) sowie Keuper (2001), S. 389 ff. Vgl. aber auch als Ausnahmen Lau (1998), S. 150 ff., sowie die einführende Betrachtung bei Nagel/Erben/Piller (1999), S. 3 ff.

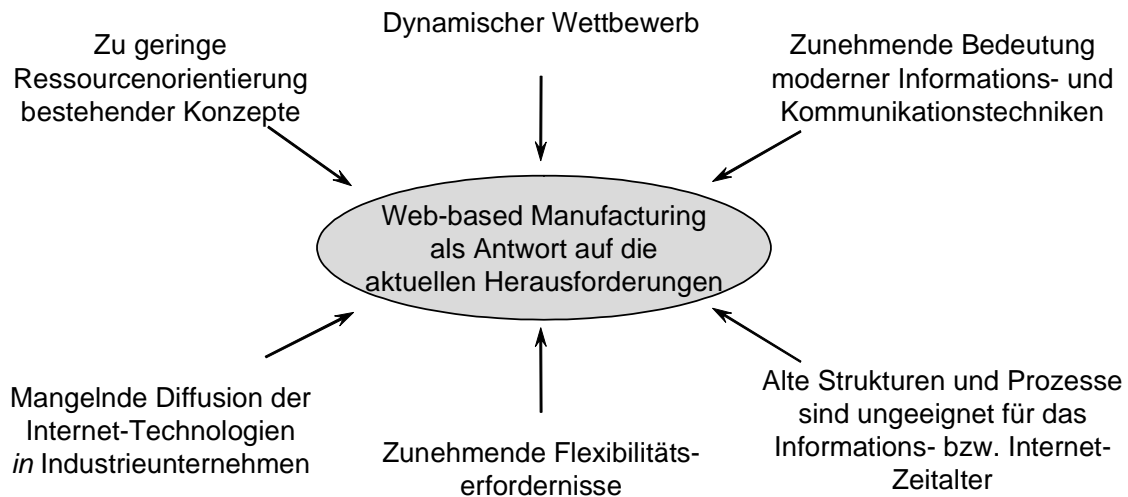


Abb. 1: Problemstellung

Dabei ermöglicht gerade der Einsatz der Internet-Technologien die Entwicklung und Umsetzung neuer Konzepte in der Produktion.³⁰ So wird z.B. die Durchdringung der industriellen Planung und Produktion von Internet-Technologien bereits heute als „Mega-Trend“ der Internet-Nutzung angesehen.³¹ Zudem ist zumindest in den Ingenieurwissenschaften festzustellen, daß technische Anwendungssysteme zunehmend auf Internet-Technologien basieren bzw. diese in ihren Funktionsumfang integrieren.³² So werden etablierte Technologien wie betriebliche Intranets und Groupware-Systeme immer häufiger in der Produktion „on the shop floor“ eingesetzt³³.

Zukünftig wird der Schwerpunkt der Nutzung von Internet-Technologien in Industrieunternehmen auf der Planung, Steuerung und Durchführung der (unternehmensinternen) Geschäftsprozesse liegen. Frost & Sullivan prognostizieren, daß bis zum Jahr 2004 große Industrieunternehmen zwischen 15 und 25% des Technologiebudgets für derartige Internet-Technologien investieren.³⁴ Dies bedeutet aber nicht zwangsläufig, daß diese Unternehmen auch Web-Sites besitzen oder das Internet für unternehmensexterne Anwendungsbereiche wie die Beschaffung oder den Absatz einsetzen³⁵. Gemeint sind vielmehr Technologien und Anwendungsbereiche, die unmittelbar die Produktion betreffen.

Wir stellen in dieser Arbeit deshalb mit dem Web-based Manufacturing (WbM) Ansätze eines Produktionskonzepts für die industrielle Produktion im Informations-

³⁰ Vgl. z.B. Harting (2000), S. 24.

³¹ Vgl. o.V. (2000), S. 257.

³² Vgl. Furtmüller/Leypold (2000), S 52.

³³ Vgl. Bullinger/Gerlach/Rally (2000), S. 360.

³⁴ Vgl. Frost & Sullivan (2000), S. 1-2.

³⁵ Vgl. zu diesen Anwendungsbereichen z.B. Kersten (2001), S. 21 ff.

bzw. Internet-Zeitalter vor, das auf einem konsequenten und durchgehenden Einsatz der Internet-Technologien in Industrieunternehmen beruht. Dabei greifen wir zum einen die aktuellen Entwicklungen der Produktionstechnik und -wirtschaft sowie zum anderen der Informations- und Kommunikationstechnik auf. Es werden sowohl die durch den Einsatz der Internet-Technologien induzierten Veränderungen für Industrieunternehmen in der Produktionstheorie als auch im Produktionsmanagement analysiert. Auf dieser Basis ist dann zu untersuchen, wie die neuen Internet-Technologien einzusetzen sind, damit Unternehmen Wettbewerbsvorteile erzielen können. Im Anschluß daran ist es möglich, das Web-based Manufacturing als neues, internetbasiertes Produktionskonzept zu positionieren und sowohl die technologischen, organisatorischen als auch personellen Aspekte des Einsatzes zu betrachten.

Damit entsprechen wir auch einer zentralen Forderung des Verbandes deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) nach einer Forcierung der Bemühungen zur Entwicklung anwendungsgerechter Konzepte zum Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechniken in der Produktion, um die internationale Wettbewerbsfähigkeit deutscher Industrieunternehmen zu stärken.³⁶ Es ist hier aber darauf hinzuweisen, daß das Web-based Manufacturing zwar Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten ist³⁷, wir hier aber nur einen Überblick über erste Forschungsergebnisse im Sinne einer „Work in Progress“ geben.

2 Grundlagen des Einsatzes von Internet-Technologien in der Produktion

Bei unseren Überlegungen zum Web-based Manufacturing gehen wir davon aus, daß Internet-Technologien zukünftig vermehrt innerbetrieblich in der Produktion eingesetzt werden und hohe Potentiale für das Produktionsmanagement aufweisen. Es werden zunächst die relevanten Internet-Technologien kurz vorgestellt. Anschließend wird der aktuelle Stand der Forschung über den Einsatz von Internet-Technologien skizziert.

2.1 Abgrenzung relevanter Technologien

In der Produktion fallen hohen Mengen heterogener Daten an, die nur von sehr leistungsfähigen Informations- und Kommunikationssystemen transportiert und verarbeitet werden können. So sind beispielsweise

- binäre Daten, z.B. NC-Steuerungsprogramme,
- Texte, z.B. Stücklisten, Verbrauchsmengen sowie Termin- und Kapazitätspläne,

³⁶ Vgl. VDMA (1995), VDMA (1996), S. 11.

³⁷ Vgl. hierzu Blecker (2003b).

- Grafiken, z.B. CAD-Zeichnungen,
- Standbilder, z.B. bei der Mustererkennung oder Überwachung von Maschinen und Anlagen,
- Bewegbilder bzw. Videoaufnahmen, z.B. bei der Online-Überwachung oder Videokonferenzen, und
- Ton/Audio, z.B. bei der Kommunikation mit Mitarbeitern,

typische Daten für das Produktionsmanagement. Bislang war es jedoch häufig erforderlich, für die verschiedenen Daten zumindest partiell gesonderte Systeme bzw. Medien einzusetzen. Dies führte dazu, daß die Komplexität des Gesamtsystems gesteigert und Flexibilität reduziert wurde.

Eine wichtige Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien sind daher die Bemühungen, die unabhängigen Daten in einem rechnergestützten System unter Nutzung verschiedener zeitunabhängiger und zeitabhängiger Medien interaktiv zu transportieren, zu verarbeiten, darzustellen und zu speichern.³⁸ Dieses als Multimedia bezeichnete Konzept führt zu einer wesentlichen Vereinfachung der einzusetzenden Informations- und Kommunikationssysteme sowie zu einer Steigerung der Verwendungseignung der Systeme für die Produktion.

Seit Mitte der neunziger Jahre werden daher Internet-Technologien als eine wichtige Grundlage für leistungsfähige Informations- und Kommunikationssysteme in der Produktion diskutiert.³⁹ Der Begriff Internet-Technologien bezeichnet eine Technologiefamilie, d.h. Protokolle, Sprachen und Soft- und Hardwarewaretechnologien, zum Austausch von strukturierten Daten über paketorientierte Verbindungen auf verschiedenen Plattformen. Wichtigste Grundlage ist das Internet-Protokoll (IP), das die Verbindungsherstellung aller beteiligten Teilnehmer über die sogenannten IP-Adressen regelt. Dies sind zwölfstellige Nummern, die eine eindeutige Identifizierung der (maschinellen) Kommunikationspartner ermöglichen. Darauf bauen verschiedenen Protokolle auf, die den Datentransfer regeln. Das Internet verwendet hierfür insbesondere das bereits 1974 von Cerf/Kahn publizierte Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP), das eine sehr offene Netzwerkarchitektur zur Verfügung stellt.⁴⁰ Mit Hilfe des TCP/IP können

³⁸ Vgl. zum Begriff der Multimedia z.B. Steimetz/Herrtwich (1991), S. 249 ff., Steinmetz (1993), Grosky (1994), S. 12 ff., Booz•Allen & Hamilton (1995), Gerpott (1995a), S. 6 - 8, Gerpott (1995b), S. 535 f., Gerpott (1995c), S. 53 ff., Hünnerberg/Heise (1995), S. 3 f., Gerpott/Heil (1996), S. 1330 ff., und Pribilla/Reichwald/Goecke (1996), S. 134 f.

³⁹ Vgl. z.B. Knetsch (1996), S. 34 ff., Loos et al. (1996), S. 7 ff., May (1996), S. 3 ff., Piller (1996), S. 8, Gluchowski et al. (1997), S. 303 ff., Hawryszkiewicz (1997), S. 193 ff., Hagel/Armstrong (1997), S. 202 ff., McBride (1997), S. 58 ff., Picot (1998), Picot/Reichwald/Wigand (1998), S. 272, Scharf (1998), S. 12, Sydow/Winand (1998), S. 28 ff., Thome (1998), S. 965, Wildemann (1997), S. 3 ff., Blecker (1999), S. 60 ff., Blecker (2000), S. 55 ff., und Heinzmann (2000), S. 61 ff., Phan (2002), S. 101 ff.

⁴⁰ Vgl. Cerf/Kahn (1974), S. 637 ff.

Computer und Dienste unterschiedlicher Hersteller, Anbieter und Plattformen eingesetzt werden, ohne damit die Konnektivität zu gefährden.

Ein weiteres Kennzeichen der Internet-Technologien ist das Client-Server Prinzip, d.h. eine Kommunikation besteht immer zwischen zwei oder mehr Teilnehmern. Ein Teilnehmer fungiert dabei als Informations- und/oder Diensteanbieter (Server) und ein oder mehrere Teilnehmer als Informations- und/oder Dienstenachfrager (Clients). Ein Server kann z.B. Informationen in Textform vorrätig halten (z.B. HTML-Seiten) oder komplexere Dienste anbieten, wie Datentransfer, Multimedia-Anwendungen und Datenbankrecherche. Zudem kann ein Client den Server anweisen, bestimmte Aufgaben zu übernehmen oder das Verhalten des Servers beeinflussen. Wichtig ist, daß jeder Teilnehmer grundsätzlich immer Client oder Server sein kann und daß diese Rollen während des Betriebs wechseln können.

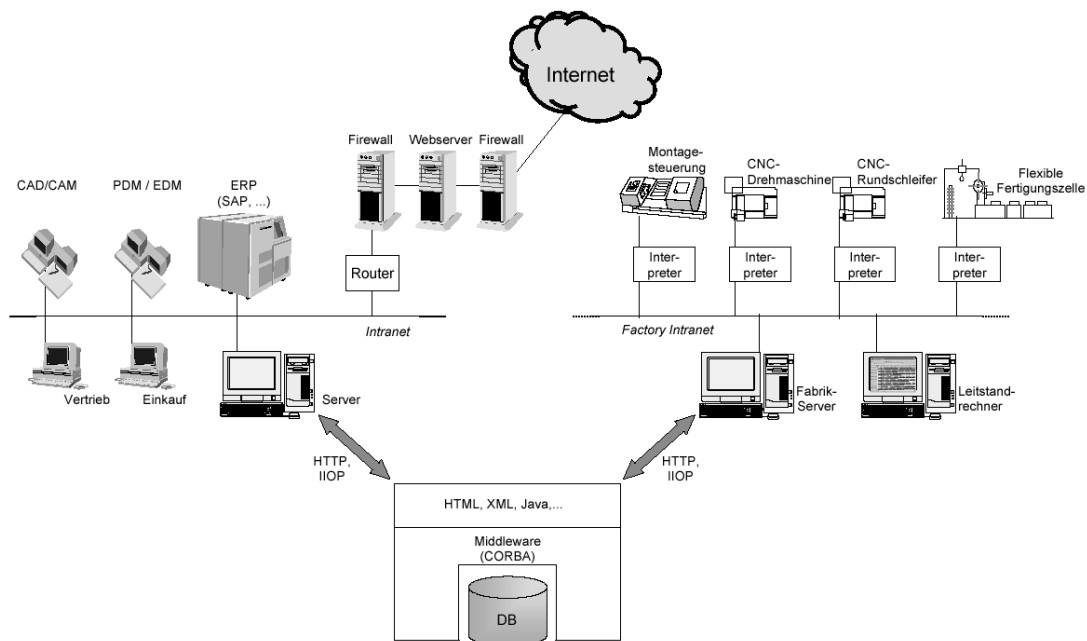
Die (Hardware-)Basis des Internet bilden die verschiedenen Netzwerk- bzw. Datenübertragungstechnologien. Dies sind im lokalen Netzwerk z.B. Ethernet sowohl für die drahtgebundene als auch die drahtlose Übertragung. Weitere Technologien existieren für die drahtlose Übertragung und Wide Area Networks. Im Produktionsbereich ist insbesondere die Vernetzung von Automatisierungsanlagen und Maschinensteuerungen über internetfähige Netzwerktechnologien von großer Bedeutung. Die in der Produktion zur Zeit noch dominierenden Feldbus-systeme, z.B. das Profibus-Konzept von Siemens oder Modbus Plus von Schneider/ Modicon, und proprietäre Automatisierungstechniken werden zukünftig durch Internet-basierte Systeme ergänzt oder sogar ersetzt. Insbesondere Ethernet bzw. der aufgewertete Standard Industrial Ethernet⁴¹ werden seit 1985 in Industrieunternehmen eingesetzt und sind bereits heute de facto Standard, z.B. in der Automobilindustrie, Prozeßindustrie sowie im Anlagenbau.⁴² Ethernet und darauf aufbauende Standards sind daher als die zukünftige Netzwerktechnologie für Produktionsumgebungen zu betrachten. Maschinen und Anlagen, die selbst nicht in der Lage sind, IP-basierte Dienste anzubieten, werden mit Hilfe von „Embedded Devices“ (Eingebettete Geräte) angesteuert und an das Ethernet angeschlossen. Embedded Devices sind Geräte, die große Teile der Funktionalität eines herkömmlichen Computers haben, im Unterschied dazu aber in ein anderes Gerät eingebaut sind.⁴³ So kann z.B. eine Steuerungseinrichtung in einer Automatisierungsanlage mit Hilfe eines Webserver Informationen als HTML-Seiten anbieten oder Eingriffe an der Maschine über Internet-Technologien ermöglichen.

⁴¹ Industrial Ethernet basiert auf den relevanten internationalen Standards (z.B. IEEE 802.3), ist jedoch auf die besonderen Umfeldbedingungen des Einsatzgebietes abgestimmt, z.B. hinsichtlich EMV-Verträglichkeit, Vibrationen, Feuchtigkeit, Schutz- und Chemikalienresistenz etc. Vgl. Siemens (1999a), S. 20 ff.

⁴² Vgl. Siemens (1999a), S. 6, sowie Siemens (1999b) und Siemens (2000).

⁴³ Vgl. Lee (1998a), S. 25.

Durch diesen flächendeckenden Einsatz von Internet-Technologien können dann bestehende Intranets aus dem Bürobereich bis in die Produktionsebene ausgeweitet werden. Dies wird häufig auch als der Einsatz von Internet-Technologien „on the shop floor“ bezeichnet. In der Abb. 2 ist ein potentiell Szenario des Einsatzes von Internet-Technologien skizziert, bei dem Embedded Devices die Ansteuerung der Maschinen und Anlagen übernehmen und die Verbindung von Büro- und Produktionsbereich mit Hilfe einer geeigneten Middleware erfolgt.



Quelle: Blecker/Haber (2001a), S. 344

Abb. 2: Ein Szenario des Einsatzes von Internet-Technologien in der Produktion

Aus der Sicht des Web-based Manufacturing können aufgrund derartiger Szenarien Internet-Technologien als eine universelle Basis einer informations- und kommunikationstechnologischen Infrastruktur der Produktion bezeichnet werden. Dies gilt um so mehr, als mit Hilfe neuer Entwicklungen bei den Programmiersprachen, z.B. der eXtended Markup Language (XML) und der modernen plattformunabhängigen Sprachen wie Java, verteilte Anwendungen und eine umfassende Kopplung der produktionstechnischen und -wirtschaftlichen Einzelsysteme möglich werden.

Der wichtigste Vorteil von XML und den darauf basierenden Beschreibungssprachen ist, daß aufgrund der semantischen Qualifikation der Daten eine menschliche und maschinelle Interpretation und Verarbeitung von Informationen unabhängig von den verwendeten Datenformaten und Anwendungsprogrammen möglich wird.⁴⁴ So ist z.B. ein in XML verfügbarer Datenbestand der Produktion auch als

⁴⁴

Vgl. zu den Grundlagen von XML z.B. Buxmann et al. (1998), Schinzer/Thome (1999), S. 208 f., sowie die Darstellung bei Fischer (2000), S. 436 ff.

HTML für einen WWW-Browser, als WML (Wireless Markup Language) für ein mobiles Endgerät oder in Form einer PDF-Datei für Drucker verfügbar. Mit Hilfe von Java können hingegen verschiedene interne sowie bei Bedarf auch externe Informationsempfänger dezentral gespeicherte Programme und Daten gemeinsam nutzen.⁴⁵ Ein Zugriff auf Remote-Datenbanken ist ohne spezifische Software von jedem an das Netz angeschlossenen Computer möglich.⁴⁶ Vorteilhaft für das Web-based Manufacturing ist zudem, daß mit Hilfe von Java Anwendungen möglich sind, die auf diese Datenbanken, z.B. Bauteilbibliotheken, Stücklisten sowie Termin- und Kapazitätspläne, zurückgreifen und die Daten auf lokalen Computern interaktiv verarbeiten, z.B. in CAD-Systemen oder der Produktionsplanung und -steuerung. Gerade Konzepte wie das Simultaneous oder das Concurrent Engineering, die eine bereichsübergreifende Nutzung von Informationen benötigen, können hiervon profitieren. In Verbindung mit XML ist es sogar möglich, aufgaben- und kooperationsgerecht gestaltete Informationssysteme aufzubauen.⁴⁷ Damit ist dann auch eine alte Forderung der CAD/CAM-Integration zu realisieren, die Daten der einzelnen CAx-Technologien zwischen den beteiligten Systemen auszutauschen oder sogar in einer gemeinsamen Datenbasis zu nutzen.

Eine weitere Zunahme des Einsatzes verteilter Dienste in der Produktion ist jedoch erst aufgrund der aktuellen Entwicklung bei der direkten, IP-gestützten Vernetzung bis in die Steuerungsebene der Fertigungseinrichtungen zu erwarten.⁴⁸ Sie führt zu einer starken Annäherung der traditionellen Fertigungs- und Steuerungskonzepte und der Internet-Technologien. Insofern ist sogar von einem Trend zur Konvergenz von Produktions- und Informationssystemen zu sprechen.⁴⁹ Die Konvergenz bezeichnet das Zusammenwachsen von verschiedenen Technologien zu einem einheitlichen und zusammenhängenden Dienstangebot. Die dabei entstehenden Veränderungen in der technologischen Infrastruktur und die resultierenden Auswirkungen für die Informationsprozesse der Produktion bilden im hier diskutierten Fall die Basis für neue Produktionskonzepte.

2.2 Auswirkungen der Internet-Technologien auf die Informationsprozesse am Beispiel des Manufacturing Execution Systems

Ein Beispiel für die weitreichenden Auswirkungen des Einsatzes von Internet-Technologien auf die Informationsprozesse in der Produktion sind die Manufactu-

⁴⁵ Vgl. Martin (1996), S. 39 f., Schubert (1996), S. 13 ff., Lipnack/Stamps (1997), S. 183, Sun Microsystems (1997).

⁴⁶ Vgl. Sieber (1997), S. 217, Lane (1998), S. 249, Scharf (1998), S. 12.

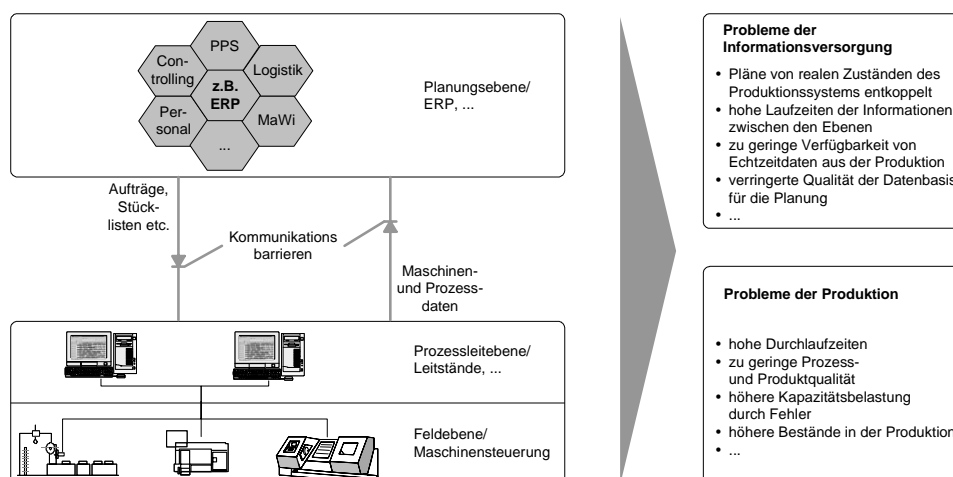
⁴⁷ Vgl. Fischer (2000), S. 445.

⁴⁸ Vgl. Schüber (2001), S. 10 ff.

⁴⁹ Vgl. Blecker (2001), S. 19 f.

ring Execution Systems (MES).⁵⁰ Sie werden für die Integration der unverbundenen Systeme zwischen der betriebswirtschaftlichen Planungsebene und der technischen Prozeßleitebene eingesetzt. Industrieunternehmen haben zwar in den letzten Jahren jeweils große Erfolge bei der Implementierung von Enterprise Resource Planning Systemen (ERP) in der Planungsebene, den Systemen der Prozeßleitebene sowie bei den Automatisierungstechniken erzielt. Aufgrund heterogener Standards wurden bislang aber vorwiegend unverbundene oder inkompatible Systeme auf den einzelnen Ebenen eingesetzt. Die gebotenen Potentiale zur Steigerung der Effizienz der industriellen Geschäftsprozesse sind so nicht vollständig auszuschöpfen.

Die Abb. 3 zeigt, daß die Verwendung von dislozierten Systemen in der Planungs- und Prozeßleitebene u.a. zu einer geringen oder gar vollständig fehlenden Verfügbarkeit von Echtzeitdaten des Produktionssystems in der Planung und/oder zu hohen Laufzeiten von Plandaten bis zur Prozeßleitebene führt. Dies bedeutet, daß die Produktionspläne zwangsläufig von den realen Zuständen des Produktionssystems entkoppelt und daß die Reaktionszeiten der Planung und Steuerung zu hoch sind. Die heutigen Anforderungen an Industrieunternehmen, wie niedrigere Fehlerquoten, geringe Durchlaufzeiten und eine hohe Kapazitätsauslastung, sind somit nicht in dem geforderten Ausmaß einzuhalten. Eine wesentliche Zielsetzung einer potentiellen Integration und/oder des Einsatzes von Internet-technologien in der Produktion liegt deshalb darin, eine hohe Transparenz der Produktionsprozesse auch in der Planungsebene zu erreichen und einen unmittelbaren Zugriff auf die Daten des Produktionssystems zu ermöglichen.⁵¹



Quelle: Blecker/Graf (2003), S. 24

Abb. 3: Auswirkungen der Integrationslücke zwischen Planungs- und Prozeßleitebene

⁵⁰ Vgl. Blecker/Graf (2003), S. 24 ff., sowie die Arbeiten der Manufacturing Enterprise Solutions Association (<http://www.mesa.org/>).

⁵¹ Vgl. Dilts/Boyd/Whorms (1993), S. 79 ff.

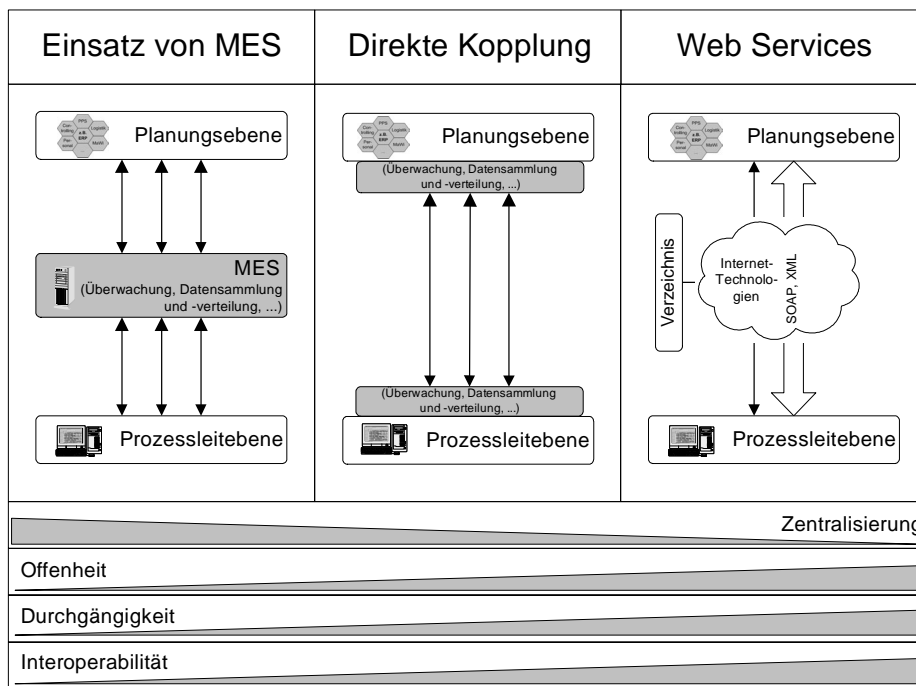
Wenn nun Internet-Technologien in der Produktion genutzt werden, verändern sich Bedarf, Rahmenbedingungen und Anforderungen an die Integration der Planungs- und der Prozeßleitebene deutlich.⁵² Für die Informationstechnologie und das Kommunikationsnetzwerk folgt aus dem Einsatz einer industrietauglichen, IP-basierten Infrastruktur z.B., daß die bislang dem Bürobereich vorbehaltenen Kommunikationstechnologien in der Produktion zu nutzen sind. Daraus resultiert eine hohe Interoperabilität und Interkonnektivität der Informationssysteme, die über die bislang vorhandenen Bereichsgrenzen und/oder Abteilungsgrenzen hinausgeht. Zudem führt der Einsatz der Internet-Technologien aufgrund der hohen Standardisierung tendenziell zu einer verringerten Komplexität der informationstechnischen Infrastruktur und ermöglicht sowohl eine höhere Offenheit der Systeme als auch eine Steigerung der Skalierbarkeit. Internet-Technologien werden daher auch zunehmend in bestehende Enterprise Resource Planning (ERP)-Systeme eingebunden.

Aus Sicht des Produktionsmanagement führt eine IP-basierte Vernetzung der Maschinen und Anlagen mit geeigneten Systemen der Prozeßleitebene zur bereits geschilderten Konvergenz der Produktions- und Informationssysteme. Der Einsatz von Bürotechnologien in der Produktion ermöglicht zudem, daß Planungsdaten unmittelbar in der Prozeßebene zu verarbeiten sind und daß die Systeme der Planungsebene mit denen der Prozeßleitebene kommunizieren.

Insgesamt entsteht so aus einer organisatorischen Perspektive ein durchgängiges System, das die bislang dislozierten, dezentralen Informationssysteme miteinander verbindet. Die in den letzten Jahren von vielen Unternehmen angestrebte vertikale Integration der Planungs- und Prozeßleitebene oder sogar eine Kopplung nahezu aller Informationssysteme wird so realisierbar. Wie die Abb. 4 zeigt, sind daher zusätzlich zu dem bislang vorherrschenden Einsatz von MES weitere Szenarien für die Integration der Planungs- und Prozeßleitebene in Industrieunternehmen denkbar.⁵³

⁵² Vgl. Blecker/Graf (2003), S. 25 f.

⁵³ Vgl. zu einer Diskussion der einzelnen Szenarien ausführlich Blecker/Graf (2003), S. 26 f.



Quelle: Blecker/Graf (2003), S. 25 (leicht modifiziert)

Abb. 4: Szenarien für die Integration von Planungs- und Prozeßleitebene

Aufgrund der häufig prognostizierten hohen Bedeutung von Web Services für die EAI ist auch für die Integration der Planungs- und Prozeßleitebene eine Erweiterung oder sogar Substitution der bislang verwendeten MES durch Web Services zu vermuten.⁵⁴ Dies hat darüber hinaus den Vorteil, daß die ebenfalls zukünftig zu erwartende und von der Automatisierungsindustrie forcierte Implementierung von ePortalen für die Produktion deutlich vereinfacht wird. Insgesamt ist aber zunächst festzuhalten, daß der Einsatz der Internet-Technologien in der Produktion zu einer erheblichen Veränderung der technologischen Infrastruktur führt und damit die Basis für neue Produktionskonzepte schaffen kann.

2.3 Stand der Forschung zu Produktionskonzepten auf der Basis von Internet-Technologien

Sowohl in der Forschung als auch in der unternehmerischen Praxis werden aufgrund der dargestellten Eigenschaften und Wirkungen der Internet-Technologien Produktionskonzepte diskutiert, die auf dem intensiven Einsatz dieser Technologien basieren. Für die Untersuchung diesen Ansätze ist es zunächst zweckmäßig, den Begriff des Produktionskonzepts näher zu spezifizieren:

„Ein Produktionskonzept ist die häufig auf Erfahrungswissen basierende, theoretisch fundierte Leitidee zur Gestaltung, Lenkung und Entwicklung von Produktionssystemen mit dem Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen lang- und kurzfristig zu verbessern. Es besteht

54

Vgl. Voßhenrich (2002), S. 430f.

aus der Beschreibung eines optimalen Zustandes der technischen und ökonomischen Elemente des Produktionssystems sowie ihrer Beziehungen zueinander, praxisnahen (anwendungsnahen) Gestaltungsempfehlungen sowie den zur Erreichung des geforderten Zustandes erforderlichen Methoden und Instrumenten.⁵⁵

Produktionskonzepte werden somit von uns als ein umfassendes Bild der betrieblichen Produktion aufgefaßt. Aspekte wie Gruppenarbeit und Teamentwicklung, die im betriebswirtschaftlichen und/oder ingenieurwissenschaftlichen Schrifttum von einzelnen Autoren bereits als selbständige Produktionskonzepte beschrieben werden⁵⁶, sehen wir nur als Elemente eines Produktionskonzepts bzw. Teile des im Produktionskonzept beschriebenen Methoden- und Instrumente-Mix an.

Bei einer genaueren Betrachtung der bereits bestehenden Ansätze zur Berücksichtigung von Internet-Technologien in der Produktion ist festzustellen, daß die betriebswirtschaftliche Forschung den Einsatz von Internet-Technologien in der Produktion noch weitgehend vernachlässigt. In der ingenieurwissenschaftlichen Forschung oder in der Wirtschaftsinformatik werden hingegen seit Ende der 90er Jahre erste Ansätze für eine Integration von Anwendungssystemen in Produktionsumgebungen auf Basis von Internet-Technologien erarbeitet. Der Schwerpunkt liegt jedoch meistens auf der Abstimmung innerbetrieblicher Organisationseinheiten,⁵⁷ z.B. bei verteilten CAD-Systemen⁵⁸ und der Telekooperation⁵⁹.

Dabei sind die erheblichen Vorteile von Internet-Technologien für die informations- und kommunikationstechnologische Infrastruktur in der Produktion unumstritten, wie z.B. Atherton in seinem viel beachteten Beitrag „Moving Java to the Factory“ zeigt.⁶⁰ Der Autor plädiert dafür, sämtliche mit der Produktion verbundenen Prozesse mit Hilfe von Java-basierten Anwendungen zu planen, zu steuern und zu kontrollieren. In diesem Szenario werden dazu die technischen CAX-Systeme mit den betriebswirtschaftlichen ERP-Systemen über Internet-Technologien gekoppelt.⁶¹ Tendenziell erinnert das Szenario damit an die bereits bekannte Grundidee des Computer Integrated Manufacturing (CIM). Dabei wird der Einsatz von Internet-Technologien in den Mittelpunkt der Betrachtung gestellt und umfangreiche, heterogene Funktionalitäten in einem einheitlichen Web-Interface integriert. Neue

⁵⁵ Blecker (2003a), o.S.

⁵⁶ Vgl. Kinkel/Wengel (1999), S. 20 ff.

⁵⁷ Vgl. Cheng/Pan/Harrison (2001), S. 14 ff., Huang/Mak (2001a), S. 4 ff., Huang/Mak (2001b), S. 125 ff.

⁵⁸ Vgl. z.B. Wagner/Castanotto (1997), S. 773 ff.

⁵⁹ Vgl. z.B. Luczak/Eversheim (1999), Reichwald et al. (2000).

⁶⁰ Vgl. Atherton (1999), S. 18 ff.

⁶¹ Vgl. auch die Ausführungen von Paula (1997), S. 80 ff.

Qualitäten gegenüber dem CIM-Konzept oder gar ein neues Produktionskonzept werden so jedoch nicht erreicht.

Mit dem *E-Manufacturing*⁶² oder Electronic Manufacturing existiert allerdings ein Stichwort, das in neuester Zeit im Zusammenhang mit Begriffen wie E-Commerce und E-Business diskutiert wird.⁶³ Beim E-Manufacturing wird häufig die Beherrschung der gesamten Wertschöpfungskette mit E-Technologien als zentrale Aufgabe der Industrieunternehmen angesehen.⁶⁴ Weitere Schwerpunkte sind z.B. die durchgängige Ausrichtung der Produktion an den individuellen Kundenbedürfnissen, eine hohe Produkt- und Prozeßqualität sowie niedrige Kosten. Zur Erreichung dieser Zielsetzung werden zum Beispiel eine umfassende Optimierung der Supply Chain, das e-Procurement, eine kooperative Leistungserstellung in Produktionsnetzwerken, flexible und dezentrale Planungs- und Steuerungssysteme, E-KANBANS sowie eine direkte Vernetzung der dezentralen Produktionseinheiten eingesetzt.⁶⁵ Zudem wird eine Integration der dislozierten EDV-Systeme benötigt.⁶⁶ Erfüllt werden sollen die verschiedenen Anforderungen, indem in vielen Fällen auf Internet-Technologien basierende Systeme der Produktionsplanung und -steuerung, des Product Data Management / Engineering Data Management (PDM/EDM) sowie neuere CAX-Technologien eingesetzt werden.⁶⁷ Es handelt sich hierbei jedoch um kein neues Produktionskonzept im eigentlichen Sinne, sondern nur um eine noch relativ unstrukturierte Sammlung von Ansätzen und Technologien, die einen zeitgemäßen Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien, insbesondere von Internet-Technologien, fokussieren und die Eigenschaften der Produktion im E-Commerce skizzieren. Gordon vermutet den noch zu geringen Druck für Produktivitätssteigerungen im Produktionsbereich als Ursache dafür, daß noch kein ausgereiftes Konzept des E-Manufacturing vorliegt.⁶⁸ In einigen Fällen werden die Stichworte des E-Manufacturing oder Electronic Manufacturing sogar verwendet, um die Abbildung von Produktionsstrukturen in Computern, z.B. im Rahmen von Simulationsprogrammen und dem Einsatz von Virtual Reality (VR)-Systemen, zu beschreiben.⁶⁹ Die Charakterisierung als internetbasiertes Produktionskonzept ist in diesen Fällen grundsätzlich nicht mehr angebracht, da ein enger Bezug zur realen Planung, Steuerung, Durchführung und Kontrolle der Produktion fehlt.

⁶² Vgl. Dittmar (2001), S. 34.

⁶³ Vgl. Blecker (2001), S. 16 f., und die dort zitierte Literatur.

⁶⁴ Vgl. auch Wildemann (2000a), S. 22 ff.

⁶⁵ Vgl. Aldrich/Sonnenschein (2000), S. 35 ff., Dittmar (2001), S. 31ff., Wildemann (2000b).

⁶⁶ Vgl. Süß (2001), S. 44 f.

⁶⁷ Vgl. auch Raskop (2000), S. 37.

⁶⁸ Vgl. Gordon (2001), S. 680 f.

⁶⁹ Vgl. Heimberg (2002), S. 314.

Einen höheren Produktionsbezug weist das sogenannte *Information-Based Manufacturing* auf, das seit 1997 mehrfach im International Journal of Flexible Manufacturing Systems diskutiert und weiterentwickelt wurde. Dieser Ansatz beschreibt eine in hohem Maße informationsabhängige Produktion, die aber über mehrere Unternehmen verteilt ist und einen starken Kundenbezug besitzt.⁷⁰ Weitere Ziele des Information-Based Manufacturing sind eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit und eine Synchronisation des Produktionsfaktor- und Produktbedarfs zwischen den beteiligten Unternehmen.⁷¹ Die Industrieunternehmen benötigen zur Erreichung dieser Zielsetzung u.a. ausgereifte Konzepte des Information Sharing und der Supply Chain Coordination sowie Build-to-Order-Konzepte.⁷² Zur Umsetzung des Information-Based Manufacturing sollen die Unternehmen z.B. Agentensysteme und dezentrale Planungs- und Steuerungskonzepte sowie eine Integration der Informations- und Automatisierungstechniken verwenden.⁷³ Allerdings ist kritisch anzumerken, daß der Einsatz von Internet-Technologien bei diesem Ansatz aufgrund der starken Orientierung an der Supply Chain nicht innerbetrieblich, sondern vorwiegend zwischenbetrieblich erfolgt, z.B. in Form von WebEDI, oder bei der Interaktion mit den Kunden.⁷⁴ Der Focus der Untersuchungen unterscheidet sich daher deutlich von der von uns eingenommenen innerbetrieblichen Perspektive.

Gezielt die Produktion bzw. die erforderlichen Eigenschaften von Industrieunternehmen betrachtet Beavers mit seinem Konzept der *e-Factory*. Er versteht die e-Factory als ein vertikales Element einer electronic supply chain im E-Business. Die e-Factory wird dabei definiert als „a new, all-encompassing term for all of the electronic control, automation, and intelligent machines that occupy today's factory environment.“⁷⁵ Angestrebt werden eine reaktionsschnelle Produktion, eine hohe Prozeßorientierung sowie die optimale Integration des eigenen Unternehmens in die Supply Chain.⁷⁶ Es werden zur Erreichung dieser Zielsetzung zusätzlich zu dem Einsatz der E-Technologien eine kooperative Leistungserstellung in den Netzwerkstrukturen einer Supply Chain (Enterprise Extension) sowie eine enge Abstimmung zwischen Outsourcing und Inhousing empfohlen.⁷⁷ Innerbetriebliche Instrumente dazu sind der Einsatz elektronischer Steuerungseinrichtungen für die

⁷⁰ Vgl. Shaw (2001), S. 8 f.

⁷¹ Vgl. Shaw (2001), S. 14 f., Fulkerson (2001), S. 30 f.

⁷² Vgl. Shaw (2001), S. 8 ff., Fulkerson (2001), S. 29.

⁷³ Vgl. Fox/Barbuceanu/Teigen (2001), S. 82 ff., Veeramani/Wang (2001), S. 246 ff., Kang/Kim/Park (2001), S. 142 ff.

⁷⁴ Vgl. Shaw (2001), S. 10 ff.

⁷⁵ Beavers (2001), S. 14.

⁷⁶ Vgl. Beavers (2001), S. 14 ff.

⁷⁷ Vgl. Beavers (2001), S. 20 ff.

Maschinen und Anlagen sowie umfangreiche Informationssysteme, z.B. Enterprise Resource Planning (ERP), Warehouse Management Systems und Product Data Management Systems.⁷⁸ Die Integration in die Supply Chain und die Abstimmung mit den Partnern erfolgt mit Hilfe von Systemen für e-Procurement, Customer Relationship Management (CRM) und Supply Chain Planning (SCP).⁷⁹ Wir teilen daher die grundsätzliche Auffassung von Beavers, daß moderne Informations- und Kommunikationstechnologien die Produktion durchdringen und bis auf die Automatisierungsebene und zur Maschinensteuerung reichen. Allerdings ist die Eingrenzung der e-Factory auf electronic supply chains und/oder das E-Business zu kritisieren. Zum einen sehen wir durchaus ein hohes Anwendungspotential von Internet-Technologien gerade bei Industrieunternehmen, die bislang nicht Subjekte des E-Business gewesen sind. Zum anderen legt Beavers mit dieser Betrachtung erneut eine Perspektive zugrunde, die zumindest partiell unternehmensextern ist. Gravierender ist aus unserer Perspektive jedoch, daß sehr allgemein von „electronic control“ gesprochen wird, ohne daß eine Spezifikation, z.B. auf Internet-Technologien, erfolgt. Die Definition von Beavers erfaßt daher nahezu alle modernen Steuerungsmechanismen in der Produktion, da selbst bei älteren NC-, CNC- oder DNC-Fertigungseinrichtungen eine elektronische Ansteuerung und/oder Kontrolle vorliegt. Die Definition ist somit nicht trennscharf und liefert u.E. kein Bild einer modernen, internettechnologiebasierten Produktion.

Positive Ansätze beim Einsatz von Internet-Technologien in der Produktion sind in der ingenieurwissenschaftlichen Forschung festzustellen. So ist besonders hervorzuheben, daß am Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF) in Magdeburg⁸⁰ sowie am Institut für Fabrikautomatisierung und Fabrikbetrieb der Universität Magdeburg von Kühnle et al. ein Ansatz des *Web-Integrated Manufacturing* erarbeitet wurde. Als Web-Integrated Manufacturing wird dort allgemein der Einsatz von Internet-Technologien in der Produktion bezeichnet.⁸¹ Dieser Ansatz liegt auch dem internationalen Forschungsprojekt PABADIS (Plant automation based on distributed systems)⁸² zugrunde. Grundlegende Idee ist es, dezentrale, verteilte Systeme der Bürokommunikation bei der Maschinensteuerung zu nutzen. Dies soll zu hoch flexiblen, adaptiven und einfach zu rekonfigurierenden Produktionssystemen führen.⁸³ Rekonfigurierbare Produktionssysteme vereinen die jeweiligen Vorteile von hochproduktiven und hochflexiblen Produktionssysteme-

⁷⁸ Vgl. Beavers (2001), S. 112 ff.

⁷⁹ Vgl. Beavers (2001), S. 102 ff.

⁸⁰ Vgl. <http://www.iff.fhg.de/>.

⁸¹ Vgl. Kühnle/Klostermeyer/Lorentz (2001), S. 463 ff., Kühnle/Lorentz/Klostermeyer (2001), S. 138 ff., Klostermeyer/Lorentz (2000), S. 2 ff., Klostermeyer/Lorentz (2001), S. 14 ff.

⁸² Vgl. <http://www.pabadis.org/>.

⁸³ Vgl. Pabadis (2001a), S 15.

men, da sie sich schnell und mit geringem Aufwand an veränderte Anforderungen bezüglich ihrer Struktur, Funktionalität, Kapazität sowie Technologie anpassen lassen.⁸⁴ Das erforderliche Distributed Computing und die angestrebte verteilte Automatisierung sollen mit Hilfe von Agentensystemen, Embedded Systems in der Automatisierungstechnik und mobilem Code erreicht werden.⁸⁵ Zudem sollen die bereits vorhandenen Manufacturing Execution Systems durch die eingesetzten Agentensysteme substituiert werden. Bislang werden somit aus dieser zwangsläufig sehr techniklastigen Perspektive die Internet-Technologien nur als eine Grundlage des Web-Integrated Manufacturing diskutiert und ihre Einsatzmöglichkeiten in technischen Systemen untersucht. Eine Definition eines Produktionskonzepts erfolgt ebensowenig wie eine wettbewerbsstrategische Fundierung.

Den Begriff des *Web-Integrated Manufacturing* verwenden auch Huang/Mak bei der Herausgabe einer Special Edition des International Journal of Computer Integrated Manufacturing. Sowohl Huang/Mak als auch die anderen Autoren dieses Heftes beschreiben jedoch nur einzelne, dislozierte Anwendungen auf Basis von Internet-Technologien für die Produktentwicklung und die Durchführung der Produktion.⁸⁶ Der Schwerpunkt liegt dabei auf zwischenbetrieblichen CAx-Technologien und CAD/CAM-Systemen mit Hilfe von Internet-Technologien, z.B. die verteilte Produktentwicklung.⁸⁷ Ziel ist es, eine flexible, verteilte Produktion aufzubauen. Dazu sind bestehende Anwendungssysteme, insbesondere CAD-Systeme und Systeme des Rapid Prototyping interoperabel zu gestalten und/oder im Sinne der Enterprise Application Integration (EAI) zusammenzuführen.⁸⁸ Zudem liegen weitere Schwerpunkte bei der Umsetzung des Web-Integrated Manufacturing hier auf dem Einsatz von Automatisierungstechniken, der Eigenentwicklung von sogenannten Web-Applications und dem Quality Funktion Deployment.⁸⁹ Zu kritisieren an diesem Ansatz ist besonders, daß nicht klar wird, welchen Inhalt das Web-Integrated Manufacturing genau hat. So wird z.B. nicht klar, ob es nur aus unverbundenen Lösungen zum Einsatz von Internet-Technologien in der Produktentwicklung und Fertigung besteht. Lediglich der Begriff „Web Application“ wird als Basis des Web-Integrated Manufacturing definiert als „software application that depends on the World Wide Web [...] for its correct execution“⁹⁰. Das Web-Integrated Manufacturing wird damit sehr allgemein als der Einsatz internetbasierter

⁸⁴ Vgl. Heisel/Meitzner (2002), S. 397.

⁸⁵ Vgl. Pabadis (2001b), S. 44f.

⁸⁶ Vgl. Huang/Mak (2001a), S. 3 ff.

⁸⁷ Vgl. Chang/Pan/Harrison (2001), S. 14 ff. Vgl. auch die ausführliche Darstellung bei Huang/Mak (2002).

⁸⁸ Vgl. z.B. Huang/Mak (2001a), S. 3 ff., Jiang/Fukuda (2001), S. 83 ff., Su/Amin (2001), S. 55 ff., Huang/Mak (2002).

⁸⁹ Vgl. z.B. Huang/Mak (2001b), S. 126 ff., und Cena/Valenzano/Vitturi (2001), S. 43 ff.

⁹⁰ Huang/Mak (2001a), S. 4.

Technologien in der Produktion betrachtet und kein Produktionskonzept vorgestellt.

Die folgende Abb. 5 zeigt eine Gegenüberstellung der hier vorgestellten Ansätze der Berücksichtigung von Internet-Technologien in der Produktion.

Ansätze Elemente	E-Production / E-Manufacturing	Information- Based Manufacturing	e-Factory	WIM (IFF / PABADIS)	WIM (IJCIM)
Leitidee	<ul style="list-style-type: none"> • Produktion im E-Commerce • Beherrschung und Optimierung der Supply Chain 	<ul style="list-style-type: none"> • Integration in Supply Chain Networks • Informations-Versorgung der Fertigung 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktion als vertikales Element der Supply Chain im E-Business 	<ul style="list-style-type: none"> • dezentrale, agentenbasierte Automatisierung als technische Antwort auf turbulente Umwelten 	<ul style="list-style-type: none"> • unternehmensübergreifendes CAD/CAM mit Internet-Technologien
angestrebter Zustand des Produktionssystems	<ul style="list-style-type: none"> • kundenorientiert • hohe Qualität • niedrige Kosten 	<ul style="list-style-type: none"> • kundenorientiert • reaktionsschnell • vernetzte Produktion • synchronisierter Bedarf 	<ul style="list-style-type: none"> • prozeßorientiert • niedrige Durchlaufzeiten • Produktion in der E-Supply Chain 	<ul style="list-style-type: none"> • hoch flexibel • adaptiv • rekonfigurierbare Subsysteme 	<ul style="list-style-type: none"> • flexibel • interoperabel
Gestaltungsempfehlungen	<ul style="list-style-type: none"> • Build-to-Order • E-Technologisierung • Einbindung von Kunden & Lieferanten 	<ul style="list-style-type: none"> • Build-to-Order • Supply Chain Coordination • Information Sharing 	<ul style="list-style-type: none"> • Enterprise Extension • Outsourcing • Inhousing • kooperative Leistungserstellung 	<ul style="list-style-type: none"> • Distributed Computing • verteilte Automatisierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisierung • verteilte Entwicklung • Entwicklung von Web-Applikationen
ausgewählte Methoden / Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • E-Procurement • E-KANBAN • dezentrale CAx • dezentrale PPS • PDM/EDM 	<ul style="list-style-type: none"> • Web-EDI • Agentensysteme • dezentrale PPS • Integration von IT und Automatisierung 	<ul style="list-style-type: none"> • elektronische Maschinensteuerung • Informationssysteme, u.a. ERP, CRM, SCP • (E-)Procurement 	<ul style="list-style-type: none"> • Agentensysteme • Embedded Systems • mobiler Code • Abbau der MES-Systeme 	<ul style="list-style-type: none"> • CAx bzw. CAD/CAM • Quality Function Deployment • Enterprise Application Integration

Quelle: Blecker (2003a), o.S.

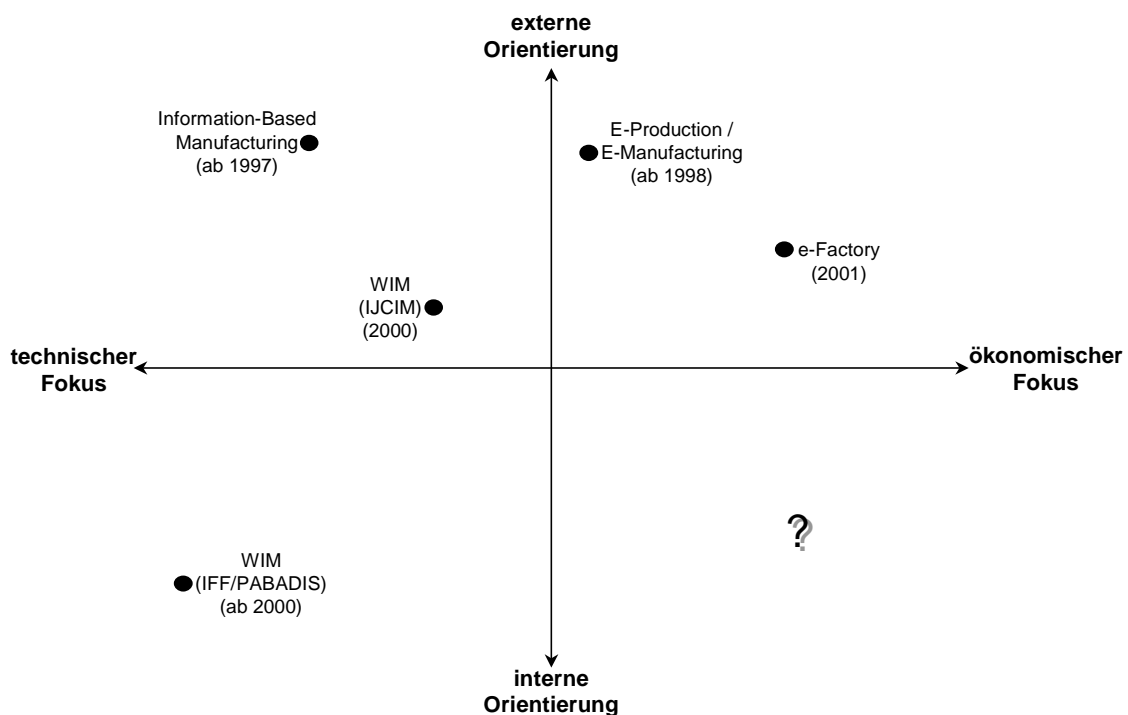
Abb. 5: Vergleichende Gegenüberstellung ausgewählter Ansätze für die Berücksichtigung von Internet-Technologien in der Produktion

Zu kritisieren ist an allen bisherigen Arbeiten zum Einsatz der Internet-Technologien in der Produktion, daß sowohl die einzelnen Insellösungen als auch die ersten angeblich umfassenderen Konzepte sich vorwiegend auf technische Aspekte und Lösungen konzentrieren und/oder nur Randbereiche der (unternehmensinternen) Produktion untersuchen. Selbst die (integrierten) Konzepte des Web-Integrated Manufacturing sind vereinfachend betrachtet nur als ein um einzelne Internet-Technologien ergänztes Computer Integrated Manufacturing zu beurteilen. Wir halten deshalb fest, daß ein neues Produktionskonzept, welches die Optionen der Internet-Technologien gezielt nutzt, bisher nicht vorliegt. Zudem ist zu monieren, daß betriebswirtschaftliche Aspekte nur sehr selten und dann auch nur bei der Analyse der Kosten- und Nutzenwirkungen betrachtet werden. Eine Analyse, welche Konsequenzen sich aus dem Einsatz der Internet-Technologien für das Produktionsmanagement ergeben, oder die Entwicklung eines neuen Produktionskonzepts, wird in den allermeisten Fällen nicht vorgenommen.

Die bislang umfassendsten Ansätze stellen das Web-Integrated Manufacturing nach Huang/Mak und die e-Factory dar. Der Ansatz des Web-Integrated Manufacturing läßt sich u.E. immer noch zu sehr von den Grundzügen des Computer Integrated Manufacturing leiten. Diese Überlegungen sind zu unkritisch übernommen und lediglich einzelne Internet-Technologien in die Produktion eingeführt und/oder

bereits bestehende, dislozierte Informationssysteme mit Hilfe von Internet-Technologien zusammengeführt, z.B. in internetbasierten Bediensystemen für Web-browser. Zumindest terminologisch ist zudem der starke Integrationsaspekt zu kritisieren, der vielen Ansätzen der Dezentralisierung widerspricht, z.B. der in der unternehmerischen Praxis diskutierten dezentralen Automatisierung mit Hilfe von Internet-Technologien.⁹¹ Der Ansatz der e-Factory legt hingegen eine zu unkritische Abgrenzung der konstitutiven elektronischen Ansteuerung der Maschinen und Anlagen zugrunde. Zudem konzentriert sich der Ansatz der e-Factory nicht auf die Verbesserung der internen Produktionsprozesse, sondern legt eine sehr starke Supply Chain Orientierung zugrunde und schlägt Outsourcing und Inhousing als zentrale Gestaltungsempfehlungen vor.

Diese unternehmensexterne Orientierung der e-Factory ist aber auch bei nahezu allen anderen vorgestellten Konzepten zu kritisieren. Die Abb. 6 zeigt die unterschiedlichen Schwerpunkte der beschriebenen Ansätze einer internetbasierten Produktion. Wir unterscheiden dazu nach einer unternehmensexternen und einer unternehmensinternen Orientierung sowie einer technischen und einer ökonomischen Fokussierung der Ansätze.



Quelle: Blecker (2003a), o.S.

Abb. 6: Schwerpunkte bestehender Ansätze einer internetbasierten Produktion

Die Abbildung zeigt, daß die überwiegende Mehrheit der Ansätze eine starke unternehmensexterne Orientierung zugrundelegt, d.h. die Integration des Industrie-

⁹¹ Vgl. Siemens (2000).

unternehmens in die Supply Chain und/oder zwischenbetriebliche Entwicklungsprozesse untersucht. Zudem ist zu erkennen, daß die Ansätze häufig techniklastig oder zumindest technikaffin sind. Dies führt dazu, daß aus einer ökonomischen Perspektive eine deutliche Untersuchungslücke bei unternehmensinternen Problemstellungen besteht. D.h., ein betriebswirtschaftliches Konzept einer internet-basierten Produktion existiert nicht!

3 Web-based Manufacturing als neues Produktionskonzept

3.1 Grundlagen des Web-based Manufacturing

Eine Analyse der produktionswirtschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Forschung zeigt, daß in den letzten 30 Jahren mehrere Ansätze einer erfolgreichen Produktion entwickelt wurden. Sie verfolgten alle das Ziel, ein Konzept zu entwickeln, mit dem sich Industrieunternehmen im Wettbewerb behaupten können, z.B. World Class Manufacturing, Agile Manufacturing, Next Generation Manufacturing etc.⁹² Obwohl diese Ansätze viele Probleme aufweisen und zum Teil bereits obsolet sind, ist es möglich, daraus einige wichtige Charakteristika einer modernen industriellen Produktion zu extrahieren.⁹³

So ist bei der strategischen Ausrichtung festzustellen, daß fast alle Konzepte die Ausrichtung an mehreren Strategischen Erfolgsfaktoren fordern und zusätzlich die innerbetrieblichen Ressourcen und Kompetenzen beachten. Da ein einzelnes Unternehmen diesen Anforderungen nur begrenzt erfüllen kann, werden eine Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette und kooperative Verhaltensmuster von ansonsten konkurrierenden Unternehmen im Strategischen Management zunehmend berücksichtigt. Häufig wird versucht, eine flexible, kundenindividuelle Produktion zu niedrigen Kosten zu realisieren.

Voraussetzung bei der Gestaltung der Produktionsprozesse ist, daß der Flexibilität zumindest partiell eine höhere Bedeutung eingeräumt wird, als der Automatisierung, damit die erforderlichen kleinen Losgrößen erreicht werden. Zudem streben viele Konzepte eine Verbesserung sowohl der Kosten- als auch der Flexibilitätsposition z.B. mit Hilfe von Just-in-Time-Konzepten, Concurrent Engineering, (Rapid) Prototyping, dezentraler, autonomer Strukturen, einem flexiblen Fabriklayout, einer Dislozierung der Produktionsprozesse sowie einer kooperativen Leistungserstellung, d.h. dem Zugriff auf bislang nicht verfügbare Kernkompetenzen und Ressourcen, an.⁹⁴ Aus technologischer Sicht wird zur Unterstützung dieses Ziels

⁹² Vgl. Blecker (2001), S. 1 ff. Vgl. zu einer älteren Erhebung z.B. Lay/Dreher/Kinkel (1996) und Kinkel/Wengel (1997).

⁹³ Vgl. hierzu und zum folgenden Blecker (2001), S. 17 ff., sowie z.B. Kinkel/Wengel (1997), S. 2 ff., Lay (1997), S. 3 ff., Klocke (1998), S. 87 ff., Nagel/Erben/Piller (1999), S. 28 f., Piller (2000), S. 140 f.

⁹⁴ Vgl. Kinkel/Wengel (1997), S. 2 ff.

insbesondere der Einsatz flexibler Fertigungstechnologien, des Soft-Tooling sowie die Integration vor- und nachgelagerter Aufgaben in den dezentralen Produktionseinheiten betont. Zunehmend wichtiger wird auch der optimale Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien.⁹⁵ Dabei stehen ein durchgängiger Einsatz moderner CAx-Systeme sowie die Integration vormals disjunkter Teilsysteme im Vordergrund.

Bei einer derart umfassenden Neugestaltung der betrieblichen Produktion sind auch Veränderungen der Organisation erforderlich. Dabei stehen dezentrale, modulare Strukturen und die Prinzipien der Selbstorganisation und Selbststeuerung im Vordergrund.

Insgesamt kann so das in Abb. 7 dargestellte, allen Studien und Konzepten implizit oder explizit gemeinsame Bild einer modernen Produktion ermittelt werden.

Merkmal	Geforderte Eigenschaften
Strategische Ausrichtung	<ul style="list-style-type: none"> • Berücksichtigung der betrieblichen Ressourcen • Hybride Wettbewerbsstrategien • Berücksichtigung der gesamten Wertschöpfungskette • Coopetition
Produktionsprozesse	<ul style="list-style-type: none"> • Kleine Losgrößen • Kundenindividuelle Fertigung • Höhere Bedeutung der Flexibilität als der Automatisierung • Just-in-Time-Konzepte • Concurrent Engineering • Dezentrale, autonome Strukturen • Flexibles Layout • Dislozierung der Produktionsprozesse • Kooperative Leistungserstellung • Stärkere Berücksichtigung der Mitarbeiter
Produktionstechnologien	<ul style="list-style-type: none"> • Flexible Fertigungstechnologien • Soft-Tooling • Integration vor- und nachgelagerter Aufgaben • (Rapid) Prototyping • Zusammenwachsen von Produktions- und Informationstechnologien
Informations- und Kommunikationstechnologien	<ul style="list-style-type: none"> • Durchgängiger Einsatz von CAx-Technologien • Integration bislang disjunkter Systeme • Einsatz von IuK-Technologien in und zwischen den Unternehmen
Organisation	<ul style="list-style-type: none"> • Modulare Strukturen in den Unternehmen • Externalisierung von strategisch nicht relevanten Aufgaben • Moderne Kooperationsformen • Selbstorganisation und Selbststeuerung • Prozeßorientierung

Quelle: Blecker (2001), S. 21

Abb. 7: Ausgewählte Charakteristika einer wettbewerbsfähigen Produktion

Aufgrund des Alters der einzelnen Studien und Konzepte und/oder aufgrund ihres inhaltlichen Schwerpunktes werden die für uns wichtigen Internet-Technologien in

⁹⁵ Vgl. Klocke (1998), S. 100.

diesem Bild einer wettbewerbsfähigen Produktion weitgehend vernachlässigt. Die bisherigen Ergebnisse des Einsatzes von Internet-Technologien in der Produktion sind u.E. nicht zufriedenstellend. Aufgrund der hohen ungenutzten Potentiale gehen wir jedoch davon aus, daß gerade die Internet-Technologien eine zweckmäßige Basis einer modernen Produktion darstellen. Dabei gehen wir nicht von der Integration der Internet-Technologien in die (bestehende) Produktion aus, sondern unterstellen die technische Nutzung der Internet-Technologien. Darauf aufbauend soll ein zeitgemäßes und zukunftsfähiges Konzept einer wettbewerbsfähigen industriellen Produktion entworfen werden. Sofern die z.B. mit dem CIM fokussierte Integration verschiedener, disziplinierter Teilsysteme der Planung und Steuerung der Produktion auch als konstitutiv für das Web-based Manufacturing angesehen wird, stellt sie zwar ein notwendiges, jedoch kein hinreichendes Kriterium dar. Insbesondere sehen wir die früher erforderliche zentralistische Integration als technologisch und organisatorisch obsolet an. Die Verwendung des Begriffselements „integrated“ ist daher irreführend. Wir verwenden den Begriff des Web-based Manufacturing. Dadurch wird betont, daß der Einsatz von Internet-Technologien eine wichtige Grundlage einer ökonomisch erfolgreichen Produktion darstellt und diese Technologien ein Hauptbestandteil, nicht lediglich das integrierende Element des Konzepts sind. Es handelt sich um ein technologiegetriebenes Produktionskonzept, das wesentlich auf den neuen Technologien beruht. Dieses Produktionskonzept ist aber nicht zwangsläufig auch technologiezentriert, sondern soll die bisher ungenutzten Potentiale der Internet-Technologien im Rahmen des Web-based Manufacturing für die Unternehmen erschließen.

Für ein umfassendes Verständnis des Web-based Manufacturing, ist noch der verwendete Produktionsbegriff näher zu bestimmen. An dieser Stelle reicht es aus, ein einfaches, auf der faktortheoretischen Auffassung von Gutenberg⁹⁶ basierendes Verständnis der Produktion zugrundezulegen.⁹⁷ Wir verstehen die Produktion in einem weiten Sinn als den „zielgerichteten Einsatz von Sachgütern und Dienstleistungen und deren Transformation in andere Sachgüter und Dienstleistungen.“⁹⁸ Zusätzlich berücksichtigen wir die der Produktion unmittelbar vor- und nachgelagerten Prozesse, da diese wesentliche Rahmenbedingungen für die Produktion festlegen sowie die Aufgaben und Entscheidungen der Produktion maß-

⁹⁶ Vgl. Gutenberg (1983), S. 3 und 5.

⁹⁷ Im betriebswirtschaftlichen Schrifttum sind viele unterschiedliche Definitionen der Produktion zu finden. Vgl. zu unterschiedlichen Definitionsansätzen z.B. Zäpfel (1982), S. 1 f., Schuh/Warnecke/Hungenberg (1996), S. 5-32 ff., Zahn/Schmid (1996), S. 65, Corsten (1998), S. 1.

⁹⁸ Hoitsch (1993), S.1. Vgl. so schon Schuh/Warnecke/Hungenberg (1996), S. 5-33. Vgl. aber auch Fries (1995), S.13 f., der die Produktion von Dienstleistungen in Industrieunternehmen explizit ausschließt. Vgl. aber auch die Arbeiten zur Produktion und zur Bedeutung industrieller Dienstleistungen, z.B. Corsten (1985), Corsten/Hilke (1994), Steven/Große-Jäger (2003), S. 27 ff.

geblich prägen. Die Aufgaben der Produktion sowie der vor- und nachgelagerten Prozesse teilen wir wie folgt in vier Gruppen bzw. Teilgebiete ein: 1. Entwurf des Leistungssystems, 2. Entwurf des Leistungsprogramms, 3. Faktorbereitstellung und 4. Leistungserstellung.⁹⁹ Aufgrund des hohen Technikbezuges des Web-based Manufacturing berücksichtigen wir sowohl betriebswirtschaftliche als auch technische Aufgaben.

Wir haben bereits betont, daß der Ausgangspunkt bei der Entwicklung eines internetbasierten Produktionskonzepts die Vorstellung ist, daß Internet-Technologien in der Produktion zukünftig eine bedeutende Rolle spielen werden¹⁰⁰ und daß dadurch positiv wirkende Veränderungen in der Produktion auftreten. Diese Veränderungen können aber mit Hilfe bestehender Produktionskonzepte nicht gehandhabt werden, da sie für inzwischen obsoleete Zustände des Produktionssystems entwickelt wurden und die Internet-Technologien zwangsläufig nicht berücksichtigen. Dies bedeutet, die Prämissen der Produktionskonzepte sind nicht mehr zweckmäßig und verhindern deren Anwendung. Die wenigen Ansätze, die Internet-Technologien berücksichtigen, konzentrieren sich nicht auf die unternehmensinternen Produktionsprozesse und legen nicht die benötigte betriebswirtschaftliche Perspektive zugrunde.

Wir folgern daraus, daß ein neues Produktionskonzept zu erarbeiten ist, das den Einsatz der Internet-Technologien in der Produktion sowie die daraus resultierenden Veränderungen bereits beim Konzeptentwurf berücksichtigt. Wir verwenden hierfür den Begriff des Web-based Manufacturing und gehen davon aus, daß Internet-Technologien in der Produktion unternehmensintern eingesetzt werden. Die zwischenbetriebliche Koordination und Kommunikation über das Internet sind somit nichtzentraler Gegenstand unserer Untersuchung. Zudem wird deutlich, daß industrielle Dienstleistungen, z.B. Betreibermodelle (Pay-on-Production) oder e-industrial Services von den Herstellern der Maschinen und Anlagen für ihre Abnehmer, ebenfalls nicht zum Web-based Manufacturing zählen. Wir gehen statt dessen von der Konvergenz der Automatisierungs- und Informationstechnologien aus, d.h. von einem ausschließlich unternehmensinternen Einsatz der Internet-Technologien „on the shop floor“.

Wir definieren den Terminus Web-based Manufacturing wie folgt:

„Web-based Manufacturing strebt auf der Basis des umfassenden und bereichsübergreifenden Einsatzes von Internet-Technologien in der Produktion leicht zu rekonfigurierende, hoch flexible Produktionssysteme an.

Ziel ist es, mit Hilfe der Anwendung internettechnologie-unterstützter technischer und/oder konzeptioneller Verfahren in einem de-

⁹⁹ Vgl. Blecker (2001), S. 22 ff.

¹⁰⁰ Vgl. Frost&Sullivan (2001).

zentral koordinierten, nach informatorischen Kriterien gestalteten und spontane Netzwerke bildenden Produktionssystem die markt- und ressourcenorientierte Wettbewerbsposition des Unternehmens kurz- und langfristig zu verbessern.“¹⁰¹

Zum besseren Verständnis des Web-based Manufacturing sind ausgehend von der allgemeinen Definition der Produktionskonzepte und analog zu der Untersuchung der bereits bestehenden Ansätze einer internettechnologiebasierten Produktion die einzelnen Konzeptelemente zu entwickeln.

Produktionskonzepte streben ex definitione eine Verbesserung der Wettbewerbsposition von Industrieunternehmen mit Hilfe der Produktion an. Diese sehr allgemeine Zielsetzung ist für das Web-based Manufacturing aber entsprechend der aktuellen Rahmenbedingungen der industriellen Produktion anzupassen. Besonders hervorzuheben sind z.B. die stark steigenden Flexibilitätsanforderungen vom Markt, z.B. aufgrund der Individualisierung von Produkten, und die Tendenz, die Hochautomatisierung in der Produktion zugunsten einer sogenannten angepaßten Automatisierung in flexiblen Fertigungssystemen abzubauen.¹⁰² Als Leitidee schlägt das Web-based Manufacturing daher eine flexible, frei konfigurierbare Produktion auf Basis des Einsatzes von Internet-Technologien zum erfolgreichen Bestehen der Industrieunternehmen im Wettbewerb vor. Damit folgen wir Skinner, der bereits in den 60er Jahren auf die hohe wettbewerbsstrategische Bedeutung der Produktion hingewiesen hat,¹⁰³ und den besonders in den letzten 20 Jahren entstandenen Arbeiten, die die Produktion als Erfolgsfaktor im Wettbewerb einsetzen.¹⁰⁴ Diese Arbeiten legen vorwiegend eine marktorientierte Perspektive zugrunde. Das bedeutet, daß die zwischen den verschiedenen Unternehmen bestehenden Ressourcenasymmetrien nicht berücksichtigt werden, obwohl sie ausschlaggebend für die realisierbaren Varianten bei der konkreten Gestaltung des Produktionssystems sind. Im Web-based Manufacturing wird diese bislang dominierende einseitige Ausrichtung aufgehoben und zusätzlich die Produktion sowie die dort einzusetzenden Technologien als strategisch relevante Ressourcen der Unternehmen betrachtet, die zu Wettbewerbsvorteilen am Markt führen. Daraus resultiert als zweite Leitidee des Web-based Manufacturing, daß die Produktion als strategische Waffe in der Markt- und Ressourcenorientierung einzusetzen ist.

Zur Umsetzung der aufgezeigten Leitideen einer strategisch erfolgreichen Produktion bzw. einer Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Industrieunternehmen mit Hilfe von Internet-Technologien strebt das Web-based Manufacturing einen

¹⁰¹ Blecker (2003a), o.S.

¹⁰² Vgl. Pabadis (2001b), S. 44f.

¹⁰³ Vgl. Skinner (1969), S. 136 ff.

¹⁰⁴ Vgl. z.B. Frohmann (1982), S. 92 f., Zahn (1986), S. 29 ff., Zahn (1988), Kaluza (1989), Kaluza (1990a), S. 57 ff., Kaluza (1996a), Lay/Dreher/Kinkel (1996), S. 597 ff. Vgl. zudem die Beiträge in Corsten (1995).

bestimmten Zustand des Produktionssystems an. Aus der Leitidee, leicht zu rekonfigurierende Produktionssysteme bei einer angepaßten Automatisierung zu schaffen, resultiert daher die Forderung nach einer hohen Reaktionsgeschwindigkeit der Produktion, einer hohen Flexibilität sowie einer hohen Prozeßtransparenz und -durchgängigkeit. Mit Hilfe der weiterhin vorhandenen Automatisierungstechniken sind zudem geringe Kosten in der Produktion zu realisieren. Die bisher angeführten Zustände entsprechen einer vorwiegend marktorientierten Betrachtung der Produktion. Die in der zweiten Leitidee normierte simultane Betrachtung der Produktion aus einer markt- und ressourcenorientierten Perspektive bedarf daher zusätzlich zu den genannten Punkten einer strategisch optimierten Ressourcenbasis in der Produktion. Das Web-based Manufacturing muß zur Realisierung ressourcenbasierter Wettbewerbsvorteile z.B. schwer imitierbare, einheitliche Hardware-, Software- und Organisationslösungen und/oder Möglichkeiten für eine optimale, situative Bündlung technologischer und personeller Fähigkeiten und Fertigkeiten in der Produktion im Sinne von Kernkompetenzen schaffen.

Entsprechend unserer Definition des Terminus Produktionskonzept sind zusätzlich zu der verfolgten Leitidee und den angestrebten Zustände der Elemente des Produktionssystems (anwendungsnahe) Gestaltungsempfehlungen zu deren Erreichung von dem Web-based Manufacturing zu geben. So sind beispielsweise zum Erreichen einer hohen Reaktionsgeschwindigkeit in der Produktion die Förderung der verteilten Problemlösung sowie die Einführung einer integrierten Produkt- und Fabrikplanung geeignete Maßnahmen.¹⁰⁵ Die Industrieunternehmen können zudem ihre Flexibilität, z.B. mit Hilfe modularer Organisationsstrukturen und den Prinzipien der Selbstorganisation, verbessern. Diese Maßnahmen sind mit Hilfe der für das Web-based Manufacturing konstitutiven Internet-Technologien in der Produktion besonders leicht zu erreichen.¹⁰⁶ Dabei ist aber auch davon auszugehen, daß keine Monokausalitäten der einzelnen Gestaltungsempfehlungen, insbesondere des Einsatzes der Internet-Technologien, und ihrer Wirkungen auf den Zustand des Produktionssystems vorliegen.¹⁰⁷ Vielmehr sind besonders bei den Internet-Technologien komplexe Wirkungsgefüge zu erwarten, die zu simultanen Veränderungen mehrerer Variablen führen. So führen die einzusetzenden Internet-Technologien z.B. zu deutlichen Verbesserungen der Kostensituationen der Industrieunternehmen.¹⁰⁸ Zudem wird die Umsetzung der zur Erhöhung der Pro-

¹⁰⁵ Vgl. Wiendahl/Harms (2001), S. 11.

¹⁰⁶ Vgl. Wiendahl/Harms (2001), S. 11.

¹⁰⁷ Vgl. bereits Corsten/Will (1993), S. 56.

¹⁰⁸ Vgl. Barua/Lee (2001), S. 37 ff. Unabhängig hiervon ist das sogenannte Produktivitätsparadoxon zu betrachten, daß eine fehlende oder sogar negative Korrelation zwischen dem Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien und der Produktivität der Unternehmen postuliert. Gegen diese Gesetzmäßigkeit wurden jedoch mehrere schwerwiegende Kritikpunkte angeführt, so daß die Gültigkeit in Frage zu stellen ist. Vgl. z.B. Brynjolfsson/Yang (1996), Gründler (1997), S. 74 ff., Piller (1997), Diewert/Fox (1998).

zeitstransparenz erforderlichen Prozeßorientierung erleichtert¹⁰⁹ sowie in vielen Fällen die Möglichkeit zu einem „Plug and Produce“¹¹⁰ zur Steigerung der Flexibilität und Reaktionsgeschwindigkeit geschaffen. Bei dieser Argumentation werden die Ressourcen der Produktion vernachlässigt. Die Produktionssysteme der einzelnen Unternehmen unterscheiden sich nach dem Resource-based View in ihrer Ausstattung mit strategisch relevanten Ressourcen. Der Resource-based View fordert daher zur Realisierung von Wettbewerbsvorteilen, die Ressourcenbasen zu pflegen, optimal zu nutzen und auszubauen. Dazu zählt auch die Ausnutzung von sogenannten Ressourcenkomplementaritäten, die mit Hilfe einer optimalen Kombination von Ressourcen zu realisieren sind. Der Einsatz von Internet-Technologien in der Produktion, modulare Organisationsstrukturen und die Prinzipien der Selbstorganisation erleichtern die Erfüllung dieser Forderung mit Hilfe einer höheren Sichtbarkeit und Kombinierbarkeit der Ressourcen in der Produktion, so daß eine strategisch optimierte Ressourcenbasis im Produktionssystem möglich wird.¹¹¹

Zur Umsetzung der Gestaltungsempfehlungen benötigen die Unternehmen anwendbare Methoden und Instrumente. Aufgrund der ex definitione vorhandenen und bereits in der Leitidee normierten hohen Bedeutung von Internet-Technologien stellt deren Einsatz in der Produktion eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für die Umsetzung des Web-based Manufacturing dar. Zusätzlich ist es erforderlich, in Abhängigkeit von der konkreten Situation der Unternehmen weitere Instrumente einzusetzen. So sind z.B. eine Nutzung der durch den Einsatz der Internet-Technologien gebotenen Möglichkeiten auch im Produktionsmanagement anzustreben bzw. die bestehenden Instrumente und Systeme des Produktionsmanagement auf Internet-Technologien umzusetzen. Bei der Umsetzung modularer Organisationsstrukturen können z.B. dezentrale Systeme der Produktionsplanung und -steuerung sowie autonome Subsysteme in der Produktion hilfreich eingesetzt werden. Sowohl der Einsatz der in der Produktion noch relativ gering verbreiteten Internet-Technologien als auch die Reorganisation der Produktion stellen hohe Anforderungen an das Personal. Es sind daher Maßnahmen u.a. zur Qualifizierung und einer stärkeren Einbindung der Mitarbeiter, z.B. mit Hilfe der Delegation von Verantwortung in gewerbliche Bereiche, zu ergreifen. Aus der Perspektive der Ingenieurwissenschaften und Informatik bzw. Wirtschaftsinformatik sind zudem die in der Produktion benötigten Daten mit Hilfe von Systemen des Product Data Management / Engineering Data Management bereitzustellen und die bereits bestehenden Informationssysteme mit Hilfe der ex definitione einzusetzenden Internet-Technologien im Sinne einer Enterprise Appli-

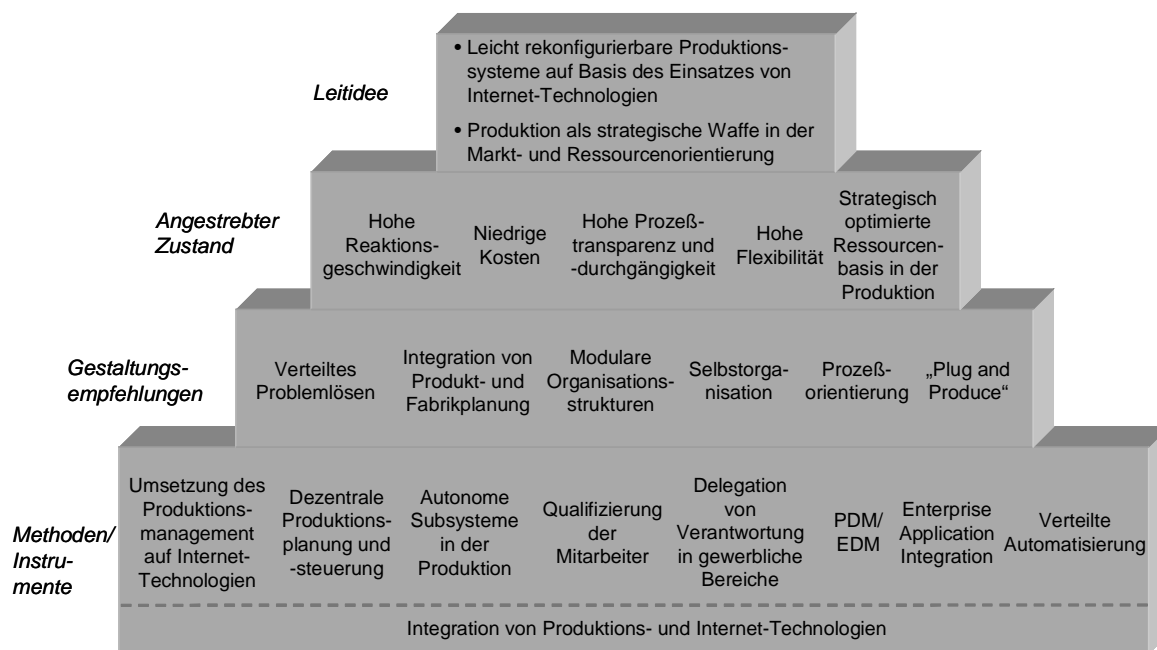
¹⁰⁹ Vgl. z.B. Martin (1996), S. 84 ff.

¹¹⁰ Wirth (2000), S. 56. Vgl. Wirth et al. (2001), S. 67 ff.

¹¹¹ Vgl. Blecker (1999), 191f.

cation Integration zusammenzuführen. Daraus und aus dem Einsatz der Internet-Technologien in den Produktionstechnologien folgt aber auch eine Tendenz zur Konvergenz von Automatisierungs- und Informationstechnologien in der Produktion. Dies wiederum bedeutet, daß die eingesetzten Maschinen und Anlagen eine gewisse Intelligenz bzw. eine Fähigkeit zur eigenständigen Bearbeitung von Aufgaben und Lösung von Problemen erlangen. Damit wird es möglich, Wissen und Problemlösungsfähigkeiten unmittelbar an bzw. in der Maschine verfügbar zu machen und kooperativ im Sinne eines verteilten Problemlösens zu nutzen. Die Systeme der verteilten Automatisierung sind von den Unternehmen zur Umsetzung der Prinzipien der Selbstorganisation und des „Plug and Produce“ gut einzusetzen. Die Unternehmen können mit Hilfe der aufgezeigten Methoden und Instrumente die im Web-based Manufacturing formulierten Gestaltungsempfehlungen vollständig umsetzen. Es ist jedoch auch darauf hinzuweisen, daß die Methoden und Instrumente von jedem Unternehmen individuell zu erweitern bzw. situativ zu kombinieren sind.

Die Abb. 8 faßt die Elemente des Web-based Manufacturing zusammen.



Quelle: Blecker (2003a), o.S.

Abb. 8: Elemente des Web-based Manufacturing

Aus den bisherigen Ausführungen und der oben erarbeiteten Definition sind mehrere Eigenschaften des Web-based Manufacturing abzuleiten:

- Das Web-based Manufacturing ist ein intraorganisationales Produktionskonzept, d.h. es wird in einem Unternehmen und nicht zwischen mehreren Unternehmen umgesetzt. Eine Kopplung von Produktionseinheiten zwischen zwei oder mehr Unternehmen wird durch die eingesetzten Internet-Technologien jedoch erleichtert und kann zu weiteren Vorteilen führen.

- Das Web-based Manufacturing betrifft alle Bereiche und Teilgebiete der Produktion, d.h. den Entwurf des Leistungssystems, den Entwurf des Leistungsprogramms, die Faktorbereitstellung und die eigentliche Leistungserstellung.
- Im Web-based Manufacturing werden sowohl technische Aufgaben und Funktionen, z.B. Automatisierung, als auch betriebswirtschaftliche Aufgaben und Funktionen, z.B. Planung und Steuerung, berücksichtigt.
- Der Einsatz der Internet-Technologien ist im Web-based Manufacturing nicht nur ein Hilfsmittel zur Integration bislang dislozierter Bereiche und Aufgaben, sondern ein wichtiger Bestandteil bzw. ein wesentliches Gestaltungselement, das neue Qualitäten der Produktion hinzufügt.
- Das Web-based Manufacturing beschreibt keine „elektronische“ Produktion im Sinne des E-Manufacturing, sondern ein Konzept der (materiellen) Produktion von Sachgütern und Dienstleistungen.
- Es werden sowohl strategische als auch operative Ziele im Web-based Manufacturing verfolgt.

Aufgrund der damit einhergehenden hohen Anforderungen an das Konzept des Web-based Manufacturing ist dieses zwangsläufig interdisziplinär anzulegen. Aus der Informatik und der Wirtschaftsinformatik werden Erkenntnisse für die erfolgreiche Implementierung der Internet-Technologien in Industrieunternehmen verwendet, Ansatzpunkte für den Einsatz der Internet-Technologien werden in den Ingenieurwissenschaften diskutiert, z.B. im Maschinenbau, und aus der Sicht der Betriebswirtschaftslehre ist auf Basis der gebotenen technologischen Potentiale ein geeignetes Produktionskonzept zu entwickeln. Dabei wird neben dem bekannten Einsatz der Internet-Technologien als Intranet bei der Bürokommunikation auch ein Einsatz „on the shop floor“ explizit vorgesehen, d.h. es wird eine Verbindung oder sogar eine Konvergenz von Automatisierungs- und Informationstechnik zugrundegelegt. Dies ist zunächst ein für die Betriebswirtschaftslehre ungewöhnlicher, stark technikgetriebener Ansatz. Dadurch wird jedoch gewährleistet, daß die theoretischen Arbeiten der Produktionswirtschaft und das (technische) Erfahrungswissen über den Einsatz von Internet-Technologien in der Produktion aus der unternehmerischen Praxis gleichermaßen in die Entwicklung des Web-based Manufacturing einfließen. Wie später noch zu zeigen sein wird, ist es so möglich, die Anforderungen an betriebswirtschaftliche Konzepte zu erfüllen und das Web-based Manufacturing als ein eigenständiges Produktionskonzept zu entwickeln.

Allerdings ist der Einsatz der technischen Elemente des Web-based Manufacturing, insbesondere die Internet-Technologien, kein Selbstzweck. Es ist für die erfolgreiche Umsetzung des Web-based Manufacturing bedeutend, diese Technologien auch zweckmäßig zu nutzen. Das Web-based Manufacturing recurriert daher einige ausgewählte Ansätze als Instrumente zur Nutzung der technologischen Basis.

3.2 Abgrenzung des Web-based Manufacturing von ausgewählten Produktionskonzepten

Das Web-based Manufacturing ist kein eklektischer Ansatz des Einsatzes von Internet-Technologien, sondern ist als ein neues, in sich geschlossenes betriebswirtschaftliches Konzept der Produktion zu verstehen. Damit wird es notwendig, zum einen den Begriff des betriebswirtschaftlichen Konzepts zu spezifizieren und zum anderen das Web-based Manufacturing von bestehenden Produktionskonzepten abzugrenzen.

Ausgehend von einem deskriptiven Wissenschaftsziel, bei dem Beschreibungen realer Sachverhalte entwickelt werden,¹¹² steht bei Zugrundelegung des theoretischen Wissenschaftsziels der Betriebswirtschaftslehre die Entwicklung von Hypothesen zur Klärung und Prognose von einzelwirtschaftlichen Sachverhalten im Zentrum der Forschungsbemühungen.¹¹³ Dabei werden betriebswirtschaftliche Theorien als Systeme konsistenter Hypothesen meistens deduktiv gewonnen.¹¹⁴ Zur Anwendung dieser Theorien werden Modelle, d.h. simplifizierende Abbildungen ökonomischer Problemstellungen aus der unternehmerischen Praxis, und Methoden, d.h. strukturierte Vorgehensregeln, eingesetzt.¹¹⁵ Dieser Anwendungsbezug führt zu einem angewandten Wissenschaftsverständnis bzw. zu dem pragmatischen Wissenschaftsziel.¹¹⁶ Dieses erzeugt den Praxisbezug der Betriebswirtschaftslehre und wendet die betriebswirtschaftlichen Theorien und Methoden problemorientiert an. Daher stellen die Industriebetriebslehre und die Produktionswirtschaft auch primär Realwissenschaften mit einem pragmatischen Wissenschaftsziel dar.¹¹⁷

Die Betriebswirtschaftslehre als angewandte Wissenschaft übernimmt die Aufgabe, einen Beitrag zu Gestaltung der ökonomischen Realität zu leisten.¹¹⁸ Werden dabei die — meist induktiv — gewonnenen Erfahrungen systematisch interpretiert und durch Handlungswissen ergänzt, entstehen betriebswirtschaftliche Konzepte. Sie erheben den Anspruch, anwendungsnahe Erkenntnisse zu verarbeiten und richten sich vorzugsweise an die unternehmerische Praxis. Betriebswirtschaftliche Konzepte können somit auch als praktische Verwertung theoretisch

¹¹² Vgl. Schweitzer (1996), Sp. 1644 f.

¹¹³ Vgl. hierzu und zum folgenden z.B. Chmielewicz (1994), S. 80 ff. und 150, Schweitzer (1994), S. 48 ff., Schweitzer (1996), Sp. 1645 f., und Dyckhoff (1998), S. 9 ff.

¹¹⁴ Vgl. zu den Forschungsmethoden in der Betriebswirtschaftslehre auch Braun (1993), Sp. 1220 ff.

¹¹⁵ Vgl. Schanz (1977), S. 77, Eichhorn (1979), S. 65, Schweitzer (1996), Sp. 1650. Schweitzer/Küpper (1997), S. 7 ff., bezeichnen Theorien hingegen als Modelle aus singulären und universellen Sätzen. Sie verwenden den Terminus Modell damit als Oberbegriff.

¹¹⁶ Vgl. z.B. Schweitzer (1996), Sp. 1646.

¹¹⁷ Vgl. Schanz (1975), S. 26 ff., Behrens (1993), Sp. 4763, Schweitzer (1994), S. 41 f.

¹¹⁸ Vgl. Abel (1979), S. 158, Ulrich (1988), S. 178, und Behrens (1993), Sp. 4768.

und empirisch gewonnener Erkenntnisse interpretiert werden. Dementsprechend ist im betriebswirtschaftlichen Schrifttum eine breite Verwendung des Begriffes „Konzept“ festzustellen, z.B. Sourcing-Konzepte, Organisations- und Kooperationskonzepte, Produktionskonzepte etc. Eine Spezifikation des Begriffsinhaltes erfolgt häufig jedoch meistens nicht.¹¹⁹ Eine Ausnahme bildet Stölzle, der sich mit dem Konzeptbegriff intensiv auseinandersetzt. Er formuliert u.a. folgende konstituierende Begriffsmerkmale:

- Repräsentation induktiv gewonnenen Erfahrungswissens
- Systematische Aufbereitung und Interpretation des Erfahrungswissens
- Entwicklung von strategisch relevanten Gestaltungsempfehlungen
- Empfehlung von Methoden und Instrumenten zur Umsetzung
- Theoretische Fundierung.¹²⁰

Betriebswirtschaftliche Konzepte der Produktion, müssen nun den genannten Kriterien entsprechen und sich auf der Basis technischer Erkenntnisse inhaltlich mit den ökonomischen Fragestellungen der Produktion auseinandersetzen.¹²¹ Stölzle weist aber auch darauf hin, daß Konzepte häufig sehr einfach gehalten, mit plakativen Begriffen belegt und nicht in ausreichendem Maß theoretisch fundiert werden. Kritisch ist daher vielen Konzepten entgegenzuhalten, daß es sich um Modeerscheinungen handelt oder daß sie aufgrund einer vagen und unklaren Darstellung sogar nur Leerformeln¹²² oder Mythen¹²³ bleiben.

Besonders verbreitete und/oder aktuelle Konzepte sind:

- World Class Manufacturing
- Agile Manufacturing
- Next Generation Manufacturing¹²⁴

Grundlegende These des World Class Manufacturing ist, daß die Wettbewerbsfähigkeit eines Industrieunternehmens wesentlich von der Fähigkeit geprägt ist, überlegene Produkte zu entwerfen und zu fertigen.¹²⁵ Im World Class Manufacturing müssen die Unternehmen ihre Prozeßabläufe permanent verbessern, die Strukturen vereinfachen und in allen relevanten Variablen zu den weltweit besten

¹¹⁹ Vgl. als eine der wenigen Ausnahmen Stölzle (1999), S. 16 ff. und 144 ff.

¹²⁰ Vgl. Stölzle (1999), S. 145.

¹²¹ Vgl. Schweitzer (1996), Sp. 1643.

¹²² Vgl. zum Problem der Leerformeln z.B. bei Definitionen Chmielewicz (1994), S. 62.

¹²³ Vgl. Kieser (1996), S. 26 ff.

¹²⁴ Vgl. hierzu und zum folgenden Blecker (2001), S. 4 ff., und die dort zitierte Literatur.

¹²⁵ Vgl. Hayes/Wheelwright (1984). Vgl. aber z.B. auch Schonberger (1986), Schonberger (1996), Keegan (1997).

Unternehmen zählen. Überlegene Unternehmen sollen dann Wettbewerbsvorteile bei den Strategischen Erfolgsfaktoren Kosten, Qualität und Zeit simultan erzielen.¹²⁶ Der Produktionsbereich ist daher gefordert, die zum Teil widersprüchlichen Anforderungen umzusetzen, ohne eine Verschlechterung bei einzelnen Strategischen Erfolgsfaktoren zuzulassen.

Es wird ein Methodenbaukasten bereitgestellt, der die Unternehmen bei einer kontinuierlichen Verbesserung der Produktion unterstützen soll. Als wichtige Elemente des Methodenbaukastens rekurriert das World Class Manufacturing dazu schon länger bekannte Ansätze, wie Supply Chain Management, Just-in-Time (JiT), KANBAN-Systeme, Cellular Manufacturing, Minimierung der Rüstzeiten, vorbeugende Instandhaltung, Qualitätsmanagement und Partizipation der Mitarbeiter.¹²⁷ Neu am World Class Manufacturing ist lediglich, daß der Gedanke des Methodenbaukastens hervorgehoben wird. Ein wirklich neues Produktionskonzept, das den heutigen Herausforderungen vollkommen genügt, wird folglich nicht entwickelt. Vielmehr konzentriert sich das World Class Manufacturing darauf, gegebene Produktionsstrukturen mit Hilfe traditioneller Instrumente temporär zu verbessern. Ebenso findet der konsequente Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien, bis auf wenige Ausnahmen, keine explizite Beachtung. Wenn ein Einsatz postuliert wird, konzentriert sich dieser meistens auf die Unterstützung traditioneller Prozesse.

Wesentliche Unterschiede zum Web-based Manufacturing ergeben sich damit zunächst bei der Bedeutung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien. Während moderne Informations- und Kommunikationstechnologien im World Class Manufacturing nur am Rande betrachtet werden, sind sie beim Web-based Manufacturing konzeptimmanent. Zudem ist festzustellen, daß das World Class Manufacturing explizit die Verbesserung der (bestehenden) Prozesse als Ziel angibt. Genau dieses wird im Web-based Manufacturing jedoch negiert. Es geht im Web-based Manufacturing nicht um die Verbesserung von bestehenden Prozessen, sondern um die Neuentwicklung und -gestaltung der Prozesse auf Basis der eingesetzten Internet-Technologien. Das Web-based Manufacturing strebt an, mit Hilfe von Internet-Technologien Handlungsoptionen aufzubauen, die neuartige Prozesse ermöglichen. Übereinstimmung zwischen den beiden Konzepten besteht lediglich darin, daß die Unternehmen Wettbewerbsvorteile gegenüber ihren Konkurrenten erzielen sollen und daß hierfür ein relativ breiter Methodenmix eingesetzt wird. Der Einsatz des Methodenmix erfolgt beim Web-based Manufacturing jedoch nicht als zentrales Instrument zur Zielerreichung wie beim World Class

¹²⁶ Vgl. Milling (1998), S. 1, Milling/Schwellbach/Thun (2000), S. 3.

¹²⁷ Vgl. z.B. Shunta (1995), Schonberger (1996), S. 19 ff., Brown (1996), S. 327 ff., Flynn et al. (1997), S. 673 ff., Harrison (1998), S. 397 ff., Yamashina (2000), S. 132 ff. Vgl. auch die Übersicht bei Flynn/Schroeder/Flynn (1999), S. 252 ff.

Manufacturing, sondern lediglich zur Realisierung der gebotenen Vorteile. Damit liegt ein wesentlicher Unterschied in der zugrundegelegten Kausalkette: Das World Class Manufacturing führt die Wettbewerbsvorteile auf den Methodeneinsatz zurück, während das Web-based Manufacturing die Vorteile auf den Einsatz der Internet-Technologien zurückführt.

Ein weiteres Produktionskonzept ist das Agile Manufacturing¹²⁸. Es beschreibt interorganisational dislozierte Leistungserstellungsprozesse und soll sowohl die klassische Massenproduktion als auch das Konzept der Lean Production ersetzen.¹²⁹ Ziel ist es, eine Produktion für eine dynamische und turbulente Umwelt zu definieren. Die Unternehmen sollen sehr kundenorientiert sein und individualisierte Produkte schnell, flexibel und zu niedrigen Kosten anbieten können¹³⁰. Im amerikanischen Schrifttum wird das Agile Manufacturing deshalb auch in vielen Fällen im Zusammenhang mit der Strategie der Mass Customization diskutiert¹³¹ und als ein bedeutender Ansatz zu deren produktionswirtschaftlichen Realisation angesehen¹³².

Neben dem häufig dominierenden Kooperationsaspekt¹³³ sind aus produktionswirtschaftlicher Sicht insbesondere die Fähigkeit zur dynamischen Rekonfiguration der Produktionsprozesse, eine hohe Variantenvielfalt und eine hohe Nachfrageunsicherheit wesentliche Kennzeichen des Agile Manufacturing.¹³⁴ Um den hohen Anforderungen zu genügen, müssen in der Produktion geeignete Systeme und Techniken zur Reduktion der auftretenden Komplexität eingesetzt werden.¹³⁵ In einer Synopse der im Schrifttum genannten Bausteine eines Agile Manufacturing sind dazu u.a. folgende produktionstechnischen und -wirtschaftlichen Voraussetzungen zu identifizieren: standardisierte Bauteile und Prozesse, kleine Losgrößen, JiT- und KANBAN-Systeme, ein optimales Fabriklayout, kleine oder keine Lager, Softtooling-Techniken, flexible Fertigungssysteme, durchgängige CAx-Systeme,

¹²⁸ Vgl. Goldman/Preiss (1992a) und Goldman/Preiss (1992b).

¹²⁹ Vgl. auch Duguay/Landy/Pasin (1997), S. 1183 ff., Gunneson (1997), S. 35 ff., Harrison (1997), S. 257 ff., Sharifi/Zhang (1999), S. 9, Vernadat (1999), S. 37 f. sowie die Übersicht bei Sharp/Irani/Desai (1999), S. 157.

¹³⁰ Vgl. Kaluza (1989), S. 29 ff.

¹³¹ Vgl. Pine (1997), S. 3 ff., Oleson (1998).

¹³² Vgl. Anderson (1997).

¹³³ Vgl. z.B. Martin (1996), S. 131 f. Vgl. zudem z.B. Goldman et al. (1996), S. 24 f., Preiss/Wadsworth (1995), S. 1 ff., Preiss/Goldman/Nagel (1996), Gunneson (1997), S. 279 ff.

¹³⁴ Vgl. Tan (1998), S. 357 ff., Webster/Beach (1999).

¹³⁵ Vgl. auch Piller (1999), S. 658, der feststellt, daß dieser Aspekt in den meisten Veröffentlichungen zum Agile Manufacturing nicht ausreichend berücksichtigt wird.

Concurrent Engineering, (Rapid) Prototyping, sowie flexible und dezentrale Systeme der Produktionsplanung und -steuerung.¹³⁶

Aufgrund dieses massiven Einsatzes weitgehend bekannter Ansätze und Technologien, einer mangelnden Operationalisierung und einer trotz der angestrebten Ziele fehlenden strategischen Fokussierung wird die Eigenständigkeit des Agile Manufacturing häufig bezweifelt. So sehen mit Goldman und Nagel selbst wichtige Vertreter des Agile Manufacturing diesen Ansatz nur als eine gelungene Synthese existierender Technologien und Produktionskonzepte an.¹³⁷ Dies ist zugleich ein wesentlicher Unterschied zum Web-based Manufacturing, das den Anspruch erhebt, ein vollwertiges, neues Produktionskonzept zu sein. Zudem ist zwar festzustellen, daß sowohl beim Agile Manufacturing als auch beim Web-based Manufacturing die Fähigkeit zur Variantenproduktion betrachtet werden. Beim Web-based Manufacturing steht sie aber nicht im Mittelpunkt. Weitere Unterschiede bestehen bei der grundsätzlichen Konzeption der beiden Ansätze. Während das Agile Manufacturing ausgehend von der Zielbeschreibung geeignete Instrumente identifiziert und zu einem Methodenmix zusammenfaßt, werden beim Web-based Manufacturing neue Handlungsoptionen auf Basis des Einsatzes von Internet-Technologien in den Mittelpunkt der Betrachtung gestellt. Ebenso ist das Ziel des Web-based Manufacturing nicht auf eine dislozierte Leistungserstellung und eine hohe Kundenorientierung im Sinne einer Mass Customization fokussiert, sondern läßt auch die Verfolgung anderer Wettbewerbsstrategien zu. Übereinstimmung zwischen den beiden Konzepten besteht lediglich bei einigen einzusetzenden Instrumenten, z.B. JiT-Systeme und ein optimales Fabriklayout. Beim Web-based Manufacturing sind diese Instrumente jedoch nicht konzeptimmanent, sondern stellen nur ein potentiell Mittel zur Erreichung der angestrebten Ziele dar.

Auch beim Next Generation Manufacturing sind die heutigen Probleme im Umfeld der Industrieunternehmen Ausgangspunkt der Überlegung.¹³⁸ Ziel des zugrundeliegenden Forschungsprogramms war es, die Entwicklungen in der amerikanischen Industrie bis zum Jahr 2010 zu prognostizieren und vor diesem Hintergrund ein ideales produzierendes Unternehmen zu entwerfen. In einem ersten Schritt wurden sieben Schlüsselfaktoren der Veränderungen im unternehmerischen Umfeld identifiziert.¹³⁹ Aus diesen Schlüsselfaktoren wurden in einem weiteren Schritt

¹³⁶ Vgl. z.B. DeVor/Graves/Mills (1997), S. 813 ff., Plonka (1997), S. 11 ff., Flores (1998), S. 284 ff., Gunasekaran (1998), S. 1223 ff., Lee (1998b), S. 1023 ff., Quintana (1998), S. 452 ff., Babu (1999), S. 24 ff., Sharp/Irani/Desai (1999), S. 160 f., Yan/Jiang (1999), S. 103 ff., van Assen/Hans/van de Velde (2000), S. 16 ff.

¹³⁷ Vgl. Goldman/Nagel (1993), S. 18 ff.

¹³⁸ Vgl. z.B. NGM Project Office (1997a), S. 307 ff., Bunce/Limoges/Okabe (1997), S. 274 ff., Vernadat (1999), S. 37, John/Cannon/Pouder (2000), S. 144.

¹³⁹ Vgl. zu einer Übersicht der gesamten Studie NGM Project Office (1997b), Hughes (1997), S. 3 ff.

die für eine adäquate Reaktion auf die Veränderungen erforderlichen Eigenschaften der Unternehmen ermittelt, z.B. „Customer responsiveness“ und „Physical plant and equipment responsiveness“¹⁴⁰, und darauf aufbauend zehn erforderliche Eigenschaften eines Industrieunternehmens für das Next Generation Manufacturing definiert. Diese können wiederum als Methodenbaukasten verstanden werden und sind u.a. der Einsatz gut ausgebildeter, flexibler Mitarbeiter, eines Innovationsmanagement, eines Change Management, flexibler Fertigungssysteme, moderner Informations- und Kommunikationstechnologien sowie neuer Kooperationskonzepte.¹⁴¹

Beim Next Generation Manufacturing handelt es sich somit um eine Aneinanderreihung eigentlich bekannter Elemente und Prinzipien, die zum überwiegenden Teil bereits im Agile Manufacturing angesprochen wurden. Auffallend ist jedoch, daß im Next Generation Manufacturing die modernen Informations- und Kommunikationstechnologien explizit als ein Element des Methodenbaukastens genannt werden. Es kann daher vermutet werden, daß das Next Generation Manufacturing diesen Technologien eine ähnlich hohe Bedeutung beimißt, wie das Web-based Manufacturing. Allerdings werden die modernen Informations- und Kommunikationstechnologien nicht in demselben Maße wie beim Web-based Manufacturing konzeptualisiert. Sie bleiben damit lediglich eine Instrumentalvariable. Statt dessen erfolgt im Next Generation Manufacturing eine Fokussierung der prognostizierten Eigenschaften von Industrieunternehmen. Verkürzt ist die zugrundegelegte Kausalkette damit zu umschreiben als die Definition eines Zielzustandes und die Bestimmung eines geeigneten Instrumente-Mix zur Zielerfüllung auf Basis der bereits heute verfügbaren Instrumente. Der Novitätsgrad bleibt so zwangsläufig gering. Das Web-based Manufacturing wählt deshalb ein anderes Vorgehen: Auf Basis des Einsatzes neuer Technologien werden neue, bislang nicht verfügbare Handlungsoptionen erarbeitet und konzeptionell genutzt. Somit liegt ein deutlich höherer Novitätsgrad des Web-based Manufacturing vor. Lediglich bei der Nutzung der gebotenen Potentiale greift das Web-based Manufacturing stellenweise auf bekannte Konzepte zurück, die jedoch aufgrund der Novität der Handlungsoptionen u.U. zu anderen und/oder besseren Ergebnissen als im Next Generation Manufacturing führen können.

Als Ergebnis unserer Untersuchung ist festzuhalten, daß sich das Web-based Manufacturing deutlich von den heute verbreiteten Produktionskonzepten unterscheidet. Neben der theoretischen Fundierung und der strategischen Fokussierung ist der Einsatz von Internet-Technologien als zentrales Gestaltungsmerkmal ein wesentliches Unterscheidungskriterium gegenüber den bereits bekannten

¹⁴⁰ Vgl. NGM Project Office (1997c), S. 14 ff.

¹⁴¹ Vgl. NGM Project Office (1997c), S. 26 ff., NGM Project Office (1997d).

Produktionskonzepten. Allerdings ist daraus hinzuweisen, daß mit dem Computer Integrated Manufacturing und der Computer Aided Industry Ansätze existieren, die zwar keine Produktionskonzepte im eigentlichen Sinn darstellen, die jedoch gezielt auf den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien in der Produktion zielen. Es ist deshalb auch eine Abgrenzung des Web-based Manufacturing von diesen schon seit mehreren Jahren diskutierten Ansätzen erforderlich.

Kerngedanke aller CIM- und CAI-Ansätze ist die Integration.¹⁴² Das CIM-Konzept versucht die bislang getrennten betriebswirtschaftlichen und technischen Systeme in der Produktion zu integrieren. Beim CAI-Konzept werden zusätzlich die Systeme des Bürobereichs berücksichtigt. CIM und CAI stellen in einem hohen Maße auf die postulierte Integration des Computers in die Produktion und/oder die Integration dislozierter Teilsysteme der produktionsnahen Informationsverarbeitung ab. Ergänzt wird dies durch eine Vorgangsintegration, bei der aufeinanderfolgende Planungs- und Steuerungsvorgänge in einem einheitlichen System durchgeführt werden.¹⁴³

Dabei wird für die Integration im Rahmen des CIM bzw. CAI ein eher zentralistischer Ansatz verwendet, obwohl in der unternehmerischen Praxis zumindest bei der Produktionsplanung und -steuerung zunehmend dezentrale Konzepte eingesetzt werden. Dieses Problem zumindest zentralistischer Tendenzen wird auch beim Ansatz der vernetzten Dezentralisierung nach Scheer¹⁴⁴ nicht grundlegend gelöst. Zudem stellen CIM und CAI sehr hohe Anforderungen an die Unternehmen bei der Umsetzung. In empirischen Untersuchungen konnte so auch festgestellt werden, daß trotz der umfangreichen theoretischen Entwürfe des CIM bzw. der CAI — die in einer sehr technikzentrierten Perspektive bis zur menschenleeren Fabrik führen sollten — eine vollständige Realisierung in der unternehmerischen Praxis nie erreicht wurde.¹⁴⁵ Dies liegt insbesondere an der hohen Komplexität, die eine totale, zentralistische Integration in der unternehmerischen Praxis verursacht.

Unterschiede zum Web-based Manufacturing ergeben sich daher nicht nur in den zugrundeliegenden Technologien und Protokollen: Während beim CIM traditionell das Übertragungsprotokoll MAP (Manufacturing Automation Protocol) eingesetzt wird,¹⁴⁶ stützt sich das Web-based Manufacturing auf Internet-Technologien und damit auf die TCP/IP-Protokoll-Suite. Damit wird im Web-based Manufacturing

¹⁴² Vgl. Scheer (1987), S. 3 ff., Pleschak (1991), S. 35.

¹⁴³ Vgl. Scheer (1987), S. 4 ff., Corsten (1998), S. 552 ff.

¹⁴⁴ Vgl. Kruse/Scheer (1994), S. 6ff.

¹⁴⁵ Vgl. Büring (1997), S. 140, Milling (1997), S. 5 f.

¹⁴⁶ Vgl. Vahrenkamp (1998), S. 316 f.

auch das Problem umgangen, daß im CIM bislang sogenannte Automatisierungsinself aufgrund der Verwendung von MAP in produktionsnahen Bereichen und TOP (technical and office protocols) in allen anderen Bereichen bestanden.¹⁴⁷ Wichtiger sind für uns jedoch konzeptionelle Unterschiede. Trotz der drei möglichen Sichtweisen von CIM und CAI liegt ein zentralistisches, nicht funktionalorientiertes Konzept vor, dessen Schwerpunkt die Informationsverarbeitung ist. Während beim CIM die Integration von Teilsystemen auf einer technischen, fertigungszentrierten Ebene im Mittelpunkt der Betrachtung steht, ist mit dem Web-based Manufacturing eine Integration der Informationsflüsse entlang betrieblicher Prozesse möglich. CIM und CAI stützen sich daher wesentlich auf die zentrale Datenbasis für die Integration. Sowohl technologisch als auch konzeptionell stehen beim Web-based Manufacturing hingegen die Vernetzung der Kommunikationspartner bzw. das Kommunikationsnetz im Vordergrund. Die verteilten Systeme auf Basis der Internet-Technologien sollen bis zur verteilten Automatisierung reichen.¹⁴⁸ Die Möglichkeit hierzu wird dadurch geschaffen, daß die durch Internet-Technologien verursachten technologischen und organisatorischen Änderungen in der Produktion weit über die CIM-Diskussion der letzten Jahre hinausgehen. Aus der Sicht der Produktionswirtschaft ist daher auch bedeutend, daß es sich beim Web-based Manufacturing im Unterschied zum CIM und CAI nicht nur um einen Ansatz zur Integration von Teilsystemen handelt, sondern um ein vollständiges Produktionskonzept.

4 Ausgewählte betriebswirtschaftliche Aspekte des Web-based Manufacturing

Wir haben einen Ansatz eines betriebswirtschaftlichen, internetbasierten Produktionskonzepts „Web-based Manufacturing“ vorgestellt und von anderen Produktionskonzepten abgegrenzt. Unsere aktuellen Forschungsbemühungen konzentrieren sich darauf, die Auswirkungen des Web-based Manufacturing für die Betriebswirtschaftslehre zu untersuchen. Es werden daher im folgenden ausgewählte betriebswirtschaftliche Aspekte des Web-based Manufacturing aufgezeigt. Dabei werden wir die Wirkungen des Einsatzes von Internet-Technologien in der Produktion zwischen einer wettbewerbsstrategischen Ebene (Effektivität) und einer wirtschaftlichen Ebene (Effizienz) differenzieren.

Wesentliches Kriterium bei der Beurteilung der Internet-Technologien aus der Perspektive der Effektivität sind die Wirkungen auf die Wettbewerbsposition der Unternehmen. Ausgangspunkt der Überlegungen war, daß Industrieunternehmen der Produktion eine hohe wettbewerbsstrategische Relevanz beimessen müssen und moderne Technologien, insbesondere Automatisierungs- sowie Informations-

¹⁴⁷ Vgl. Huang/Mak (2001a), S. 3.

¹⁴⁸ Vgl. so auch Siemens (2000).

und Kommunikationstechnologien, zur Verbesserung der Produktion einsetzen müssen. Daraus sollen zugleich Potentiale zur Verbesserung der wettbewerbsstrategischen Position der Unternehmen resultieren. Insbesondere Internet-Technologien werden sowohl in der unternehmerischen Praxis als auch im betriebswirtschaftlichen Schrifttum häufig als eine Basis zur Verbesserung der wettbewerbsstrategischen Positionierung betrachtet.¹⁴⁹ Der Einsatz dieser Technologien soll z.B. die Flexibilität der Unternehmen erhöhen und neue Organisationskonzepte ermöglichen. Aus einer produktionswirtschaftlichen Sicht sind wesentliche Wirkungen der Internet-Technologien z.B. die Möglichkeit zu durchgängigen Informationssystemen in der Produktion, die durchgängige Geschäftsprozesse von der betriebswirtschaftlichen Steuerungsebene über die technischen Systeme bis zur Produktions- oder gar zur Feldebene zulassen. Zudem führt die Konvergenz von Automatisierungs- und Informationstechnik zu einer Modularität auf Maschinen- und Anlagenebene. Sie erleichtert die Umsetzung modularer Produktionskonzepte erheblich.

Allerdings ist bei der Betrachtung dieser Vorzüge auch zu beachten, daß Technologien im allgemeinen und insbesondere die hoch standardisierten Internet-Technologien von nahezu allen Unternehmen universell einzusetzen sind. Weder aus einer markt- noch aus einer ressourcenorientierten Perspektive¹⁵⁰ stellt daher die grundsätzliche Verfügbarkeit dieser Technologien für die Unternehmen per se einen Wettbewerbsvorteil gegenüber ihren Konkurrenten dar. Zudem wurde in verschiedenen Untersuchungen bereits mehrfach festgestellt, daß von den Unternehmen intendierte (Wettbewerbs-)Vorteile durch Informations- und Kommunikationstechnologien entweder nie erreicht oder von anderen Konkurrenten rasch eingeholt wurden.¹⁵¹ Unabhängig hiervon ist das sogenannte Produktivitätsparadoxon zu betrachten, daß eine fehlende oder sogar negative Korrelation zwischen dem Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien und der Produktivität der Unternehmen postuliert.¹⁵² Gegen diese Gesetzmäßigkeit wurden mehrere schwerwiegende Kritikpunkte angeführt, so daß die Gültigkeit in Frage zu stellen ist.¹⁵³ Barua/Lee weisen sogar einen statistisch signifikanten Produktivitätszuwachs beim Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien

¹⁴⁹ Vgl. Fischer (2000) S. 422.

¹⁵⁰ Vgl. zu den verschiedenen Ansätzen des Strategischen Management z.B. Kaluza/Blecker (2000).

¹⁵¹ Vgl. Keen (1992), S. 88 f., Boddy/Gunson (1996), S. 244 f., Klein (1996), S. 58 f., und Spitz (1997), S. 64.

¹⁵² Vgl. u.a. Stickel (1995), S. 548 ff., Stickel (1997), S. 65 ff., Gründler (1997).

¹⁵³ Vgl. z.B. Brynjolfsson/Yang (1996), Gründler (1997), S. 74 ff., Piller (1997), Diewert/Fox (1998).

in der Produktion nach.¹⁵⁴ Dieser gilt aber für alle Branchen und begründet keine technisch bedingten Wettbewerbsvorteile einzelner Unternehmen.

Aussagen, daß der Einsatz von Internet-Technologien in der Produktion die Lösung aller strukturellen und wettbewerbsstrategischen Probleme deutscher Industrieunternehmen wäre, sind daher nicht nur illusorisch sondern grundsätzlich falsch. Ein erfolgreicher Technikeinsatz ist lediglich als eine notwendige, nicht jedoch als eine hinreichende Bedingung zur Erzielung von (Wettbewerbs-)Vorteilen anzusehen. Nur mit Hilfe einer optimalen organisationalen Implementierung, neuen Konzepten der Nutzung der Internet-Technologien in der Produktion und/oder neuen Produktionskonzepten auf Basis der Internet-Technologien können Unternehmen dauerhafte Vorteile erzielen. Das bedeutet, nicht die Technik an sich, sondern deren Internalisierung und optimale Nutzung stellt die Basis für den ökonomischen Erfolg dar.¹⁵⁵ Grundlage für die Realisierung von Effektivitätspotentialen der Internet-Technologien in der Produktion ist daher die noch vorzunehmende Integration des Web-based Manufacturing in das Strategische Produktionsmanagement.

Möglich ist zunächst eine Beurteilung des Einsatzes der Internet-Technologien mit Hilfe einer Analyse der Effizienzwirkungen. Hierfür werden in der unternehmerischen Praxis meistens Kostenaspekte herangezogen. Ihre Höhe hängt jedoch wesentlich von der Akzeptanz der Internet-Technologien im Unternehmen, der detaillierten organisatorischen und technischen Implementation und der Nutzungskultur ab. Zudem sind die Kostenwirkungen aufgrund ihrer Komplexität häufig nicht konkret zu messen und nur sehr schwer zuschätzen. Die Kostenwirkungen als Bewertungskriterium werden deshalb aufgrund der hohen Bedeutung und starker Interdependenzen weiterer Wirkungsmechanismen ergänzt um Flexibilitäts- und Zeitaspekte des Einsatzes von Internet-Technologien.

Potentiale zur Kostenreduktion entstehen aus der Sicht der unternehmerischen Praxis insbesondere bei der Parametrierung und Konfiguration der Maschinen und Anlagen mit Hilfe von Internet-Technologien. Eine einheitliche Oberfläche im Web-Browser und die Möglichkeit die Maßnahmen von einem einzigen Computer auszuführen, führt zu einer Reduktion der Rüst- und Stillstandkosten sowie einer Beschleunigung der Diagnose von Maschinenzuständen.¹⁵⁶ Zudem sind z.B. Kostensenkungen durch die Unterstützung innerbetrieblicher Kommunikationsprozesse zu realisieren. Genaue Verfügbarkeitsnachweise von Materialien im Unternehmen, Just-in-Time-Konzepte und eine Einbindung der Datenerfassung aller betrieblichen Prozesse online in das EDV-System werden durch Internet-Techno-

¹⁵⁴ Vgl. Barua/Lee (2001), S. 37 ff.

¹⁵⁵ Vgl. auch Bensaou/Earl (1996), S. 15 ff., und Blecker (1999), S. 68 f.

¹⁵⁶ Vgl. Schüber (2001), S. 11.

logien in der Produktion ermöglicht und unterstützt.¹⁵⁷ Frost & Sullivan sehen daher auch erhebliche produktionswirtschaftliche Vorteile durch die Verfügbarkeit von Echtzeit-Daten aus der Produktion, die eine Reduktion der Prozeßkosten bei einer gleichzeitigen Steigerung der Produkt- und Prozeßqualität erlaubt.¹⁵⁸ Ein weiterer Vorteil der Internet-Technologien ist, daß sie zum großen Teil in Form von offenen, frei verfügbaren Standards¹⁵⁹ definiert und ständig weiterentwickelt werden. Diese Offenheit ist eine wichtige Voraussetzung für eine betriebswirtschaftlich zweckmäßige Vernetzung der Maschinen und Anlagen, da die Verwendung der Internet-Technologien in der Automatisierungstechnik die Kosten der Installation und des Betriebs im Vergleich zu proprietären Netzen deutlich senkt¹⁶⁰. Da zudem die Qualität sowie die Flexibilität proprietärer Netze — von den hochentwickelten Feldbussystemen abgesehen — meisten relativ gering sind, sind offene Netze mit offenen Standards vorzuziehen.¹⁶¹

Bei einer theoretischen Betrachtung der Kostenwirkungen von Internet-Technologien in der Produktion ist zusätzlich zu den oben skizzierten und in der unternehmerischen Praxis stark beachteten unmittelbaren Produktionskosten auch der Transaktionskostenansatz (Transaction Cost Approach, TCA)¹⁶² heranzuziehen. Dabei handelt es sich um einen dynamischen ökonomischen Ansatz der Organisationstheorie, der 1937 von Coase entwickelt und besonders von Williamson und in Deutschland von Picot weiterentwickelt wurde.¹⁶³ Der Ansatz analysiert in einer vertragstheoretischen Sichtweise der Unternehmen die mit der Abgrenzung der Unternehmen nach außen (Make-or-Buy-Entscheidungen) verbundenen Probleme. Es wird unterstellt, daß in Abhängigkeit von der Art der geschlossenen Verträge die Höhe der Transaktionskosten variiert und gegebenenfalls organisatorische Anpassungen erfordert. Wichtig ist dabei die Erweiterung der neoklassischen

¹⁵⁷ Vgl. o. V. (1994), S. 100, und die Übersicht bei o. V. (1995), S. 71 ff.

¹⁵⁸ Vgl. Frost & Sullivan (2000), S. 3-24.

¹⁵⁹ Standardisierungsgremien für das Internet sind insbesondere das World Wide Web Consortium (W3C) (<http://www.w3.org/>) für diverse Sprachen des Internet und die Internet Engineering Task Force (IETF) (<http://www.ietf.org/>).

¹⁶⁰ Vgl. Antonelli (1995), S. 7, Kempis et al. (1998), S. 199, Zerdick et al. (1999), S. 114 f., und 210.

¹⁶¹ Vgl. Sieber (1997), S. 214.

¹⁶² Vgl. Tietzel (1981), S. 211, Picot/Dietl (1990), S. 178, Picot (1991), S. 147, Picot/Reichwald/Wigand (1998), S. 41, Langlois (1992), S. 102 f.

¹⁶³ Vgl. z.B. Coase (1937), S. 386 ff., Williamson (1975), Williamson (1990), Picot (1982), S. 267 ff., Picot (1991a), S. 336 ff., Picot (1991b), S. 143 ff., Picot/Dietl (1990), S. 178, und Gerhardt/Nippa/Picot (1992), S. 136 ff. Aber auch Commons (1934), S. 4 ff., hat schon früh auf die Bedeutung von Transaktionen für die Untersuchung von ökonomischen Aktivitäten und Institutionen hingewiesen. Vgl. auch Bössmann (1983), S. 105 ff., sowie die Vorstellung der unterschiedlichen Ansätze bei Brand (1990), S. 9 ff.

Sichtweise um opportunistisches Verhalten¹⁶⁴ und unvollständige Informationen¹⁶⁵ sowie die generelle Annahme¹⁶⁶ unvollständiger Verträge.¹⁶⁷

Transaktionskosten sind die mit den Vereinbarungen über einen Leistungsaustausch verbundenen Kosten, d.h. sie entstehen bei der Übertragung von Verfügungsrechten. Damit schließen wir uns der traditionellen Auffassung von Commons an, der die Kosten der physischen Übertragung von Gütern nicht berücksichtigt.¹⁶⁸ Transaktionskosten setzen sich grundsätzlich aus den Kosten für Anbahnung, z.B. Informationssuche und Kommunikation, Vereinbarung, z.B. Verhandlung und Vertragsformulierung, Abwicklung, z.B. Prozeßsteuerung und Management, Kontrolle, z.B. Qualitätskontrollen, sowie Anpassungen, z.B. qualitative und quantitative Änderungen, zusammen.¹⁶⁹ Transaktionskosten sind somit vorwiegend Informations- und Kommunikationskosten.¹⁷⁰ Der Einsatz moderner Informations- und Kommunikationssysteme reduziert die Informations- und Kommunikationskosten und führt deshalb zu einer grundsätzlichen Senkung der Transaktionskosten.¹⁷¹

Diese Wirkungslogik kann auch beim Einsatz von Internet-Technologien in der Produktion angenommen werden. Transaktionskosten entstehen auch bei einer hierarchischen Koordination von (organisatorischen) Einheiten. Diese Einheiten können ganze Organisationen, z.B. Unternehmen, Organisationseinheiten, wie Abteilungen und/oder Kooperationspartner, und Personen sein. Wir halten es für sinnvoll, diese Auffassung um technologische Systeme zu erweitern. Bei Produktionsprozessen werden Materialien sowie Halb- und Fertigfabrikate zwischen den einzelnen Produktionseinheiten ausgetauscht, d.h. es findet streng genommen eine Übertragung von Verfügungsrechten statt, insbesondere des abus. Dabei fallen zumindest die bei den Transaktionskosten relevanten Kosten der Abwick-

¹⁶⁴ Vgl. Picot/Dietl (1990), S. 179, und Picot/Reichwald/Wigand (1998), S. 68.

¹⁶⁵ Vgl. z.B. die Gegenüberstellung der Neoklassik und der Transaktionskostentheorie bei Kiwit (1994), S. 106 ff., sowie hinsichtlich der Bewertung alternativer Koordinationsformen z.B. Büchs (1991), S. 1 ff.

¹⁶⁶ Vgl. Richter (1991), S. 406.

¹⁶⁷ Vgl. zu einer grundsätzlichen Auseinandersetzung mit der Neoklassik und der Neuen Institutionenökonomik die Arbeit von Terberger (1994).

¹⁶⁸ Vgl. Commons (1931), S. 652. Anders argumentiert beispielsweise Zöllner (1990), S. 162 f. Vgl. auch die Diskussion bei Weiland (1995), S. 10 ff., und zu dem Wandel der Begriffsauffassung bei Transaktionen z.B. Adolphs (1997), S. 122 ff.

¹⁶⁹ Vgl. z.B. Picot (1982), S. 270, Picot (1991), S. 344, Brand (1990), S. 114 ff., Benkenstein/Henke (1993), S. 79 ff., Richter (1994), S. 6 ff., und Picot/Reichwald/Wigand (1998), S. 66 f. Vgl. aber auch Windsperger (1983), S. 896 f., der Such-, Entscheidungs-, Informations-, Disincentive- und Kontrollkosten unterscheidet.

¹⁷⁰ Vgl. Picot (1982), S. 270. Vgl. auch Delfmann (1989), S. 99 f., und Fischer (1992), S. 92.

¹⁷¹ Vgl. hierzu und zum folgenden Picot (1989), S. 368 ff., Picot/Reichwald (1994), S. 563 f., Picot (1997), S. 183 ff., Picot/Reichwald/Wigand (1998), S. 59 f., Brynjolfsson (1993), insbesondere S. 27, Wigand (1995), S. 2.

lung, Kontrolle und Anpassung an. Werden dezentrale, agentenorientierte Produktionsansätze unterstellt, können sogar die Kosten der Anbahnung und der Vereinbarung im Produktionsbereich ermittelt werden. Ergänzt werden kann diese Betrachtung um die Kosten der Abstimmung der beteiligten Leistungseinheiten. Transaktionskosten und die Kosten der Abstimmung werden dann unter dem Stichwort Koordinationskosten gemeinsam betrachtet.¹⁷² Die Höhe der Koordinationskosten hängt hauptsächlich vom Grad der Arbeitsteilung und den Interdependenzen der Teilaufgaben ab. Eine wachsende Arbeitsteilung und/oder steigende Interdependenzen bei der Produktion führen zu höheren Koordinationskosten. Mit Hilfe einer optimalen Arbeitsteilung und einer integrativen Bearbeitung der Teilaufgaben wird es daher möglich, die Koordinationskosten zu senken. Zudem werden aufgrund der höheren Verarbeitungskapazität moderner Internet-Technologien eine breitere Informationsbasis der einzelnen Leistungseinheiten ermöglicht sowie die fixen und variablen Kosten der Informationsbeschaffung und -verarbeitung gesenkt.¹⁷³

Insgesamt sind sowohl bei einer praxisnahen als auch bei einer theoretischen Argumentation deutliche Kostensenkungspotentiale beim Einsatz von Internet-Technologien in der Produktion zu konstatieren. Die Kosten galten besonders zu Beginn der siebziger Jahre als der dominierende Strategische Erfolgsfaktor und wurden in den achtziger und neunziger Jahren zunehmend durch andere Erfolgsfaktoren ergänzt, teilweise sogar in ihrer Bedeutung überholt.¹⁷⁴ Dementsprechend sind auch bei einer Analyse des Web-based Manufacturing Flexibilitäts- und Zeitwirkungen der Internet-Technologien in der Produktion häufig wichtiger als die Kostenwirkungen. So zeigen z.B. viele Studien, daß eine vollständige Automatisierung heute nicht mehr zweckmäßig ist. Statt dessen ist eine optimale bzw. angepaßte Automatisierung bei gleichzeitig hoher Flexibilität anzustreben.¹⁷⁵ Gründe hierfür sind z.B. die geringe Flexibilität hochautomatisierter Systeme, die häufig zu einer Inkompatibilität der traditionellen Automatisierungstechniken mit neuen, modularen Produktionskonzepten führt. Produktionsnahe Internet-Technologien bis in die Automatisierungsebene ermöglichen hingegen eine verteilte Automatisierung¹⁷⁶ mit einer hohen Flexibilität, die die Vorteile der Modularisierung nutzen. Fragen der Modularisierung werden seit längerem aus unterschiedlichen Perspektiven und für verschiedene Untersuchungsobjekte im Schrifttum disku-

¹⁷² Vgl. so auch Rupprecht-Däullary (1994), S. 47.

¹⁷³ Vgl. Picot/Reichwald/Wigand (1998), S. 59 f. Vgl. auch Appel/Behr (1996), S. 7, und Garbe (1997), S. 7 ff.

¹⁷⁴ Vgl. Wildemann (1989), S. 7, und Blecker (1999), S. 120 ff., sowie die dort zitierte Literatur.

¹⁷⁵ Vgl. Lay/Schirrmeister (2001), S. 2 ff.

¹⁷⁶ Vgl. Siemens (2000).

tiert.¹⁷⁷ Unter Modularisierung wird allgemein das Bilden kleiner, überschaubarer, (teil-)autonomer Einheiten mit dezentralen Kompetenzen verstanden. Die Modularisierung kann die Flexibilität erhöhen, da Entscheidungen schneller und mit weniger Abstimmungsprozessen zu treffen sind, so daß die Reaktionsbereitschaft auf Umweltveränderungen verbessert wird. In diesem Zusammenhang wird von Kaluza auch die Durchlaufzeit von Systemen diskutiert.¹⁷⁸ Der gesamte Entstehungsprozeß eines Produktes wird dabei zwischen einzelnen Leistungseinheiten aufgeteilt. Die Reihenfolge und Interdependenzen der Austauschbeziehungen sind jedoch nur teilweise technologisch bedingt, z.B. Rohstoffgewinnung am Beginn des Prozesses. Alle anderen Beziehungen sind häufig künstlich festgelegt und/oder hängen in ihrer Anordnung von den aktiv bearbeiteten Produkten und Projekten ab. Verändern sich diese, können die Beziehungen und Anordnungen mit Hilfe von Internet-Technologien, insbesondere bei agentenbasierten Systemen (z.B. bei <http://www.pabadis.org/>) leicht angepaßt werden. Da in vielen Fällen zudem Internet-Technologien ermöglichen, die bislang erforderliche Orientierung z.B. an räumlichen Gegebenheiten und Technologieverfügbarkeiten zu reduzieren, wird die Produktion freizügig und damit flexibel.

Bei einem konsequenten Einsatz hochentwickelter Internet-Technologien ist sogar eine Kombination von Maschinen im Sinne des Plug-and-Produce möglich. Dabei handelt es sich um eine Art Plug-and-Play in der Automatisierungstechnik, ähnlich der Microsoft Initiative „Universal Plug and Play“ (<http://www.upnp.org/>). Zum einen können so Büroinformationssysteme in das Konzept einbezogen werden, zum anderen sind Produktionsanlagen bis hin zu einzelnen Sensoren in dieses Konzept zu integrieren. So wird die Zusammenarbeit verschiedener, bisher oft unabhängig voneinander agierender Teilbereiche im Unternehmen erreicht. Frost & Sullivan sprechen daher von einer „Reunification of Planning and Control“¹⁷⁹ in der Automatisierung. Viele Unternehmen gehen sogar davon aus, daß die häufig prognostizierten zukünftigen Anforderungen an die Automatisierungstechnik, wie vollautomatisierte Geräteauschustategie mit Hilfe von Plug-and-Play Ansätzen, verteilte Intelligenz und verteilte Automatisierung, reduzierte Komplexität der Steuerungskonzepte sowie eine hohe Modularität und der Flexibilität der Maschinen und Anlagen, einen einheitlichen Kommunikationsstandard benötigen und daher nur mit Hilfe von Internet-Technologien zu bewältigen sind.

Wir gehen davon aus, daß Internet-Technologien die Barrieren der Interoperabilität in der Produktion sowie zwischen Produktion und Bürobereich beseitigen. Aus

¹⁷⁷ Vgl. z.B. die Fraktale Fabrik von Warnecke (1992) und die Modulare Fabrik von Wildemann (1992). Vgl. auch die Diskussion der Modularisierung bei Picot/Reichwald/Wigand (1998), S. 201 ff.

¹⁷⁸ Vgl. Kaluza (1993), Sp. 1179, und Kaluza (1995), S. 19 f.

¹⁷⁹ Frost & Sullivan (2000), S. 3-16

dem bislang vorherrschenden „Flickwerk“ einer Integration dislozierter Teilsysteme entstehen aufgrund der hohen Interoperabilität und Konnektivität der Internet-Technologien Möglichkeiten zur Verbindung bislang getrennter Systeme. Die vertikale Integration der bestehenden Systeme in Industrieunternehmen bzw. die aktuelle Enterprise Application Integration (EAI) können somit als eine Konsequenz des Web-based Manufacturing angesehen werden. Vorteilhaft für das Web-based Manufacturing ist zudem, daß mit Hilfe von Java Anwendungen möglich sind, die auf dislozierte Datenbanken (z.B. Bauteilbibliotheken, Stücklisten sowie Termin- und Kapazitätspläne) zurückgreifen und die Daten auf dem lokalen Rechner interaktiv verarbeiten (z.B. in CAD-Systemen oder der Produktionsplanung und -steuerung). Gerade Konzepte wie das Simultaneous oder das Concurrent Engineering, die eine bereichsübergreifende Nutzung von Informationen benötigen, können hiervon profitieren. Praktische Lösungsansätze existieren bereits beispielsweise mit CATIA (Dassault Systems), das auf Java und Internet-Technologien zurückgreift.¹⁸⁰ Dezentrale Strukturen werden somit sehr gut unterstützt. In Verbindung mit XML ist es sogar möglich, aufgaben- und kooperationsgerecht gestaltete Informationssysteme aufzubauen.¹⁸¹ Damit ist dann auch eine alte Forderung der CAD/CAM-Integration zu realisieren, die Daten der einzelnen CAx-Technologien zwischen den beteiligten Systemen auszutauschen oder sogar in einer gemeinsamen Datenbasis zu nutzen.

Dies zeigt die Bedeutung der Internet-Technologien im Produktionsmanagement: Sie ermöglichen Kosten-, Flexibilitäts- und Zeitvorteile mit Hilfe verteilter Informationssysteme in der Produktion, die durchgängige Geschäftsprozesse von der betriebswirtschaftlichen Steuerungsebene über die technischen Systeme bis zur Produktions- oder gar zur Feldebene zulassen. Die entstehende Konvergenz von Automatisierungs- und Informationstechnik führt dabei zu einer Modularität auf Maschinen- und Anlagenebene. Dadurch werden modulare Produktionskonzepte endlich durchsetzbar und die auch in der unternehmerischen Praxis (z.B. <http://www.ad.siemens.de/>) verfolgte Fiktion der Totally Integrated Manufacturing Systems bzw. Totally Integrated Automation erreichbar.

Bei der Beurteilung des Einsatzes von Internet-Technologien sind aber auch potentielle Probleme oder Nachteile zu betrachten. Wesentlicher Hinderungsgrund eines Einsatzes können in vielen Fällen die bereits bestehenden Infrastrukturen sein. Ein temporärer Erhalt der Feldbussysteme wird vermutlich von vielen Unternehmen angestrebt werden, entweder ein Investitionsschutz und/oder die weitere Nutzung spezialisierter Infrastrukturen erforderlich sein können. Technisch kann dieses Problem mit Hilfe von Gateways zwischen den Feldbussystemen und den

¹⁸⁰ Vgl. auch Sandler (1998), S. 100 ff.

¹⁸¹ Vgl. Fischer (2000) S. 445.

Internet-Technologien gelöst werden. Große Anbieter im Bereich der Automatisierungstechnik bieten bereits entsprechende Lösungen oder sogar internettaugliche Feldbussysteme an. Problematischer ist, daß das Internet-Protocol in Produktionsumgebungen in einigen Fällen aus grundsätzlichen Gründen kritisch betrachtet wird, da es dort oft nicht den hohen Anforderungen an die Datenübertragung entspricht. Diese Probleme können aber mit Hilfe der Integration zusätzlicher Mechanismen (QoS) gelöst werden.¹⁸² Zudem werden mit der neuen Version des Internet-Protokolls (IPv6) Eigenschaften definiert, die auch den Anforderungen in Produktionsumgebungen entsprechen.¹⁸³ Bei der Implementierung von Internet-Technologien in der Produktion sind auch Sicherheitsaspekte zu berücksichtigen, da wichtige Maschinen und Anlagen Sabotage- und Spionageangriffen z.B. durch Hacker, Viren und Trojaner ausgesetzt werden. Hier greifen aber die bereits im Bürobereich bekannten technischen und/oder organisatorischen Schutzmechanismen, wie Kryptographie, Steganographie, Virens Scanner, Firewalls, Zugangskontrollen etc. Befürchtungen von Gewerkschaften bezüglich einer verbesserten Datenerfassung und Mitarbeiterüberwachung sind hingegen kein Hinderungsgrund für den Einsatz von Internet-Technologien. Zum einen sind die Datenerfassung und Mitarbeiterüberwachung grundsätzlich auch mit der bereits bestehenden Infrastruktur möglich, zum anderen unterliegen sie sowohl strengen gesetzlichen Auflagen als auch der Mitbestimmung.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß aus dem Einsatz der Internet-Technologien in der Produktion erhebliche Potentiale für die Verbesserung der Effizienz der Unternehmen resultieren. Die Probleme und Nachteile des Einsatzes sind hingegen u.E. als handhabbar einzuschätzen. Allerdings ist davon auszugehen, daß die Wirkungen des Einsatzes von Internet-Technologien im Web-based Manufacturing weit über die diskutierten Effektivitäts- und Effizienzwirkungen hinausgehen. Es sind nicht nur Verbesserungen tradierter Unternehmensstrukturen mit Hilfe eines neuen Kommunikationsmediums denkbar, sondern völlig neue, bislang unmögliche Ansätze und Strukturen können in den Unternehmen realisiert werden. Dies ist u.a. mit dem Übergang von spezialisierten Medien zu den universellen Internet-Technologien zu begründen. Die Nutzenpotentiale dieser Veränderungen sind zur Zeit noch nicht vollständig vorherzusagen. Einige Autoren postulieren daher sogar die Notwendigkeit fundamentaler Veränderungen im betriebswirtschaftlichen Denken aufgrund des massiven Einsatzes der Internet-Technologien.¹⁸⁴

Selbst bei nicht so weit reichender Interpretation des Web-based Manufacturing ist aufgrund der skizzierten Wirkungsmechanismen davon auszugehen, daß die

¹⁸² Vgl. Bragg (1999), S. 37.

¹⁸³ Vgl. Black (1999), S. 327.

¹⁸⁴ Vgl. kritisch dazu z.B. Neumann (2002), S. 26.

Einführung des Web-based Manufacturing bedeutende Auswirkungen auf die Industrieunternehmen, insbesondere auf das Strategische und Operative Produktionsmanagement ausübt. Diese Auswirkungen werden aktuell intensiv untersucht.¹⁸⁵ Exemplarisch ist hier auf einige ausgewählte Bereiche hinzuweisen:

- Internet-Technologien sind hoch standardisiert und ermöglichen bei einer innerbetrieblichen Nutzung den Aufbau offener, leicht skalierbarer und durchgängige Informations- und Kommunikationsstrukturen. Es ist daher ein erheblicher Einfluß dieser Technologien auf die Höhe der innerbetrieblichen Koordinations- und Transaktionskosten zwischen den einzelnen unternehmerischen Bereichen zu vermuten. Dabei ist zu beachten, daß in der produktionswirtschaftlichen Forschung noch keine intensive Diskussion zur Anwendung von institutionenökonomischen Ansätzen in der Produktion stattgefunden hat. Gerade in einer dezentralen Produktion sind aber Informations- und Kommunikationsstrukturen und deren Kosten von entscheidender Bedeutung.
- Es ist zu vermuten, daß internettechnologiebasierte Produktionskonzepte komplexe, multieffektive Wirkungsmuster auslösen, die eine simultane Verbesserung mehrerer Erfolgsfaktoren, z.B. Kosten, Qualität, Flexibilität und Zeit, ermöglichen. Es ist deshalb zu untersuchen, welches Simultaneitätspotential mit dem Web-based Manufacturing genau geschaffen wird und wie dieses zur Unterstützung hybrider Wettbewerbsstrategien dieser Produktionskonzepte einzusetzen ist.
- Internettechnologiebasierte Produktionssysteme sind leichter zu rekonfigurieren als herkömmliche Produktionssysteme. Es ist zu untersuchen, ob sie daher die individuellen, zum Teil widersprüchlichen und im Zeitablauf stark schwankenden Anforderungen des Marktes besser als traditionelle Produktionssysteme erfüllen können. Unter Rekonfiguration ist die Veränderung von einzelnen Teilsystemen eines Produktionssystems zu verstehen, um den Output innerhalb der gegebenen Produktionsmöglichkeiten zu variieren. Zudem ist zu untersuchen, ob mit Hilfe des Einsatzes der Internet-Technologien auch die Wandlungsfähigkeit gesteigert wird. Sie beschreibt die Möglichkeit, einzelne Teile des Produktionssystems so zu verändern, daß die bislang gegebenen Produktionsmöglichkeiten verändert werden.
- In den meisten aktuellen Forschungsprojekten wird davon ausgegangen, daß eine zukünftig wettbewerbsfähige Produktion eine neue technische und organisatorische Basis benötigt. Mit Hilfe des Einsatzes von Internet-Technologien sollen im Rahmen internettechnologiebasierter Produktionskonzepte die neuen Eigenschaften der verteilten Automatisierung und des

¹⁸⁵

Vgl. Blecker (2003b).

verteilten Problemlösens betriebswirtschaftlich genutzt werden. Verteiltes Problemlösen ist die kooperative Erledigung von nicht repetitiven Aufgaben. Dabei können auch z.B. Softwareagenten am Problemlösungsprozeß beteiligt sein und die Basis für eine verteilte Automatisierung darstellen, die wiederum die Kopplung von dislozierten Automatisierungseinrichtungen mit dem Ziel einer kooperativen Problemlösung bzw. Aufgabenbewältigung in der Produktion ermöglicht.

- Durch Internet-Technologien können die Produktionsprozesse nach Kriterien gestaltet werden, die sich anstatt an den Produktionsschritten am Informations- und Kommunikationsprozeß orientieren. Es ist zu überprüfen, um sich neue Möglichkeiten in Bezug auf die Gestaltung von Produktionsprozessen ergeben. Durch intelligente Systeme im Transport zwischen den einzelnen Produktionsstufen sind bisherige Erfordernisse im Fabriklayout bei Varianten-, Auftrags- und eventuell auch Serienfertigung obsolet. Dadurch verändern sich aber wichtige Parameter z.B. für das Prozeßdesign.
- Der durchgängige und bereichsübergreifende Einsatz von Internet-Technologien in der Produktion ermöglicht die effiziente Verbindung der Produktion mit den betriebswirtschaftlichen Bereichen der Unternehmen. Dadurch entsteht eine qualitativ bessere und aktuellere Datenbasis für die Produktionsplanung und -steuerung. Vorteilhaft kann sich z.B. die Möglichkeit zum Verzicht auf Manufacturing Execution Systems (MES) auswirken. Die höhere Qualität der Daten ermöglicht zudem höhere Entscheidungssicherheit und eine genauere Planung in allen Bereichen der Produktion. Dazu müssen die Daten möglichst effizient verteilt und aufbereitet werden.
- Die bei internettechnologiebasierten Produktionskonzepten entstehenden unmittelbaren Kommunikationsstrukturen zwischen der betriebswirtschaftlichen Planungsebene und der technischen Steuerungsebene sowie die daraus resultierende verbesserte Datenbasis reduzieren die Planungsunsicherheit maßgeblich. Engpässe, Störungen und Abweichungen sind so unmittelbar im Planungssystem zu erkennen und können als Grundlagen für neue Planungszyklen herangezogen werden. Auf dieser Basis sind u.U. neue, dezentrale und nur bereichsweise koordinierte PPS-Konzepte zu entwickeln.
- Der Einsatz von leistungsfähigen Informationssystemen sowie die Rückmeldung von Echtzeitdaten aus den Produktionsprozessen an die Planung werden bereits seit langem als Flexibilitätsparameter diskutiert. Es ist zu untersuchen, ob und in welchem Maße Internet-Technologien die operative Flexibilität der Produktionssysteme verbessern. Hier sind auch die Aspekte der Rekonfiguration und Wandlungsfähigkeit wieder aufzugreifen. Es ist zu prüfen, ob es aus produktionswirtschaftlicher Sicht einen qualitativen Unterschied zu bekannten Flexibilitätsformen gibt.

- Der Einsatz von Internettechnologien im Produktionssystem ermöglicht eine direkte Interaktion betriebswirtschaftlicher Planungs- und Steuerungssysteme mit den technischen Systemen des Produktionssystems. Dies kann zu einer Erweiterung des Einsatzgebietes und des Funktionsumfangs der ERP-Systeme beitragen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß wir mit dem Web-based Manufacturing einen Ansatz für ein internetbasiertes Produktionskonzept vorgestellt haben, der im Vergleich zu den heute aktuellen Produktionskonzepten mehrere Vorteile bietet. So werden in einem hohen Maße neue Technologien eingesetzt, um den Unternehmen bislang nicht verfügbare Optionen in der Produktion zu eröffnen und Wettbewerbspotentiale gegenüber den Konkurrenten zu erschließen.

Aus technischer Sicht ist das Web-based Manufacturing bereits zu realisieren. Diese Aussage ist durch die hohe Anzahl der praxisrelevanten Arbeiten und implementierter Insellösungen zu begründen. So sind die Verbindung von Robotik und Internet-Technologien bereits seit langem erprobt, z.B. im Mercury Projekt an der University of Southern California.¹⁸⁶ Die Bedeutung von Internet-Technologien in der Automatisierungstechnik als Basis für Wettbewerbsvorteile und neue Produktionskonzepte ist zumindest in den Ingenieurwissenschaften unbestritten. Auch in der unternehmerischen Praxis sind erste Ansätze festzustellen. Viele Unternehmen haben erkannt, daß der Einsatz von Internet-Technologien kurz- bis mittelfristig zu einer Verbesserung der Wettbewerbsposition beitragen kann. Allerdings ist auch eine deutliche Divergenz zwischen den Anbietern und den Anwendern der Automatisierungstechnik festzustellen. Während die Anbieter der Automatisierungstechnik, z.B. die Siemens AG, bereits seit längerem einen innerbetrieblichen Einsatz der Internet-Technologien „on the shop floor“ postulieren, konzentrieren sich andere Unternehmen noch immer auf einen zwischenbetrieblichen Einsatz im Rahmen des E-Business. Hier sind ein Wandel bei dem Verständnis der Internet-Technologien und eine Verbesserung des erforderlichen technischen Know-how auf allen Ebenen eines Unternehmens erforderlich. Es ist aber auch festzustellen, daß ein wachsendes Interesse von Industrieunternehmen an dem innerbetrieblichen Einsatz von Internet-Technologien besteht und die Unternehmen daher große Teile ihrer Belegschaft in IT- und speziell Internet-Anwendungen schulen.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist festzuhalten, daß das Web-based Manufacturing als ein erfolgversprechendes Konzept für eine moderne, internetbasierte Produktion zu beurteilen ist. Es ist sehr gut in das Strategische und Operative Pro-

¹⁸⁶

Vgl. Popp (2000), Popp (2001) sowie <http://www.usc.edu/dept/raiders/>.

duktionsmanagement zu implementieren und bietet den Unternehmen sehr hohe Kostensenkungspotentiale und Potentiale zur Nutzenerhöhung. Allerdings liegt zur Zeit noch kein vollständiges Produktionskonzept vor, welches wissenschaftliche Anforderungen erfüllt. Weitere Arbeiten sind insbesondere bei der theoretischen Fundierung sowie bei der Ableitung von Handlungsempfehlungen und dem Methodeneinsatz erforderlich. Der weitere Forschungsschwerpunkt konzentriert sich daher darauf, das Web-based Manufacturing weiterzuentwickeln und die betriebswirtschaftlichen Aspekte des Web-based Manufacturing zu analysieren. Ziel ist es, mit dem Web-based Manufacturing ein Konzept für eine erfolgreiche Produktion zu liefern.¹⁸⁷

¹⁸⁷ Vgl. hierzu Blecker (2003b).

Literaturverzeichnis

- Adolphs, B. (1997): Stabile und effiziente Geschäftsbeziehungen. Eine Betrachtung von vertikalen Koordinationsstrukturen in der deutschen Automobilindustrie, Lohmar - Köln 1997.
- Aldrich, D. F./Sonnenschein, M. (2000): Digital Value Network. Erfolgsstrategien für die Neue Ökonomie, Wiesbaden.
- Alpar, P. (1996): Kommerzielle Nutzung des Internet, Berlin et al.
- Anderson, D. M. (1997): Agile Product Development for Mass Customization. How to Develop and Deliver Products for Mass Customization, Niche Markets, JIT, Build-to-Order and Flexible Manufacturing, Chicago et al.
- Appel, W. Ph./Behr, R. (1996): Towards the Theory of Virtual Organizations: A description of their formation and figure, Arbeitspapiere WI 12/1996, Lehrstuhl für Allg. BWL und Wirtschaftsinformatik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Mainz 1996.
- Arnold, U. (1999): Nutzung elektronischer Märkte für die Beschaffung, in: Nagel, K./ Erben, R. F./Piller, F. T. (Hrsg.): Produktionswirtschaft 2000. Perspektiven für die Fabrik der Zukunft, Wiesbaden, S. 285 – 299.
- Atherton, R. W. (1999): Moving Java to the Factory, in: IEEE-Spectrum, 35(1999)12, S. 18 – 23.
- AWF, Ausschuß für Wirtschaftliche Fertigung e. V. (1985, Hrsg.): Integrierter EDV-Einsatz in der Produktion. CIM Computer Integrated Manufacturing. Begriffe, Definitionen, Funktionszuordnungen, Eschborn.
- Babu, A. S. (1999): Strategies for enhancing agility of make-to-order manufacturing systems, in: International Journal of Agile Management Systems, 1(1999)1, S. 23 – 29.
- Barua, A./Lee, B. (2001): The Information Technology Productivity Paradox Revisited: A Theoretical and Empirical Investigation in the Manufacturing Sector, in: Shaw, M. J. (Ed.): Information-Based Manufacturing. Technology, Strategy and Industrial Applications, Boston et al., S. 37 – 58.
- Beavers, A. N. (2001): Roadmap to the e-Factory, Boca Raton et al.
- Behrens, G. (1993): Wissenschaftstheorie und Betriebswirtschaftslehre, in: Wittmann, W./ Kern, W./Köhler, R./Küpper, H.-U./v. Wysocki, K. (Hrsg.): Handwörterbuch der Betriebswirtschaftslehre, 5. völlig neu gestaltete Aufl., Stuttgart, 3. Teilband, Sp. 4763 – 4772.
- Benkenstein, M./Henke, N. (1993): Der Grad vertikaler Integration als strategisches Entscheidungsproblem. Eine transaktionskostentheoretische Interpretation, in: DBW, 53(1993)1, S. 77 - 91.
- Bensaou, M./Earl, M. (1996): Information Technology in Japanese Firms: Are there Lessons for the West?, INSEAD Working Paper 96/92/TM/ABA, Revised Version of 96/88/TM/ABA, Fontainebleau.
- Black, U. (1999): Internet-Technologien der Zukunft. München et al.
- Blecker, Th. (1999): Unternehmung ohne Grenzen — Konzepte, Strategien und Gestaltungsempfehlungen für das Strategische Management, Wiesbaden.
- Blecker, Th. (2000): Das Internet als Basis der Unternehmung ohne Grenzen – Temporäre logistische Verknüpfung im Internet, in: Hossner, R. (Hrsg.): Jahrbuch der Logistik 2000, Düsseldorf, S. 55 – 60.

- Blecker, Th. (2001): Wettbewerbsvorteile durch moderne Produktionskonzepte?, in: Blecker, Th./Gemünden, H. J. (Hrsg.): Innovatives Produktions- und Technologiemanagement. Festschrift für Bernd Kaluza, Berlin et al., S. 3 – 34.
- Blecker, Th. (2003a): Entwurf eines auf Internet-Technologien basierenden Produktionskonzepts, in: Wildemann, H. (Hrsg.): Moderne Produktionskonzepte, München, o.S. (im Druck)
- Blecker, Th. (2003b): Web-based Manufacturing. Die industrielle Produktion im Zeitalter des Internet, Habilitationsschrift, Universität Klagenfurt (in Bearbeitung).
- Blecker, Th./Graf, G. (2003): Integration der Planungs- und Prozeßleitebene bei internet-basierten Produktionskonzepten, in: Industrie Management, 19(2003)2, o.S. (im Druck).
- Blecker, Th./Haber, G. (2001a): IP-basierte Geschäftsprozesse in Industrieunternehmen, in: Horster, P. (Hrsg.): Elektronische Geschäftsprozesse. Grundlagen, Sicherheitsaspekte, Realisierungen, Anwendungen, Höhenkirchen, S. 338 – 350.
- Blecker, Th./Haber, G. (2001b): Durchgängige Prozesse in Industrieunternehmen mit Hilfe von Agententechnologien, in: Industrie Management, 17(2001)6, S. 46 – 49.
- Boddy, D./Gunson, N. (1996): Organizations in the Network Age, London — New York.
- Booz•Allen & Hamilton (1995): Multimedia, Frankfurt.
- Bössmann, E. (1983): Unternehmen, Märkte, Transaktionskosten: Die Koordination ökonomischer Aktivitäten, in: WiSt, 12(1983)3, S. 105 - 111.
- Bragg, W. (1999): Quality of Service: Old Idea, New Options, in: IEEE IT-Professional, 2(1999)8, S. 37-44.
- Brand, D. (1990): Der Transaktionskostenansatz in der betriebswirtschaftlichen Organisationstheorie. Stand und Weiterentwicklung der theoretischen Diskussion sowie Ansätze zur Messung des Einflusses kognitiver und motivationaler Persönlichkeitsmerkmale auf das transaktionskostenrelevante Informationsverhalten, Frankfurt et al.
- Braun, W. (1993): Forschungsmethoden der Betriebswirtschaftslehre, in: Wittmann, W./Kern, W./Köhler, R./Küpper, H.-U./v. Wysocki, K. (Hrsg.): Handwörterbuch der Betriebswirtschaftslehre, 5. völlig neu gestaltete Aufl., Stuttgart, 1. Teilband, Sp. 1220 – 1236.
- Brenner, W./Zarnekow, R. (2000): Trends in der internetbasierten Beschaffung, in: Beschaffung aktuell, (2000)2, S. 57 – 59.
- Brown, S. (1996): Strategic Manufacturing for Competitive Advantage. Transforming Operations from Shop Floor to Strategy, London et al.
- Brynjolfsson, E. (1993): An Incomplete Contracts Theory of Information, Technology and Organization, Center for Coordination Science Working Paper No. 126, December 1991, Revisited June 1993, Cambridge/Massachusetts 1993.
- Brynjolfsson, E./Yang, S. (1996): Information Technology and Productivity: A Review of the Literature, Center for Coordination Science Working Paper No. 202, February 1996, Cambridge/Massachusetts.
- Büchs, M. J.(1991): Zwischen Markt und Hierarchie. Kooperationen als alternative Koordinationsform, in: Albach, H. (Schriftl.): Joint Ventures. Praxis internationaler Unternehmenskooperationen. ZfB-Ergänzungsheft 1/91, Wiesbaden 1991.S. 1 - 37.
- Bullinger, H.-J (1984): An der Schwelle zur Büroautomation - vom Mythos zur Realität, in: Zeitschrift Führung + Organisation, 53(1984)5-6, S. 295 – 301.

- Bullinger, H.-J. (1993): Was ist CIB? Computer Integrated Business - Eine Investitionsstrategie in Computertechnologie, in: *Wirtschaftsinformatik*, 35(1993)6, S. 603 - 604.
- Bullinger, H.-J./Berres, A. (2000, Hrsg.): *E-Business — Handbuch für den Mittelstand. Grundlagen, Rezepte, Praxisberichte*, Berlin et al.
- Bullinger, H.-J./Gerlach, S./Rally, P. J. (2000): Dezentrale Verantwortungsbereiche in Produktionsnetzwerken, in: Kaluza, B./Blecker, Th. (Hrsg.): *Produktions- und Logistikmanagement in Virtuellen Unternehmen und Unternehmensnetzwerken*, Berlin et al., S. 347 – 366.
- Bunce, P./Limoges, R./Okabe, T. (1997): NGMS — next generation manufacturing systems, in: Kosanke, K./Nell, J. (Eds.): *Enterprise Engineering and Integration: Building International Consensus*, Berlin, S. 274 – 281.
- Büring, E. (1997): *Anspruch und Realität computerintegrierter Produktionssysteme und Fertigungssteuerungskonzepte*, Berlin.
- Bussiek, T./Stotz, A. (1999): Optimierung der Extended Supply Chain mittels Internet-Lösungen für die Beschaffung (SAP B2B Procurement), in: *HMD — Praxis der Wirtschaftsinformatik*, (1999)207, S. 35 – 46.
- Buxmann, P./Weitzel, T./Kronenberg, R./Ladner, F. (1999): Erfolgsfaktor Standard: Internet-basierte Kooperation mit WebEDI und XML/EDI, in: *Tagungsband des Workshops "Kooperationsnetze und Elektronische Koordination" des SFB 403 und der Forschergruppe EFFEKT Effiziente Elektronische Koordination in der Dienstleistungswirtschaft*, FAN Forschergruppe Augsburg-Nürnberg.
- Cairncross, F. (1997): *The death of distance*, Boston 1997.
- Cena, G./Valenzano, A./Vitturi, S. (2001): Integrating fieldbuses and factory intranets, in: *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 14(2001)1, S. 3 – 13.
- Cerf, V. G./Kahn, R. (1974): A Protocol for Packet Network Interconnection: IEEE-ToC, 22(1995)5, S. 637 – 648.
- Cheng, K./Pan, P. Y./Harrison, D. K. (2001): Web-based design and manufacturing support systems: implementation perspectives, in: *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 14(2001)1, S. 14 – 27.
- Childe, S. J. (1998): The extended enterprise — a concept of co-operation, in: *Production Planning & Control*, 9(1998)4, S. 320 – 327.
- Chmielewicz, K. (1994): *Forschungskonzeptionen der Wirtschaftswissenschaft*, 3., unveränderte Aufl., Stuttgart.
- Coase, R. H. (1937): The Nature of the Firm, in: *Economica*, 4(1937), S. 386 - 405.
- Commons, J. R. (1931): The New Institutional Economics, in: *AER*, 21(1931), S. 648 - 657.
- Commons, J. R. (1934): *Institutional Economics*, Madison.
- Corsten, H. (1985): *Die Produktion von Dienstleistungen. Grundzüge einer Produktionswirtschaftslehre des tertiären Sektors*, Berlin.
- Corsten, H. (1995): Wettbewerbsstrategien — Möglichkeiten einer simultanen Strategieverfolgung, in: Corsten, H./Reiß, M. (Hrsg.): *Handbuch Unternehmensführung. Konzepte — Instrumente — Schnittstellen*, Wiesbaden, S. 341 - 353.
- Corsten, H. (1998): *Produktionswirtschaft. Einführung in das industrielle Produktionsmanagement*, 7., vollst. überarb. und wesentl. erw. Aufl., München — Wien.
- Corsten, H./Hilke, W. (1994, Hrsg.): *Dienstleistungsproduktion*, Wiesbaden.

- Corsten, H./Will, T. (1993): Simultaneität von Kostenführerschaft und Differenzierung durch neuere informationstechnologische und arbeitsorganisatorische Produktionskonzepte, in: Corsten, H./Will, T. (Hrsg.): Lean Production. Schlanke Produktionsstrukturen als Erfolgsfaktor, Stuttgart et al., S. 47 – 86.
- Crocker, D. (1997): An unaffiliated view of Internet commerce, in: Kalakota, R./Whinston, A. (Ed.): Readings in electronic commerce, Reading, S. 1 – 27.
- d’Arcy, R. L. (1994): Informationstechnik in Produktion und Produkten des Maschinenbaus. Status, Leitfaden und Entscheidungshilfe zum Einsatz von Informationstechnik. Abteilung Informatik des Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. Frankfurt.
- Daniels, S. (1998): The virtual corporation, in: Work Study, 47(1998)1, S. 20 – 22.
- Delfmann, W. (Hrsg.) (1989): Der Integrationsgedanke in der Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden 1989.
- DeVor, R./Graves, R./Mills, J. J. (1997): Agile manufacturing research: accomplishments and opportunities, in: IEE Transactions, 29(1997), S. 813 – 823.
- Diewert, W. E./Fox, K. J. (1998): Can Measurement Error Explain the Productivity Paradox?, Discussion Paper 9804, University of British Columbia, Department of Economics, Vancouver.
- Dilts, D.M./Boyd, N.P./Whorms, H.H. (1993): The Evolution of Control Architectures for Automated Manufacturing Systems, in: Journal of Manufacturing Systems, 10(1993)1, S. 79 – 93.
- Dittmar, H. (2001): E-Manufacturing - Das Managen der Produktion und der Supply Chain, HMD — Praxis der Wirtschaftsinformatik (2001)219, S. 29 – 41
- Duguay, C. R./Landy, S./Pasin, F. (1997): From mass production to flexible/agile production, in: International Journal of Operations & Production Management, 17(1997)12, S. 1183 – 1195.
- Dyckhoff, H. (1988): Grundzüge der Produktionswirtschaft. Einführung in die Theorie betrieblicher Wertschöpfung, 2., neubearb. Aufl., Berlin et al.
- Eichhorn, W. (1979): Modelle und Theorien in den Wirtschaftswissenschaften, in: Raffée, H./Abel, B. (Hrsg.): Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Wirtschaftswissenschaften, München, S. 60 – 113.
- Fischer, J. (2000): Nutzung des Internet im interorganisationalen Produktionsmanagement, in: Kaluza, B./Blecker, Th. (Hrsg.): Produktions- und Logistikmanagement in Virtuellen Unternehmen und Unternehmensnetzwerken, Berlin et al., S. 421 – 449.
- Fischer, M. (1992): Make-or-Buy-Entscheidungen im Marketing. Neue Institutionenlehre und Distributionspolitik, Frankfurt.
- Flores, M. A. (1998): Computer information systems in complex manufacturing, in: Journal of Materials Processing Technology, 76(1998), S. 284 – 288.
- Flynn, B. B./Schroeder, R. G./Flynn, E. J. (1999): World class manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright’s foundation, in: Journal of Operations Management, 17(1999), S. 249 – 269.
- Flynn, B. B./Schroeder, R. G./Flynn, E. J./Sakakibara, S./Bates, K. A. (1997): World-class manufacturing project: overview and selected results, in: International Journal of Operations & Production Management, 17(1997)7, S. 671 – 685.
- Fox, M. S./Barbuceanu, M./Teigen, R. (2000): Agent-Oriented Supply-Chain Management, in: International Journal of Flexible Manufacturing Systems 12(2000)2-3, S. 165 – 188.
- Fries, H.-P. (1995): Betriebswirtschaftslehre des Industriebetriebes, München — Wien.

- Frohmann, A. L. (1982): Technology as a competitive weapon, in: Harvard Business Review, (1982), S. 97 – 104.
- Frost & Sullivan (2000): The Industrial Internet, Report 7275-10, Mountain View.
- Fulkerson, W. (2000): Information-Based Manufacturing in the Informational Age, in: International Journal of Flexible Manufacturing Systems, 12 (2-3): 131-143.
- Furthmüller, B./Leypold, K. (2000): Internet-Funktionalität – eine neue Herausforderung für ERP-Systeme, in: Industrie Management, 16(2000)4, S. 52 – 54.
- Garbe, M.: Der Einfluß neuer Informations- und Kommunikationstechnik auf die Effizienz der Koordination, Beitrag zur Konferenz Virtuelle Wirtschaft — Eine Konferenz im Cyberspace.
- Gerhardt, T./Nippa, M./Picot, A. (1992): Die Optimierung der Leistungstiefe, in: Hm, 14(1992)3, S. 136 - 142.
- Gerpott, T. J. (1995a): Multimedia. Versuch einer Gegenstandsbestimmung, in: Schirmer Verlag (Hrsg.): Multimedia + Telekommunikation, Köln, S. 6 – 8.
- Gerpott, T. J. (1995b): Multimedia-Märkte, in: DBW, 55(1995)4, S. 535 – 537.
- Gerpott, T. J. (1995c): Multimedia: zwischen Informationsabruf und Mitgestaltung, in: Net, 49(1995)4, S. 53 – 55.
- Gerpott, T. J./Heil, B. (1996): Multimedia-Teleshopping. Rahmenbedingungen und Gestaltung von innovativen Absatzkanälen, in: ZfB, 66(1996)11, S. 1329 – 1356.
- Gluchowski, P./Gabriel, R./Chamoni, P. (1997): Management Support Systeme. Computergestützte Informationssysteme für Führungskräfte und Entscheidungsträger, Berlin et al.
- Goldman, S. L./Nagel, R. (1993): Management, technology and agility, in: International Journal of Technology Management, 8(1993)1/2, S. 18 – 38.
- Goldman, S. L./Nagel, R. N./Preiss, K./Warnecke, H.-J. (1996): Agil im Wettbewerb. Die Strategien der virtuellen Organisation zum Nutzen des Kunden, Berlin et al.
- Goldman, S. L./Preiss, K. (1992a, Eds.): 21st Century Manufacturing Enterprise Strategy. Volume 1: An Industry-Led View, Bethlehem.
- Goldman, S. L./Preiss, K. (1992b, Eds.): 21st Century Manufacturing Enterprise Strategy. Volume 2: Infrastructure, Bethlehem.
- Gordon, L. A. (2001): Cybercentrism: the new, virtual management, in: Management Decision, 30(2991)8, S. 676 – 685.
- Grosky, W. I. (1994): Multimedia Information Systems, in: IEEE-M, 1(1994)1, S. 12 – 24.
- Gründler, A. (1997): Computer und Produktivität. Das Produktivitätsparadoxon der Informationstechnologie, Wiesbaden.
- Gunasekaran, A. (1998): Agile manufacturing: enablers and an implementation framework, in: International Journal of Production Research, 36(1998)5, S. 1223 – 1247.
- Gunneson, A. O. (1997): Transitioning to Agility. Creating the 21st Century Enterprise, Reading et al.
- Gutenberg, E. (1983): Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. Erster Band: Die Produktion, 24., unver. Aufl., Berlin et al.
- Hagel, J. III/Armstrong, A. G. (1997): Net Gain — Profit im Netz. Märkte erobern mit virtuelle Communities, Wiesbaden.

- Hammond, J. H. (1993): Quick Response in Retail/ Manufacturing Channels, in: Bradley, S. P./ Hausmann, J. A./Nolan, R. L. (Eds.): Globalization, Technology, and Competition. The Fusion of Computers and Telecommunications in the 1990s, Boston, S. 185 – 214.
- Harrington, S. J. (1973): Computer Integrated Manufacturing, New York 1973.
- Harrison, A. (1997): From leanness to agility, in: Manufacturing Engineer, (1997), S. 257 – 260.
- Harrison, A. (1998): Manufacturing strategy and the concept of world class manufacturing, in: International Journal of Operations & Production Management, 18(1998)4, S. 397 – 408.
- Harting, D. (2000): Produktion im automatischen Wertschöpfungsnetzwerk, in: VDI-Nachrichten, 6.10.2000, S. 24.
- Hawryszkiewicz, I. (1997): Designing the Networked Enterprise, Boston — London.
- Hayes, R. H./Wheelwright, S. C. (1984): Restoring our Competitive Edge — Competing Through Manufacturing, New York.
- Heimberg, R. (2002): E-Manufacturing als Chance für die Fertigung - E-Business führt zu Umdenken in der Industrie, in: ZWF 95(2000) 6, S. 313-315
- Heisel, U./Meitzner, M. (2002): Technische Wissensbibliothek zur Rekonfiguration von Fertigungssystemen, in: ZfW 97(2002)7-8, S. 397 – 400.
- Hoch, D. (1997): Wettbewerbsvorteile durch Information; in: Picot, A. (Hrsg.): Information als Wettbewerbsfaktor, Stuttgart, S. 7 – 35.
- Hoitsch, H.-J. (1993): Produktionswirtschaft. Grundlagen einer industriellen Betriebswirtschaftslehre, 2., völlig. überarb. und erw. Aufl., München.
- Höller, J./Pils, M./Zlabinger, R. (1997): Internet und Intranet — betriebliche Anwendungen und Auswirkungen, Berlin et al.
- Huang, G. Q./Mak, K. L. (2001a): Web-integrated manufacturing: recent developments and emerging issues, in: International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 14(2001)1, S. 3 – 13.
- Huang, G. Q./Mak, K. L. (2001b): Issues in the development and implementation of web applications for product design and manufacture, in: International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 14(2001)1, S. 125 – 135.
- Huang, G./Mak, K.- L. (2002): Internet Applications in Product Design and Manufacturing. Electronic Commerce Engineering, Berlin et al.
- Hughes, J. J. (1997): Views of the future, in: Wolkoff, R. L. (Ed.): Next-Generation Manufacturing: A Framework for Action, Bethlehem.
- Hünnerberg, R./Heise, G. (1995): Multi-Media und Marketing — Grundlagen und Anwendungen, in: Hünnerberg, R./Heise, G. (Hrsg.): Multi-Media und Marketing, Wiesbaden, S. 1 – 21.
- Jagdev, H. S./Browne, J. (1998): The extended enterprise — a context for manufacturing, in: Production Planning & Control, 9(1998)3, S. 216 – 229.
- Jaikumar, R./Upton, D. M. (1993): The Coordination of Global Manufacturing, in: Bradley, S. P./ Hausmann, J. A./Nolan, R. L. (Eds.): Globalization, Technology, and Competition. The Fusion of Computers and Telecommunications in the 1990s, Boston, S. 169 – 183.
- Jaros-Sturhan, A./Schachtner, K. (1998): Betriebswirtschaftliches Anwendungspotential des World Wide Web, in: Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 27(1998)2, S. 85 – 90.

- Jiang, P./Fukuda, S. (2001): TeleRP – an Internet web-based solution for remote rapid prototyping service and maintenance, in: *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 14(2001)1, S. 83-94.
- John, C. H. St./Cannon, A. R./Pouder, R. W. (2000): Change drivers in the new millennium: implications for the manufacturing strategy research, in: *Journal of Operations Management*, 19(2000), S. 143 – 160.
- Kaluza, B. (1989): *Erzeugniswechsel als unternehmenspolitische Aufgabe. Integrative Lösungen aus betriebswirtschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Sicht*, Berlin et al.
- Kaluza, B. (1990): Wettbewerbsstrategien und sozio-ökonomischer Wandel, in: Czap, H. (Hrsg.): *Unternehmensstrategien im sozio-ökonomischen Wandel. Wissenschaftliche Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialkybernetik am 3. und 4. November 1989 in Trier*, Berlin, S. 57 – 73.
- Kaluza, B. (1993): Flexibilität, betriebliche, in: Wittmann, W./Kern, W./Köhler, R./Küpper, H.-U./ v. Wysocki, K. (Hrsg.): *Handwörterbuch der Betriebswirtschaftslehre*, 3 Bde., 5. völlig neu gestaltete Aufl., Stuttgart, Sp. 1173 – 1184.
- Kaluza, B. (1995): Flexibilität der Industrieunternehmen, Diskussionsbeitrag Nr. 208 des Fachbereich Wirtschaftswissenschaft der Gerhard-Mercator-Universität-GH-Duisburg, Duisburg.
- Kaluza, B. (1996): Dynamische Produktdifferenzierungsstrategie und moderne Produktionssysteme, in: Wildemann, H. (Hrsg.): *Produktions- und Zuliefernetzwerke*, München, S. 191 – 234.
- Kaluza, B./Blecker, Th. (2000): Wettbewerbsstrategien — Markt- und ressourcenorientierte Sicht der strategischen Führung. Konzepte — Gestaltungsfelder — Umsetzungen, TCW-report Nr. 16, München.
- Kang, H. W./Kim, J.W./Park, S. J. (2001): Integrated modeling Framework for Manufacturing Systems: A Unified Representation of the Physical Process and Information System, in: Shaw, M. J. (Ed.): *Information-Based Manufacturing. Technology, Strategy and Industrial Applications*, Boston et al., S. 141-176.
- Keegan, R. (1997): *An Introduction to World Class Manufacturing*, Dublin.
- Keen, P. G. W. (1992): *Informationstechnologie. Der Weg in die Zukunft*, Wien 1992.
- Kempis, R.-D./Ringbeck, J. (1998): Manufacturing's Use and Abuse of IT, in: *The McKinsey Quarterly*, (1998)1, S. 138 – 150.
- Kempis, R.-D./Ringbeck, J./Augustin, R./Bulk, G./ Höfener, Chr./Trenkel-Bögle, B. (1998): *do IT smart. Chefsache Informationstechnologie. Auf der Suche nach Effektivität*, Wien.
- Kersten, W. (2001): Geschäftsmodelle und Perspektiven des industriellen Einkaufs im Electronic Business, in: Albach, H./Wildemann, H. (Schriftl.): *E-Business. Management mit E-Technologien*, ZfB-Ergänzungsheft 3/2001, Wiesbaden, S. 21 – 37.
- Keuper, F. (2001): *Strategisches Management*, München — Wien.
- Kieser, A. (1996): Moden & Mythen des Organisierens, in: *Die Betriebswirtschaft*, 56(1996)1, S. 21 – 39.
- Kinkel, S./Wengel, J. (1997): Neue Produktionskonzepte: Eine Diskussion macht noch keinen Sommer, Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Mitteilungen aus der Produktionsinnovationserhebung Nr. 4, Karlsruhe.
- Kiwit, D. (1994): Zur Leistungsfähigkeit neoklassisch orientierter Transaktionskostenansätze, in: *ORDO*, 44(1994), S. 105 - 135.

- Klein, S. (1996): Interorganisationssysteme und Unternehmensnetzwerke. Wechselwirkungen zwischen organisatorischer und informationstechnischer Entwicklung, Wiesbaden.
- Klocke, F. (1998): Produktion 2000 plus. Visionen und Forschungsfelder für die Produktion in Deutschland. Untersuchungsbericht zur Definition neuer Forschungsfelder für die Produktion nach dem Jahr 1999, Bonn.
- Klostermeyer, A./Lorentz, K. (2000): PABADIS Project envisions plants with decentralized intelligence, in: Advanced Manufacturing Technology Alert (2000), S. 2 – 3.
- Klostermeyer, A./Lorentz, K.: (2001) WIM - Web Integrated Manufacturing, in: Praxis Profile: Industrial Ethernet, Würzburg, S. 14 – 18.
- Kruse, C./Scheer, A. -W. (1994): Dezentrale Prozeßkoordination in Planungsinself, in: Information Management, 9(1994)3, S. 6-11.
- Kühnle, H./Klostermeyer, A./Lorentz, K. (2001): A Paradigm Shift to Distributed Systems in Plant Automation. in: Fares Sebaaly, M. (Ed.): The International NAISO Congress on Information Science Innovations ISI' 2001 (Dubai, 17th – 21st March 2001) - Proceedings, S. 463 – 469.
- Kühnle, H./Lorentz, K./Klostermeyer, A. (2001): Neue Wege in der Fabrikautomatisierung, in: Werkstatttechnik, 91(2001)3, S.138 – 141.
- Lane, R. (1998): The Computing Model for the Information Age, in: Tapscott, D./Lowy, A./Ticoll, D. (Ed.) Blueprint to the Digital Economy. Creating Wealth in the Era of E-Business, New York et al., S. 239 – 259.
- Langlois, R. N. (1992): Transaction-cost Economics in Real Time, in: ICC, 1(1992)1, S. 99 - 127.
- Lau, H. (1998): The New Role of Intranet/Internet Technology for Manufacturing, in: Engineering with Computers, 14(1998)2, S. 150 – 155.
- Lay, G. (1997): Prozeßinnovationen als Schlüssel zu innovativen Produkten, Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Mitteilungen aus der Produktionsinnovationserhebung Nr. 7, Karlsruhe.
- Lay, G./Dreher, C./Kinkel, S. (1996): Neue Produktionskonzepte leisten einen Beitrag zur Sicherung des Standorts Deutschland, Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Mitteilungen aus der Produktionsinnovationserhebung Nr. 1, Karlsruhe.
- Lay, G./Schirrmeister, E. (2001): Sackgasse Hochautomatisierung? Praxis des Abbaus von Overengineering in der Produktion, Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Mitteilungen aus der Produktionsinnovationserhebung Nr. 22, Karlsruhe.
- Lee, B. H. (1998a): Embedded Internet Systems, in: IEEE Internet Computing 2(1998)3, S. 24 – 30.
- Lee, G. H. (1998b): Designs of components and manufacturing systems for agile manufacturing, in: International Journal of Production Research, 36(1998)4, S. 1023 – 1044.
- Lemke, J. (1992): Produktions-Controlling – ein entscheidungsorientiertes Steuerungsinstrument, Schriftenreihe data praxis der Siemens Nixdorf AG, München.
- Lipnack, J./Stamps, J. (1997): Virtual Teams. Reaching Across Space, Time, and Organizations with Technology, New York et al.

- Loos, P./Krier, O./Schimmel, P./Scheer, A.-W. (1996): WWW-gestützte überbetriebliche Logistik. Konzeption des Prototyps WODAN zur unternehmensübergreifenden Kopplung von Beschaffungs- und Vertriebssystem, Universität des Saarlandes, Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 126, Version April 1996, Saarbrücken.
- Luczak, H./Eversheim, W. (1999, Hrsg.): Telekooperation. Industrielle Anwendungen in der Produktentwicklung, Berlin et al.
- Martin, J. (1996): cybercorp. the new business revolution, New York et al.
- Maturana, F./Shen, W./Norrie, D. H. (1999) MetaMorph: An Adaptive Agent-Based Architecture for Intelligent Manufacturing, in: International Journal of Production Research, 37(1999)10, S. 2159 – 2174.
- May, T. A. (1996): Internet and Intranet: the faces of the wired economy, in: IM&CS, (1996)4/5, S. 3 – 6.
- Mcbride, N. (1997): Business Use of the Internet: Strategic Decision or Another Bandwagon?, in: European Management Journal, 15(1997)1, S. 58 – 67.
- Mertins, K./Süssenguth, W./Jochem, R. (1994): Modellierungsmethoden für rechnerintegrierte Produktionsprozesse. Unternehmensmodellierung — Softwareentwurf — Schnittstellendefinition — Simulation, München — Wien.
- Meyer, M. (1995): Ökonomische Organisation der Industrie. Netzwerkarrangements zwischen Markt und Unternehmung, Wiesbaden 1995.
- Middleton, C. (1997): New Communication Technologies: Understanding How Intranets and the Internet Can Be Used By Organizations, in: Association for Information Systems - AIS (Ed.): Third Americas Conference on Information Systems in Indianapolis, Indiana on August 15-17, 1997, On-line Conference Papers, URL: <http://hsb.baylor.edu/ramsower/ais.ac.97/papers/middle2.htm>.
- Milling, P. (1997): CIM in German Industry: aspirations and achievements, Arbeitspapier des Industrieseminars der Universität Mannheim, Nr. 87/03, Mannheim.
- Milling, P. (1998): Wo stehen deutsche Industriebetriebe im internationalen Wettbewerb? - Faktoren, Profile und Analysen des „World Class Manufacturing“, Forschungsberichte der Fakultät für Betriebswirtschaftslehre, Universität Mannheim, Nr. 9807, Mannheim.
- Milling, P./Schwellbach, U./Thun, J.-H. (2000): Die Bedeutung des Faktors Zeit für den Erfolg industrieller Unternehmen - eine empirische Analyse im Rahmen des „World Class Manufacturing“-Projektes, Forschungsberichte der Fakultät für Betriebswirtschaftslehre, Universität Mannheim, Nr. 2000-02, Mannheim.
- Morton, M. S. S. (1991): Introduction, in: Morton, M. S. S. (Ed.): The Corporation of the 1990s. Information Technology and Organizational Transformation, New York — Oxford, S. 3 – 23.
- Mutsaers, E.-J./van der Zee, H./Giertz, H. (1998): The Evolution of Information Technology, in: Information Management & Computer Security, 6(1998)3, S. 115 – 126.
- Nagel, K./Erben, R. F./Piller, F. T. (1999): Informationsrevolution und Industrielle Produktion. Eine einführende Betrachtung, in: Nagel, K./Erben, R. F./Piller, F. T. (Hrsg.): Produktionswirtschaft 2000. Perspektiven für die Fabrik der Zukunft, Wiesbaden, S. 3 – 32.
- Neumann, G. (2002): Neue Medien und deren Einfluß auf die Betriebswirtschaft, in: FAZ — Frankfurter Allgemeine Zeitung, 25. Februar 2002, S. 26.
- NGM Project Office (1997a): NGM — next generation manufacturing. A framework for action, in: Kosanke, K./Nell, J. (Eds.): Enterprise Engineering and Integration: Building International Consensus, Berlin, S. 307 – 315.

- NGM Project Office (1997b): Executive Overview, Bethlehem.
- NGM Project Office (1997c): Project Report, Volume I: summary report, Bethlehem.
- NGM Project Office (1997d): Project Report, Volume II: Imperatives for Next-Generation Manufacturing, Bethlehem.
- Nicholas, J. (1998): Competitive manufacturing management, Boston et al.
- o. V. (1994): Datenfunk in der Logistik spart Zeit und Kosten, in: LiU, (1994)3, S. 100.
- o. V. (1995): Freie Fahrt im Datennetz. Mobile Datenterminals für Lager und Materialfluß, in: Lh, 17(1995)4, S. 71 - 77.
- o.V. (2000): Internet-Trends. Auf gutem Weg, in: Wirtschaftswoche, (2000)20, S. 257.
- Oleson, J. D. (1998): Pathways to agility: mass customization in action, New York et al.
- Osterman, P. (1991): The Impact of IT on Jobs and Skills, in: Morton, M. S. S. (Ed.): The Corporation of the 1990s. Information Technology and Organizational Transformation, New York — Oxford, S. 220 – 243.
- Pabadis (2001a): The PABADIS Approach, Pabadis White Paper, URL: http://www.pabadis.org/downloads/pabadis_white_paper.pdf.
- Pabadis (2001b): Revolutionising Plant Automation, URL: http://www.pabadis.org/downloads/pabadis_del_6_3.pdf.
- Paula, G. (1997): Jave catches on for manufacturing, in: Mechanical Engineering, (1997)December, S. 80 – 82.
- Pham, H. H. (2002): Software Agents for Internet-based systems and Their Design, in: Jain, L. C./Chen, Z./Ichalkaranje, N. (Ed.): Intelligent Agents and Their Applications. Berlin et al., S. 101 – 147.
- Picot, A. (1989): Zur Bedeutung allgemeiner Theorieansätze für die betriebswirtschaftliche Information und Kommunikation: Der Beitrag der Transaktionskosten- und Principal-Agent-Theorie, in: Kirsch, W./Picot, A. (Hrsg.): Die Betriebswirtschaftslehre im Spannungsfeld zwischen Generalisierung und Spezialisierung. Edmund Heinen zum 70. Geburtstag, Wiesbaden 1989, S. 361 - 379.
- Picot, A. (1991a): Ein neuer Ansatz zur Gestaltung der Leitungstiefe, in: zfbf, 43(1991)4, S. 336 - 357.
- Picot, A. (1991b): Ökonomische Theorien der Organisation — Ein Überblick über neue Ansätze und deren betriebswirtschaftliches Anwendungspotential, in: Ordelheide, D./Rudolph, B./Büselmann, E. (Hrsg.): Betriebswirtschaftslehre und ökonomische Theorie, Stuttgart 1991., S. 143 - 170.
- Picot, A. (1997): Information als Wettbewerbsfaktor — Veränderungen in Organisation und Controlling, in: Picot, A. (Hrsg.): Information als Wettbewerbsfaktor. Kongress-Dokumentation, 50. Deutscher Betriebswirtschaftler-Tag 1996, Stuttgart, S. 175 - 199.
- Picot, A. (1998): Veränderung von Controlling und Führung unter dem Einfluß von IuK-Techniken, Vortragsunterlagen zur Fachtagung „Strategisches Informationsmanagement“, 13. März 1998, Gerhard-Mercator-Universität GH Duisburg, Duisburg.
- Picot, A.(1982): Transaktionskostenansatz der Organisationstheorie: Stand der Diskussion und Aussagewert, in: DBW, 42(1982), S. 267 - 284.
- Picot, A./Dietl, H. (1990): Transaktionskostentheorie, in: WiSt, 19(1990)4, S. 178 - 184.
- Picot, A./Dietl, H./Franck, E. (1997): Organisation. Eine ökonomische Perspektive, Stuttgart 1997.
- Picot, A./Neuburger, R./Niggel, J. (1991): Ökonomische Perspektiven eines „Electronic Data Interchange“, in: IM, 6(1991)2, S. 22 - 29.

- Picot, A./Reichwald, R. (1994): Auflösung der Unternehmung? Vom Einfluß der IuK-Techniken auf Organisationsstrukturen und Kooperationsformen, in: ZfB, 64(1994)5, S. 547 - 570.
- Picot, A./Reichwald, R./Wigand, R. T. (1998): Die grenzenlose Unternehmung. Information, Organisation und Management. Lehrbuch zur Unternehmensführung im Informationszeitalter, 3., überarb. Aufl., Wiesbaden.
- Piller, F. T. (1996): „Informationsrevolution“ und industrielle Produktion. Individuelle Massenfertigung, interorganisationale Kooperation und Globalisierung als Auswirkung der Informationsrevolution auf den Industriebetrieb, Arbeitspapier am Lehrstuhl für Industriebetriebslehre der Universität Würzburg, Würzburg.
- Piller, F. T. (1997): Das Produktivitätsparadoxon der Informationstechnologie. Stand der Forschung über die Wirkungen von Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologie, Arbeitspapier am Lehrstuhl für Industriebetriebslehre der Universität Würzburg, 2., überarb. und erw. Aufl., Würzburg.
- Piller, F. T. (1999): Agile Manufacturing, in: Das Wirtschaftsstudium, 28(1999)5, S. 658.
- Piller, F. T. (2000): Mass Customization. Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter, Wiesbaden.
- Pine, B. J. (1997): Mass Customization. The New Imperative in Business, in: Anderson, D. M.: Agile Product Development for Mass Customization. How to Develop and Deliver Products for Mass Customization, Niche Markets, JIT, Build-to-Order and Flexible Manufacturing, Chicago et al., S. 3 – 24.
- Pissot, H. (1992): Computer Aided Office (CAO). Unterstützung von Verwaltungsprozessen durch EDV-Technik, in: Office Management, (1992)5, S. 26 - 31, und (1992)7/8, S. 55 – 60.
- Pleschak, F. (1991): CIM-Management, Stuttgart.
- Plonka, F. E. (1997): Developing a Lean and Agile Work Force, in: Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, 7(1997)1, S. 11 – 20.
- Popp, C. (2000): Embedded Internet, in: Rinortner, K.(Ed.): Embedded Intelligence, Poing, S. 337 – 367.
- Popp, C. (2001): Embedded Internet, Unterlagen zum Vortrag in der Reihe „Software drives my Business“ bei der Hannover Messe 2001.
- Preiss, K./Goldman, S. L./Nagel, R. N. (1996): Cooperate to Compete. Building Agile Business Relationships, New York et al.
- Preiss, K./Wadsworth, B. (1995): Agile Customer-Supplier Relations, 2nd Printing, Bethlehem.
- Pribilla, P./Reichwald, R./Goecke, R. (1996): Telekommunikation im Management. Strategien für den globalen Wettbewerb, Stuttgart.
- Quintana, R. (1998): A production methodology for agile manufacturing in a high turnover environment, in: International Journal of Operations & Production Management, 18(1998)5, S. 452 – 470.
- Raskop, J. (2000): Supply chain key to e-procurement gains, in: Advanced Manufacturing, 2(2000)4, S. 35 – 38.
- Reichwald, R./Möslein, K./Sachenbacher, H./Englberger, H. (2000): Telekooperation: Verteilte Arbeits- und Organisationsformen, 2., neubearb. Aufl., Berlin et al.
- Richter, R. (1991): Institutionenökonomische Aspekte der Theorie der Unternehmung, in: Ordelleide, D./Rudolph, B./Büßelmann, E. (Hrsg.): Betriebswirtschaftslehre und ökonomische Theorie, Stuttgart, S. 395 - 429.

- Richter, R. (1994): Institutionen ökonomisch analysiert. Zur jüngeren Entwicklung auf einem Gebiet der Wirtschaftstheorie, Tübingen.
- Rupprecht-Däullary, M. (1994): Zwischenbetriebliche Kooperation. Möglichkeiten und Grenzen durch neue Informations- und Kommunikationstechnologien, Wiesbaden 1994.
- Schanz, G. (1975): Einführung in die Methodologie der Betriebswirtschaftslehre, Köln.
- Schanz, G. (1977): Jenseits von Empirismus. Eine Perspektive für die betriebswirtschaftliche Forschung, in: Köhler, R. (Hrsg.): Empirische und handlungstheoretische Forschungskonzeptionen in der Betriebswirtschaftslehre, Stuttgart, S. 65 – 84.
- Scharf, A. (1998): Konstruktion in schnellen Netzen. Produktentwicklung: Teamarbeit per Internet stellt CAD-Anbieter vor neue Herausforderungen, in: VDI-Nachrichten, 21.08.1998, S. 12.
- Scheer, A.-W. (1987): CIM: Computer Integrated Manufacturing. Der computergesteuerte Industriebetrieb, Berlin et al.
- Scheer, A.-W. (1986): Strategie zur Entwicklung eines CIM-Konzepts — Organisatorische Entscheidungen bei der CIM-Implementierung, Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Universität des Saarlandes, Heft 51, Saarbrücken.
- Schinzer, H./Thome, R. (1999): Die Extended Markup Language, in: WISU, 28(1999)2, S. 208 – 215.
- Schonberger, R. J. (1986): World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied, New York.
- Schonberger, R. J. (1996): World Class Manufacturing: The Next Decade. Building Power, Strength, and Value, New York et al.
- Schüber, E. (2001): Die Internet-Fabrik, in: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik (2001)221, S. 5.
- Schubert, P. (1996): Potentiale verteilter Applikationen im Internet, Institutsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Universität St. Gallen, 06/96, St. Gallen.
- Schuh, G./Warnecke, J./Hungenberg, H. (1996): Strategisches Management produzierender Unternehmen, in: Eversheim, W./Schuh, G. (Hrsg.): Produktion und Management. »Betriebshütte«, Teil 1, 7., völlig neu bearb. Aufl., Berlin et al., S. 5-27 – 5-52.
- Schwarze, J. (1988): Betriebswirtschaftliche Aufgaben und Anforderungen für Bürokommunikations- und Büroinformatik-Systeme, in: Die Betriebswirtschaft, 48(1988)2, S. 217 – 231.
- Schweitzer, M. (1993): Produktion, in: Wittmann, W./Kern, W./Köhler, R./Küpper, H.-U./v. Wysocki, K. (Hrsg.): Handwörterbuch der Betriebswirtschaftslehre, 5. völlig neu gestaltete Aufl., Stuttgart, 2. Teilband, Sp. 3328 – 3347.
- Schweitzer, M. (1994): Gegenstand der Industriebetriebslehre, in: Schweitzer, M. (Hrsg.): Industriebetriebslehre, 2. Aufl., München, S. 1 – 60.
- Schweitzer, M. (1996): Produktionswirtschaftliche Forschung, in: Kern, W./Schröder, H.-H./Weber, J. (Hrsg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, 2., völlig neu gestalt. Aufl., Stuttgart, Sp. 1642 – 1656.
- Schweitzer, M./Küpper, H.-U. (1997): Produktions- und Kostentheorie. Grundlagen — Anwendungen, 2., vollst. überarb. und erw. Aufl., Wiesbaden.
- Sendler U. (2001): Webtime im Engineering. Internetstrategien für Prozessmanagement, Heidelberg et al.

- Sharifi, H./Zhang, Z. (1999): A methodology for achieving agility in manufacturing organizations: An introduction, in: *International Journal of Production Economics*, 62(1999), S. 7 – 22.
- Sharp, J. M./Irani, Z./Desai, S. (1999): Working towards agile manufacturing in the UK industry, in: *International Journal of Production Economics*, 61(1999), S. 155 – 169.
- Shaw, M. J. (2001): Information-Based Manufacturing with the Web, in: Shaw, M. J. (Ed.): *Information-Based Manufacturing. Technology, Strategy and Industrial Applications*, Boston et al., S. 7 – 21.
- Shunta, J. P. (1995): *Achieving World Class Manufacturing Through Process Control*, Englewood Cliffs, N. J.
- Sieber, P. (1997): Die Internet-Unterstützung Virtueller Unternehmen, in: Schreyögg, G./Sydow, J. (Hrsg.): *Managementforschung 7. Gestaltung von Organisationsgrenzen*, Berlin - New York, S. 199 – 234.
- Siemens AG (1999a): SIMATIC NET. Industrial Ethernet, White Paper, Nürnberg.
- Siemens AG (1999b): Informationstechnologie in der Automatisierungstechnik, White Paper, Nürnberg.
- Siemens AG (2000): Verteilte Automatisierung auf Basis Industrial Ethernet, White Paper, Nürnberg.
- Skinner, W. (1969): Manufacturing - missing link in a corporate strategy, in: *Harvard Business Review*, (1969), S. 136 – 145.
- Spitz, M. (1997): Strategische Logistik-Potentiale durch IOS-Einsatz nutzen. Implementierung Interorganisationssystemen bedarf gründlicher Planung, in: *LiU*, 11(1997)7/8, S. 62 - 64.
- Spur, G./Krause, F.-L. (1997): *Das virtuelle Produkt. Management der CAD-Technik*, München — Wien.
- Steinmetz, R. (1993): *Multimedia-Technologie*, Berlin.
- Steinmetz, R./Herrtwich, R. G.: (1991): Integrierte verteilte Multimedia-Systeme, in: *IS*, 14(1991), S. 249 – 260.
- Steven, M./Große-Jäger, S. (2003): Industrielle Dienstleistungen in Theorie und Praxis, in: *WiSt*, 1(2003), S. 27 – 33.
- Stickel, E. (1995): Wettbewerbsorientierte Informationssysteme und Produktivitätsparadoxon, in: *WI*, 37(1995)5, S. 548 – 557.
- Stickel, E.: IT-Investitionen zur Informationsbeschaffung und Produktivitätsparadoxon, in: *DBW*, 57(1997)1, S. 65 – 72.
- Stock, W. (1995): Europas Weg in die Informationsgesellschaft, in: *Ifo-Schnelldienst*, 48(1995)6, S. 15 – 28.
- Stölzle, W. (1999): *Industrial Relations*, München — Wien.
- Su, D./Amin, N. (2001): A CGI-based approach for remotely executing a large program for integration of design and manufacture over the Internet, in: *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 14(2001)1, S. 55-65.
- Sun Microsystems (1997, Hrsg.): *Java. Die Vorteile von Java*, Mountain View.
- Süss, G. (2001): Vertikale Integration nimmt Gestalt an, in: *Computer @ Produktion*, (2001)1/2, S. 44 – 45.
- Sydow, J./Winand, U. (1998): Unternehmungsvernetzung und -virtualisierung: Die Zukunft unternehmerischer Partnerschaften, in: Winand, U./ Nathusius, K. (Hrsg.): *Unternehmensnetzwerke und virtuelle Organisationen*, Stuttgart, S. 11 – 31.

- Tan, B. (1998): Agile Manufacturing and Management of Variability, in: International Transactions in Operational Research, 5(1998)5, S. 375 – 388.
- Tapscott, D. (1996): Die digitale Revolution. Verheißungen einer vernetzten Welt — die Folgen für Wirtschaft, Management und Gesellschaft, Wiesbaden.
- Terberger, E. (1994): Neo-institutionalistische Ansätze. Entstehung und Wandel — Anspruch und Wirklichkeit, Wiesbaden.
- Thome, R. (1998): Informationsverarbeitung als Basis einer neuen zwischenbetrieblichen Firmenkultur, in: Das Wirtschaftsstudium, 27(1998)8-9, S. 964 – 970.
- Thome, R. (1998): Informationsverarbeitung als Basis einer neuen zwischenbetrieblichen Firmenkultur, in: WISU, 27(1998)8-9, S. 964 – 970.
- Tietzel, M. (1981): Die Ökonomie der Property Rights: Ein Überblick, in: ZfW, 30(1981), S. 207 - 243.
- Ulrich, H. (1988): Von der Betriebswirtschaftslehre zur systemorientierten Managementlehre, in: Wunderer, R. (Hrsg.): Betriebswirtschaftslehre als Management- und Führungslehre, 2., ergänzte Aufl., Stuttgart, S. 174 – 190.
- Vahrenkamp, R. (1998): Produktionsmanagement, 3. Aufl., München.
- van Assen, M. F./Hans, E. W./van de Velde, S. L. (2000): An agile planning and control framework for customer-driven discrete parts manufacturing environment, in: International Journal of Agile Management Systems, 2(2000)1, S. 16 – 23.
- VDMA, Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau (1995): Anwendungen der Informationstechnik in der Produktion. Empfehlungen der Investitionsgüterindustrie an die Bundesregierung, <http://www.iid.de/informationen/vdmamemo/index.html>, Frankfurt.
- VDMA, Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau (1996): Anwendungen der Informationstechnik in der Produktion, Frankfurt.
- Veeramani, D./Wang, K. (2001): Performance Analysis of Auction-Based Distributed Shop-Floor Control Schemes from the Perspective of the Communication System, in: Shaw, M. J. (Ed.): Information-Based Manufacturing. Technology, Strategy and Industrial Applications, Boston et al., S. 243-266.
- Vernadat, F. B. (1999): Research agenda for agile manufacturing, in: International Journal of Agile Management Systems, 1(1999)1, S. 37 – 40.
- Voßhenrich, O. (2002): Web Services — EAI maßgeschneidert, in: Dangelmaier, W./Emmerich, A./Kaschula, D. (Hrsg.): Modelle im E-Business, Paderborn, S. 421 – 441.
- Wagner, R./Castanotto, G. (1997): FixtureNet: interactive computer-aided design via the World Wide Web, in: International Journal of Human-Computer Studies, 46(1997)6, S. 773 – 788.
- Warnecke, H.-J. (1992): Die Fraktale Fabrik — Revolution der Unternehmenskultur, Berlin et al.
- Webster, M./Beach, R. (1999): Linking Operations Networks that Include Subcontractors to Contemporary Manufacturing Paradigms, in: Bartezzaghi et al.: Managing Operations Networks, Proceedings of the EurOMA Conference, Venice, S. 345 – 352.
- Weiland, R. (1995): Rücknahme- und Entsorgungspflichten in der Abfallwirtschaft. Eine institutionenökonomische Analyse der Automobilbranche, Wiesbaden 1995.
- Wiendahl, H.-P./Harms, T. (2001): Selbstorganisierte Strukturadaption auf Basis von Produktionsagenten, in: Industrie Management, 17(2001)6, S. 8-12.

- Wigand, R. T. (1995): Electronic Commerce and Reduced Transaction Costs. Firm's Migration into Highly Interconnected Electronic Markets, in: EM, 5(1995)16/17, S. 1 - 5.
- Wildemann, H. (1989): Die neue Fabrik, in: BddW, 24.05.1989, S. 7.
- Wildemann, H. (1992): Die modulare Fabrik. Kundennahe Produktion durch Fertigungssegmentierung, 3., neubearb. Aufl., St. Gallen 1992.
- Wildemann, H. (1997): Entwicklungsstrategien zur Marktführerschaft, in: Wildemann, H. (Hrsg.): Marktführerschaft: Reorganisation und Innovation. Tagungsband Münchener Management Kolloquium, 22. und 23. April 1997, München, S. 1 – 20.
- Wildemann, H. (2000a): Kernkompetenz-Management: Mit intelligenten Technologien Kunden binden, in: Wildemann, H. (Hrsg.): Kernkompetenzen und E-Technologien. Tagungsband Münchener Management Kolloquium, 11. und 12. April 2000, München, S. 15 – 59.
- Williamson, O. E. (1975): Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications. A Study in the Economics of Internal Organization, London 1975.
- Williamson, O. E. (1990): Die ökonomischen Institutionen des Kapitalismus. Unternehmen, Märkte, Kooperationen, Tübingen 1990.
- Windsperger, J. (1983): Transaktionskosten in der Theorie der Forma, in: ZfB, 53(1983)9, S. 889 - 903.
- Wirth, S. (2000): Die wandlungsfähige Fabrik, in: Hossner, R. (Hrsg.): Jahrbuch der Logistik 2000, Verlagsgruppe Handelsblatt, Düsseldorf, S. 55 – 60.
- Wirth, S./Enderlein, H./Hildebrand, Th. (2001): Plug+Produce, in: Industrie Management 17(2001)5, S. 67 – 70.
- Yamashina, H. (2000): Challenge to world-class manufacturing, in: International Journal of Quality & Reliability Management, 17(2000)2, S. 132 – 143.
- Yan, H. S./Jiang, J. (1999): Agile concurrent engineering, in: Integrated Manufacturing Systems, 10(1999)2, S. 103 – 112.
- Zahn, E. (1986): Innovations- und Technologiemanagement. Eine strategische Schlüsselaufgabe des Unternehmens, in: Zahn, E. (Hrsg.): Technologie- und Innovationsmanagement, Berlin, S. 9 – 48.
- Zahn, E. (1988): CIM - eine Waffe im Wettbewerb?, in: CIM, 4(1988)4, S. 17 – 21.
- Zahn, E./Schmid, U. (1996): Produktionswirtschaft I: Grundlagen und operatives Produktionsmanagement, Stuttgart.
- Zäpfel, G. (1982): Produktionswirtschaft. Operatives Produktions-Management, Berlin — New York.
- Zerdick et al. (1999, Hrsg.): European Communication Council Report: Die Internet-Ökonomie. Strategien für die digitale Wirtschaft, Berlin et al.
- Zhang, Y./Zhang, C./Wang, H. P. (2000): An Internet based STEP data exchange framework for virtual enterprises, in: Computers in Industry, 41(2000), S. 51 – 63.
- Zhao, J./Cheung, W. M./Young, R. I. M. (1999): A consistent manufacturing data model to support virtual enterprises, in: International Journal of Agile Management Systems, 1(1999)3, S. 150 – 158.
- Zöllner, W. A. (1990): Strategische Absatzmarktplanung. Kunden- und Wettbewerbsanalyse für Logistikunternehmen, Berlin.

Bisher erschienene Diskussionspapiere der Universität Klagenfurt

- 9601 Dietrich Kropfberger
Einsatz von Controlling- und Planungsinstrumenten in der Praxis —
Ein Vergleich zwischen Österreich und Großbritannien
1996
- 9701 Hans-Joachim Bodenhöfer / Monika Riedel
Bildung und Wirtschaftswachstum — Alte und neue Ansätze
Februar 1997
- 9702 Hans-Joachim Bodenhöfer
Kärnten 1945 - 1995. Wirtschaftspolitische Probleme und Leitlinien
Juni 1997
- 9801 Michael Kosz
On-site vs. Distant questioning: some empirical evidence from valuing
recreation functions of city-near forests
Mai 1998
- 9802 Michael Kosz
The social context of valuing regional biodiversity
Juli 1998
- 9803 Bernd Kaluza / Thorsten Blecker / Christian Bischof
Strategic Management in Converging Industries
November 1998
ISBN 3-85496-000-X
- 9804 Monika Riedel
Selbstbeteiligungen in der Österreichischen Sozialen Krankenversicherung
am Beispiel Kärntner Ärzteabrechnungen
November 1998
ISBN 3-85496-001-8
- 9901 Doris Behrens / Jonathan Caulkins / Gernot Tragler / Gustav Feichtinger
Optimal Control of Drug Epidemics: Prevent and Treat — But not at the
Same Time?
Juni 1999
ISBN 3-85496-002-6
- 9902 Doris Behrens / Jonathan Caulkins / Gernot Tragler / Gustav Feichtinger
Why Present-Oriented Societies Undergo Cycles of Drug Epidemics
Juli 1999
ISBN 3-85496-003-4
- 9903 Bernd Kaluza / Thorsten Blecker / Christian Bischof
Networks - A Cooperative Approach to Environmental Management
September 1999
ISBN 3-85496-004-2
- 9904 Bernd Kaluza / Thorsten Blecker
Integration von Unternehmung ohne Grenzen und Supply Chain Management
September 1999
ISBN 3-85496-005-0

- 9905 Bernd Kaluza / Christian Bischof / Thorsten Blecker / Bernd Gotsche
Einsatz und Entwicklungsperspektiven von betrieblichen Umweltinformations-
und Umweltmanagementsystemen in der Kärntner Wirtschaft — theoretische
Überlegungen und empirische Befunde
Oktober 1999
ISBN 3-85496-006-9
- 9906 Michael Getzner
Ecotourism, stakeholders, and regional development
Oktober 1999
ISBN 3-85496-007-7
- 2000/01 Michael Getzner
Economics of species and nature protection: empirical evidence from Austria
Juni 2000
ISBN 3-85496-008-8
- 2000/02 Doris Behrens / Herbert Dawid
Genetic Learning of Nash Equilibria in Illicit Drug Markets and Prerequisites
for a Successful Crackdown
August 2000
ISBN 3-85496-009-3
- 2001/01 Bernd Kaluza / Herwig Dullnig / Bernhard Goebel
Überlegungen zur Konzeption eines Produktionsplanungs- und
Recyclingplanungs- und -steuerungssystems für Verwertungs- und
Entsorgungsnetzwerke
Februar 2001
ISBN 3-85496-010-7
- 2001/02 Bernd Kaluza / Thorsten Blecker
Konzept einer Produktionsplanung und -steuerung in der Unternehmung
ohne Grenzen
Juli 2001
ISBN 3-85496-011-5
- 2001/03 Paolo Rondo-Brovetto / Eva Krczal
Analyse der Leistungsverteilung für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke im
Bundesland Kärnten
Oktober 2001
ISBN 3-85496-012-3
- 2001/04 Sonja Grabner-Kräuter
Die Bedeutung von Vertrauen im Electronic Commerce
Dezember 2001
ISBN 3-85496-013-1
- 2001/05 Bernd Kaluza
Controlling- und PPS-Systeme zur Lösung betriebswirtschaftlicher Probleme
in Verwertungsnetzwerken
Dezember 2001
ISBN 3-85496-014-X
- 2002/01 Michael Getzner
Contributions to Cultural Economics: the case of Austria
Januar 2002
ISBN 3-85496-015-8
- 2002/02 Birgit Friedl / Michael Getzner
Environment and growth in a small open economy: an EKC case-study for
Austrian CO2 emissions
Januar 2002
ISBN 3-85496-016-6

-
- 2002/03 Bernd Kaluza / Ralf-Jürgen Ostendorf
Die zukünftige Bedeutung der Ökologie in der deutschen Automobilindustrie –
eine kritische Analyse mit Hilfe der Szenario-Technik
Dezember 2002
ISBN 3-85496-018-2
- 2003/01 Thorsten Blecker
Web-based Manufacturing — Ansatz eines betriebswirtschaftlichen Konzepts
einer internetbasierten Produktion
Februar 2003
ISBN 3-85496-019-0

Kontaktadresse:

Dr. Thorsten Blecker

Universität Klagenfurt

Institut für Wirtschaftswissenschaften

Abteilung Produktions-, Logistik- und Umweltmanagement

Universitätsstraße 65 - 67

A - 9020 Klagenfurt

Tel.: +43-463-2700 – 4077

Fax.: +43-463-2700 – 4097

E-Mail: blecker@ieee.org