



Frank Himpel, Bernd Kaluza,
Jochen Wittmann (Hrsg.)

Spektrum des Produktions- und Innovationsmanagements

Komplexität und Dynamik im Kontext
von Interdependenz und Kooperation

Festgabe für Klaus Bellmann
zum 65. Geburtstag

GABLER EDITION WISSENSCHAFT

IT als Befähiger in der Produktion

Horst Wildemann

1 Einleitung

Der Informationstechnologie-Sektor (IT) ist in den vergangenen Jahren überdurchschnittlich gewachsen. Die Treiber dieses Marktwachstums waren Telekommunikation und IT-Dienste. Die IT-Innovationen haben zu signifikanten Produkt- und Prozessinnovationen in Produktion und Logistik geführt. Mit der umfangreichen Etablierung der Informationstechnologie in der Produktion ist die Produktionseffizienz angestiegen. Technologische Treiber dieser Entwicklung waren die zunehmende Etablierung von Standards in vielen IT-Bereichen und die Innovationen bei den Internet-, Telekommunikations- und Chiptechnologien. Der erhebliche Preisverfall der IT förderte die umfangreiche Etablierung in den Unternehmens- und Produktionsprozessen. Mittlerweile ist in fast jedem Wertschöpfungsschritt IT entweder direkt oder indirekt enthalten. Aus wissenschaftlicher Sicht wurde dieser Entwicklung besonders in der Wettbewerbstheorie Beachtung gezeigt. Zur Wettbewerbswirkung der IT liegen umfangreiche Ausarbeitungen aus verschiedenen Blickwinkeln vor. Neben sehr euphorischen Thesen gerade zu Zeiten des Internetbooms gingen Thesen in jüngster Zeit hingegen soweit, dass IT seine strategische Bedeutung verloren hat, so in dem viel zitierten Artikel von Carr „IT doesn't matter“.¹

Eine vergleichbar umfangreiche Diskussion aus produktionstheoretischer Sicht fehlt. Gerade die Fragestellung, ob IT auf Grund seiner zunehmenden Bedeutung im Produktionsprozess als neuer Produktionsfaktor oder als Befähiger bezeichnet werden kann, wurde bisher noch nicht diskutiert. Der vorliegende Beitrag beleuchtet diese Fragestellung und zeigt die derzeitigen Einsatzweisen, Formen und Implikationen der IT im Produktionsprozess auf.

Mit diesem Artikel möchte ich den Kollegen Bellmann ehren, den ich in vielen Begegnungen in seiner ausgeglichenen Art schätzen gelernt habe. Seine vielfältigen Schriften haben auch meine Arbeiten sehr bereichert.

2 IT als Produktionsfaktor

IT als Begriff steht sowohl für Informationstechnologie als auch für Informationstechnik. Technologie ist das Wissen von Verfahren und den technischen Zusammenhängen, die Technik hin-

¹ Vgl. Carr, 2003.

gegen ist die konkrete Anwendung der Technologie zur Problemlösung in materieller Form. Zunehmend wird jedoch auch die materielle Umsetzung des Wissens unter dem Technologiebegriff eingeordnet. Neuere Definitionen verstehen daher unter der Technologie sowohl die Gesamtheit der Verfahren zur Produktion von Gütern und Dienstleistungen als auch die Komponenten der Technik, die materiellen und organisatorischen Voraussetzungen und deren Anwendung.² Es kann ein enger und ein weiterer IT-Begriff definiert werden. IT im engeren Sinne umfasst Hardware und Software. IT im weiteren Sinne umfasst Hardware, Software, Telekommunikation und IT-bezogene Dienstleistungen.³ Der weite IT-Begriff orientiert sich an dem bei Marktbetrachtungen stark verbreiteten Begriff ITK (Informationstechnologie und Telekommunikation) im deutschen Sprachraum. IT liefert genau dann einen Wertbeitrag, wenn die in ihr enthaltenen Komponenten in sinnvoller Kombination miteinander verbunden werden. In der Regel erfolgt diese Kombination durch Informationssysteme, in denen die Informationen verarbeitet werden. Aufgabe eines Informationssystems ist die Erfassung, Speicherung, Verarbeitung, Pflege, Analyse, Benutzung, Verbreitung, Disposition, Übertragung und Anzeige von Information. Ein Informationssystem besteht aus Hardware, Software, Betriebssystemen, Datenbanken, Anwendungen und Daten. Es nutzt zur Übertragung Telekommunikationsleistungen. Das Informationssystem ist in der Regel in ein soziotechnisches System eingegliedert⁴, das darüber hinaus einen Informationsanbieter und einen Informationsabnehmer beinhaltet. Die beiden letztgenannten Komponenten sind für die Werterzeugung unabdingbar.

Produktionsfaktoren werden zur Herstellung und Verwertung betriebswirtschaftlicher Leistungen eingesetzt. In Gutenbergs Produktionsfaktorensystem werden Elementarfaktoren und dispositive Faktoren unterschieden. Gutenberg unterscheidet die Elementarfaktoren weiter in objektbezogene menschliche Arbeitsleistungen (ausführende Arbeitsleistungen), Werkstoffe (Rohstoffe, Halb- und Fertigfabrikate) und Betriebsmittel (z. B. Grundstücke, Gebäude, Maschinen, Hilfsstoffe, Betriebsstoffe).⁵ Nach dem Kriterium Verbrauch des elementaren Produktionsfaktors kann weiter zwischen Potenzial- und Repetierfaktoren unterschieden werden. Während Repetierfaktoren wie Werkstoffe nur in einer einzigen Faktorkombination produktiv wirksam sind, können Potenzialfaktoren wie menschliche Arbeitsleistungen und Betriebsmittel in mehreren Kombinationsprozessen eine produktive Wirkung entfalten. IT ist kein eigenständiger Produktionsfaktor, da es sich zum einen zeigt, dass IT in den Produktionsprozess sowohl als Betriebsmittel als auch als Werkstoff eingeht und somit nur die Form der dispositiven und objektbezogenen menschlichen Arbeitsleistung verändert. Zum anderen ist IT selbst ein Produkt, das durch Kombination der Produktionsfaktoren im Produktionsprozess entstanden ist und sich auf die dispositiven und elementaren Faktoren wieder zurückführen lässt. Diese Sichtweise impliziert, dass IT selbst kein neuer Produktionsfaktor gemäß dem Produktionsfaktorenschema nach Gutenberg, das implizit Einzigartigkeit der Produktionsfaktoren unterstellt, darstellt. IT wirkt vielmehr indirekt auf die bestehenden dispositiven und elementaren Produktionsfaktoren. Die wertorientierten IT-Systeme wirken dabei schwerpunktmäßig auf die dispositiven Faktoren, die operativen IT-Systeme auf die elementaren Faktoren.⁶

² Vgl. Eito, 2004.

³ Vgl. Mieke, 2004; Eito, 2004.

⁴ Vgl. Krcmar, 2004.

⁵ Vgl. Gutenberg, 1994; Bellmann 2003.

⁶ Vgl. Scheer/Cocchi, 2006.

Als Betriebsmittel steht IT zum einen als eigenständiges Betriebsmittel und zum anderen in integrierter Form in anderen Betriebsmitteln dem Produktionsprozess zur Verfügung. IT steht als eigenständiges Betriebsmittel in Form der IT-Infrastruktur dem Produktionsprozess zur Verfügung. Dazu zählen die im Unternehmen vorhandene Hardware (Rechnersysteme, Desktop-Infrastruktur, sonstige Endgeräte), die Telekommunikationsinfrastruktur (Leitungen, Switches, Router) sowie die Anwendungs- und Geschäftsprozess-Software. Integriert in anderen Betriebsmitteln geht IT in Form von Infrastrukturkomponenten in Robotersystemen, halb- und vollautomatischen Maschinen, Steuerungssysteme, Anlagen sowie Logistik- und Transportsystemen ein.

Mit zunehmender Vernetzung der Systeme wird die Grenze zwischen IT als eigenständigem Betriebsmittel und integriert in anderen Betriebsmitteln immer fließender. Die Vernetzung der Systeme selbst erfordert wiederum IT-Leistungen. Eine Abgrenzung und genaue Zuordnung wird damit immer schwieriger. Es ergeben sich Implikationen besonders für Qualitätsmanagement, Fehlermanagement und IT-Kostenrechnung.

IT kann auch als Werkstoff im Produktionsprozess betrachtet werden. Dies ist dann der Fall, wenn die IT-Komponenten im Produktionsprozess verbraucht werden, weil sie als Bestandteil in das Produkt eingehen. Hierzu zählen Hardwarekomponenten, die in das Endprodukt integriert werden, Software, die entweder in das Endprodukt integriert wird oder nur für den einmaligen Verbrauch bei der Produkterstellung lizenziert ist; darüber hinaus Telekommunikationsleistungen, die dem Verbrauch unterliegen wie Leitungs- und Übertragungskapazitäten.

Entsprechend der Differenzierung in Potenzialfaktoren und Repetierfaktoren nach Gutenberg gibt es beide Zuordnungsmöglichkeiten für die IT. IT in seiner Form als Werkstoff ist den Repetierfaktoren zuzuordnen. In allen übrigen Ausprägungsformen ist IT den Potenzialfaktoren zuzuordnen.

3 Entwicklungspfade der IT und der Produktion

Die Erfindung des Transistors vor 50 Jahren stellte die Grundlage für den rasanten Aufstieg elektronischer Geräte wie Computer, Fernseher oder Handy dar. Begleitet wurde dieser Aufstieg von Beginn an von einer stetigen Miniaturisierung elektronischer Bauteile, die es ermöglichte, immer kleinere elektronische Bauteile in immer größeren Stückzahlen immer günstiger herzustellen.⁷

Dies eröffnete ständig neue Anwendungsmöglichkeiten: Angefangen von Großrechnern in den siebziger Jahren stellte die Erfindung des PC die nächste große Revolution in der IT dar, während zur selben Zeit ebenso verstärkt Elektronikkomponenten in Fahrzeuge eingebaut wurden, gefolgt von Notebooks und Mobiltelefonen in den neunziger Jahren. Der nächste große Trend wird nach Meinung von Experten die umfassende, allgegenwärtige, globale und drahtlose Vernetzung aller elektronischen Geräte darstellen. Langfristig werden diese Netzwerke über eine eigene Intelligenz verfügen und anhand vordefinierter Regeln automatisch miteinander kommunizieren.

⁷ Vgl. Fricke/Müller/Butscher, 2004.

In die Produktion hielt die IT Einzug, als es amerikanischen Technikern und Ingenieuren gelang, Bearbeitungsabläufe mit NC-Maschinen zu automatisieren. Durch die Möglichkeit, auf einer Maschine verschiedene Programme zu verwenden, ließen sich verschiedene Bauteile fertigen. Beherrschendes Prinzip dabei war die Verbesserung der Produktivität durch die Automatisierung von Bearbeitungsabläufen. Im Laufe der Zeit veränderten technische Entwicklungen bei Rechnern, Betriebssystemen, Software, Datenbanksystemen, Netzwerken und Peripheriegeräten nachhaltig die industrielle Produktion. Die Produktionsstrategie des Computer Integrated Manufacturing (CIM) setzte sich zu Beginn der 80er Jahre durch Fortschritte auf dem Gebiet der graphischen Datenverarbeitung fort, welche die Einführung so genannter Computer Aided Design (CAD) und Computer Aided Manufacturing (CAM)-Technologien ermöglichten.⁸

Dadurch war es das erste Mal möglich, Produkte und Produktionsprozesse vorab auf dem Rechner virtuell zu entwickeln und später in die Realität umzusetzen. In den frühen 80er Jahren ermöglichte der technologische Fortschritt die Nutzung von Robotern in der Produktion, was zu einer weiteren Steigerung der Produktivität führte. Durch Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme (PPS) wurde es Mitte der 80er Jahre schließlich möglich, die komplette Supply Chain in den Produktionsprozess mit einzubeziehen und die Lieferanten in die betrieblichen Abläufe zu integrieren.

Die Etablierung des Internets in der Produktion ab Ende der 90er Jahre ermöglichte eine noch engere und standardisierte Vernetzung zwischen den einzelnen Partnern in der Wertschöpfungskette. Mit dieser Entwicklung ist eine ständige Miniaturisierung verbunden.

Die Entwicklungen zeigen, dass moderne Informationstechnologien eine der wichtigsten Grundlagen für das zukünftige Management aller Geschäftsprozesse eines Unternehmens darstellen.⁹ Mit ihrer Hilfe können neue Geschäftsmodelle und Wertschöpfungspotenziale wie beispielsweise Betreibermodelle im industriellen Anlagenbau erschlossen werden.¹⁰ Internet-Technologien können in vielen Bereichen der Logistikkette zur Potenzialsteigerung beitragen: Internet-Kanban, E-Sourcing, Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme sowie Collaborative Planning and Forecasting sind nur einige der weitläufigen Anwendungsfelder.

4 Der Einsatz von IT in der Produktion

IT fließt in alle Gestaltungsbereiche der Produktion ein. Nachdem zunächst die Hardware einen großen Anteil der IT-Investitionen darstellte, sind dies verstärkt auch Telekommunikations- und IT-Dienstleistungen. Dabei bestimmt sehr häufig die eingesetzte Software – entweder im Produkt selbst oder im Produktionsprozess – den Wert des hergestellten Gutes und damit die Differenzierung zu Konkurrenzprodukten.¹¹ Der hohe Anteil der IT-Dienstleistungen an den IT-Ausgaben unterstreicht den Trend zu Individualisierung und ausgelagerten IT-Funktionen und Dienstleistungen.

⁸ Vgl. Wildemann, 1986; Wildemann, 1990.

⁹ Vgl. Wildemann, 2000.

¹⁰ Vgl. Wildemann, 2003a.

¹¹ Vgl. bmb+f, 2004.

IT fließt in die folgenden Gestaltungsbereiche des Produktionsprozesses ein:

- Produktionsmanagement,
- Standortmanagement,
- Sonstige Unternehmensfunktionen wie Einkauf, Forschung und Entwicklung, Administration und Vertrieb,
- Produktionssysteme wie Materialfluss und Logistik, Maschinen und Anlagen, Mitarbeiter und Organisation, Planung und Steuerung sowie Qualitätssicherung.

Die folgende Betrachtung fokussiert auf die Bereiche mit dem höchsten technologischen Innovationsbedarf und auf die aussichtsreichsten Technologien hinsichtlich ihres Verbreitungspotenzials. Die IT-Innovationen mit den stärksten Auswirkungen auf die Gestaltungsbereiche der Produktion sind die Mobilfunktechnologie, die Breitbandtechnologie, Information Lifecycle Management (ILM), Radio Frequency Identification (RFID), Biometrie, Open Source Software und Supply Chain Management-Systeme.¹²

Die Einflussgrößen bei der Gestaltung von IT-Systemen können sich je nach Anwendungsfall erheblich unterscheiden. Neben der Berücksichtigung marktseitiger Entwicklungen hat auch die Umsetzung technologischer Innovationen hinsichtlich der Produkte sowie der Fertigungstechnik maßgeblichen Einfluss auf die aktuellen Anforderungen an die Gestaltung von IT-Systemen.

Produktionsmanagement

IT findet Eingang in das Produktionsmanagement, das die gesamte Prozesskette der Leistungserstellung integriert betrachtet. Die IT ist hierbei insbesondere in Informationssysteme zur strategischen Entscheidungsunterstützung integriert. Im Wesentlichen zählen hierzu:

- Management Information Systems (MIS),
- Customer Relation Management (CRM),
- Customer Value Management (CVM) und
- Product (Life Cycle) Management (LCM).

Diese Systeme sind mittlerweile soweit ausgereift, dass sie eine Darstellung der Kunden, Produkte, Wertschöpfungskette und finanziellen Unternehmenssituation ermöglichen. Die Innovationen bei diesen Systemen sind moderat. Insbesondere wurden seitens der IT-Dienstleister und Unternehmensberatungen umfangreiche MIS-, CRM- und CVM-Systeme diskutiert, die hohe Potenziale aufweisen sollten, jedoch ebenso hohe Investitionskosten (>100 Mio. EUR) aufwiesen.¹³

Die Güte der Information aus diesen Systemen ist jedoch in starkem Maße von den Inputdaten abhängig. So zeigt sich gerade im Bereich CRM, dass die Inputdaten (Kundenhistorie, Nutzungsverhalten) häufig eine unzureichende Qualität aufweisen und daher die Potenziale komplexer und teurer CRM-Systeme nur unzureichend genutzt werden können. Diese Erkenntnis führte zum Entstehen sehr einfach strukturierter Systeme mit Fokus auf wenigen Kennzahlen, vergleichsweise niedrigen Investitionskosten und damit kurzen „Return on Investment“-Zeiten. Diese Systeme zur strategischen Entscheidungsunterstützung und -findung liefern Entscheidungshilfen. Die unternehmerischen Entscheidungen selbst und die Kopplung und

¹² Vgl. Bullinger 2006; Heng 2004.

¹³ Vgl. Feldhusen/Gebhardt, 2007; Bellmann/Himpel 2006a.

Verarbeitung der bereitgestellten Informationen mit der Unternehmensstrategie können diese Systeme nicht liefern. Dieser Aspekt wurde von vielen Unternehmen in der Vergangenheit falsch eingeschätzt.¹⁴

Unter ERP-Systemen versteht man ganzheitliche, prozessorientierte Softwarelösungen, die den betriebswirtschaftlichen Ablauf steuern, kontrollieren und auswerten. Die Basisfunktionalität ist bereits sehr umfassend. ERP-Systeme greifen dabei in die Abteilungen Produktion, Vertrieb, Logistik, Personal, Verwaltung etc. ein und bilden die Basis für eine Vielzahl weiterer Managementprogramme. ERP-Lösungen versuchen Informationsflüsse wie z. B. Kapital, Produktion oder Input/Output im Unternehmen als Ganzes zu erfassen und abzubilden.¹⁵ Weitere Aufgaben sind beispielsweise das Aufdecken von Engpässen sowie die Analyse der optimalen Auslastung sämtlicher Ressourcen wie Personal, Kapital, Material, Maschinen. Heute verwenden viele ERP-Systeme Zusatzsysteme (sog. APS = Advanced Planning Systems), die z. B. Auftragszeitberechnung und Planung (engl. Finite Scheduling) anstelle der fixen Laufzeiten in die ERP-Systeme einfüllen. Dies kollidiert aber mit der beschränkten Einsicht in die tatsächlich verfügbaren Kapazitäten und erhöht die Komplexität der Systeme erheblich. Eine endgültige Lösung für das Materialplanungsproblem stellen ERP-Systeme also nicht dar.

Standortmanagement

Die Produkt- und Prozessinnovationen der IT ermöglichen weltweit vernetztes Arbeiten mit geringen Transaktionskosten und haben damit erheblichen Einfluss auf das Standortmanagement. Wesentliche Treiber sind dabei die fortentwickelten Mobilfunktechnologien, VoIP, UMTS sowie die Internet-Breitbandtechnologien. Für große Unternehmen mit weltweit verstreuten Standorten reduziert die Internettelefonie VoIP – deren Voraussetzung zumindest ein DSL-Anschluss ist – die Telefonkosten um durchschnittlich 20–30 Prozent. Breitband-Internet-technologie ermöglicht diesen international operierenden Konzernen die dezentrale Speicherung und Verwaltung von Daten über eine Vielzahl von Standorten hinweg. Mit diesen Technologien lassen sich weltweit integrierte Anwendungen realisieren und führen zu einer konsistenten Datenhaltung in einem System.¹⁶

Mit der Internet-Breitbandtechnologie lassen sich innovative Konzepte wie das Information Lifecycle Management (ILM), dessen Kern die zentrale Verwaltung dezentraler Speicherkapazitäten beinhaltet, realisieren. Sie vermindern Redundanzen und führen zu erheblichen Kosteneinsparungen. Gegenüber Cap Gemini Ernst & Young geben 90% der deutschen Unternehmen an, in ILM den besten Weg bei der Nutzung von Konzernressourcen zu erkennen.¹⁷

Unterstützende Unternehmensfunktionen

IT fließt in hohem Maße auch in die unterstützenden Unternehmensfunktionen Einkauf, F&E, Administration und Vertrieb ein. IT-getriebene Prozess- und Produktinnovationen zeigen sich besonders im Einkauf und der F&E.

¹⁴ Vgl. Bellmann, 2006.

¹⁵ Vgl. Wildemann, 2007.

¹⁶ Vgl. DB Research 2004.

¹⁷ Vgl. Thome, 2007; Heng 2004.

Im Bereich F&E konnten signifikante Fortschritte bei der Zusammensetzung und Zusammenarbeit von Entwicklungsteams sowie bei der virtuellen Prototypensimulation erzielt werden. Entwicklungsteams arbeiten heutzutage international vernetzt und unternehmensübergreifend zusammen. Kelly umschreibt das Verschwinden der Bedeutung räumlicher Distanz vor dem Hintergrund der New Economy kurz und bündig mit „Geography is dead“.¹⁸ Picot drückt dies moderater aus und spricht von reduzierter Bedeutung identitätsbildender Unternehmensmerkmale wie administrative, finanzielle und soziale Grenzen sowie physische Standortbeschaffenheit.¹⁹ Die Teammitglieder arbeiten an verschiedenen Standorten und kommunizieren über standardisierte Informations- und Kommunikationsplattformen und Lösungselemente (Programmbausteine, Katalogteile, Maschinenbauelemente) miteinander.

Im Einkauf konnten in den letzten zehn Jahren durch Innovationen wie Purchasing Cards, Online Broker, elektronische Ausschreibungen, Online-Auktionen, Online-Kataloge, Web-Parks und elektronische Einkaufsmarktplätze erhebliche Effizienzgewinne realisiert werden. IT-unterstützte Komponentenwettbewerbe zwischen Zulieferern sowie eine stärkere internationale Ausrichtung des Einkaufs via Internettechnologien führten zu Kosteneinsparungen im Bereich von 25–40%.²⁰

Bei der Prototypenerstellung können heute mit Hilfe komplexer Graphik- und Simulationsprogramme geometrisch angenäherte Prototypen dargestellt werden – in Kürze werden diese Darstellungen sehr nah an das Endprodukt reichen. Entwicklungsumgebungen verfügen zunehmend über eingebettete Software, Methoden-Baukästen mit neuen rechnerunterstützten Modellierungs- und Analysewerkzeugen und sind objektorientiert aufgebaut. Die Einbettung und die Methoden-Baukästen vermindern den Anpassungsaufwand an unternehmensindividuelle Anforderungen und erhöhen die Entwicklungsgeschwindigkeit.²¹

Materialverwaltung und Logistik

Die Entwicklung der Informationstechnologie hat wesentlich zur Innovation im Bereich Supply Chain Management beigetragen. Fokussierten MRP-Systeme der 80er Jahre auf einzelne Prozesse, umfassten ERP-Systeme der 90er Jahre bereits sämtliche Unternehmensprozesse. Mit den deutlichen Leistungssteigerungen der IT-Systeme können heutzutage bereits ganze Wertschöpfungsnetzwerke digital abgebildet werden.

Bei Logistiksystemen wurden Tracking- und Tracingsysteme entwickelt, die eine Nachvollziehbarkeit von Material und Ware im Produktions- und Distributionsprozess für Kunden und Lieferanten, zumeist auf Basis von Internettechnologien, ermöglichen. In der Materialwirtschaft erleichtern mobile Endgeräte die Erfassung der Bestände in Lägern und Überführung in ERP-Systeme via Funkterminals und Funk Access Points.

Die effiziente Gestaltung des Leistungserstellungsprozesses wird wesentlich durch die IT-Unterstützung bestimmt. Sie bewirkt durch Parallelisierung und Dezentralisierung von Prozessen deren Beschleunigung und Rationalisierung. Die elektronische Vernetzung entlang der

¹⁸ Vgl. Kelly, 1998.

¹⁹ Vgl. Picot, 1996.

²⁰ Vgl. Wildemann, 2001.

²¹ Vgl. Wildemann, 2003b.

Prozesskette bindet im Zeitalter leistungsfähiger Internettechnologien kurzfristig Engineering-Dienstleister, Lieferanten sowie Kunden in den Geschäftsprozess ein. „E-Manufacturing“ ermöglicht eine standort- und unternehmensübergreifende, integrierte Planung und Steuerung der Produktion hinsichtlich der Prozesse als auch der Produktionsanlagen auf allen Ebenen der Fabrik. Unterschiedlichste Konzepte optimieren dabei die Prozesse im Bereich Beschaffungs- und Produktionslogistik unter Nutzung von E-Technologien. Beispiele hierfür sind E-Kanban-Lösungen, SCM-Systeme, APS-Konzepte, Sendungsverfolgungssysteme sowie Supply Chain Event Management-Ansätze.²²

Großunternehmen und Mittelständler halten E-Manufacturing nicht für eine Modeerscheinung, sondern erkennen darin ein bemerkenswertes Zukunftspotenzial. Unternehmen erhoffen sich von der elektronischen Verknüpfung ihrer Kunden- und Lieferantensysteme mit den Produktions- und Lieferketten eine bessere Kundenorientierung, eine größere Transparenz der innerbetrieblichen Abläufe, eine höhere Planungsgenauigkeit und einen leichten Zugriff auf aktuelle Maschinendaten.

Auf Zellebene wird das Ziel verfolgt, eine vollständige, weltweit einheitliche Datenerfassung durch die Anwendung von Smartcard-Systemen, WLAN und RFID-Transponder-Technologien zu erreichen. Der Einsatz von Etiketten mit hoher Informationsdichte und vielen dezentralen Lesegeräten ermöglicht die Realisierung des Wunsches nach der Synchronisation von Material- und Informationsfluss.²³ Abgesehen vom hohen Preis für die Umstellung und möglichen Schnittstellenproblemen in der Einführungsphase überwiegen die Vorteile dieser neuen Technik. Auch ohne Sichtkontakt ist bei diesen Systemen eine zuverlässige Identifikation möglich. Die Lesbarkeit ist von allen Seiten gegeben und die Lesegeräte können an jedem Ort flexibel positioniert werden. Außerdem ist die hohe Robustheit der Transponder ein weiterer Pluspunkt. Die technische Bandbreite von RFID reicht von passiven Labels für die Identifikation von Waren bis hin zu Minicomputern in Streichholzsachtelgröße, die aktiv miteinander kommunizieren. Besonders diese Eigenschaft empfiehlt solche aktiven Transponder für Anwendungsbereiche mit hohen Anforderungen an eine permanente Identifikationsfähigkeit. Als Nebeneffekt lässt sich hiermit auch eine Verbesserung des Schutzes vor Produktpiraterie erreichen.²⁴

Maschinen und Anlagen

Bei Maschinen und Anlagen findet IT insbesondere in den Steuerungsbereich Eingang durch verteilte Steuersysteme (DCS) und speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS). Diese Steuerungen führen logische Operationen wie das sequenzielle Anfahren und Stoppen von Motoren, die Regelung von Verfahren zum Mischen von Batchprodukten und ganz allgemein die Verarbeitung von auf Maschinenebene generierten Signalen aus.

Kürzere Produktlebenszyklen und die Globalisierung erfordern jedoch eine fortschreitende Flexibilisierung der Produktion hinsichtlich Automatisierungsgrad, Umrüstbarkeit, Anpassbarkeit, Erweiterbarkeit und Verlagerbarkeit – bei gleichzeitig sinkenden Kosten und problem-

²² Vgl. Wildemann, 2005.

²³ Vgl. Bullinger, 2006.

²⁴ Vgl. Wildemann et al., 2007.

loser Wartung. Darüber hinaus erfordern sie eine Reduktion von diskontinuierlichen Entwicklungen.²⁵ Diskontinuierliche Entwicklungen liegen genau dann vor, wenn mit der Einführung einer neuen Produktionsanlage bzw. -abfolge die zugehörigen Unternehmensorganisationen, Prozesse und IT-Systeme nicht gleichzeitig mit Auftreten der auslösenden Strukturveränderung angepasst werden können. Anders gesagt: Häufig sind die IT-Systeme der Engpass, können nicht ausreichend schnell angepasst werden und sind daher der Grund für diskontinuierliche Entwicklungen und erhebliche Zeitverzögerungen. IT-Tools zur Produktionsstrukturierung unterstützen die Planung und Formulierung von Produktionsaufgaben. Typische Einsatzfelder sind beispielsweise die Produkt- und Teilfamilienbildung, Zuordnung von Produkt- und Teilefamilien zu Betriebsmittelgruppen sowie die Bildung von Produktbereichen.

Mit einer stärkeren Modularisierung kann die geforderte Flexibilisierung sukzessive erreicht werden. Hierzu ist eine Modularisierung der Maschinen- und Anlagen selbst, z. B. durch modulare Ein- und Ausgänge mit integrierten austauschbaren Anschlüssen, erforderlich. Gleichzeitig ist aber auch eine Modularisierung der Systemsoftware erforderlich. Flexibilisierung in der Produktion, d. h. Montage und Demontage wird hier durch einen höheren Standardisierungsgrad der genutzten Software, durch objektorientiert aufgebaute Software mit wieder verwendbaren Softwarebausteinen sowie durch standardisierte IT-Einführungsprozesse stark unterstützt. Im Bereich der Wartung wurden ebenfalls Fortschritte erzielt. Moderne Telekommunikationstechnologien ermöglichen es, Maschinen und Anlagen über beliebige Distanzen hinweg vom Hersteller zu warten. Von diesen Innovationen profitieren KMU besonders, da Märkte erschlossen werden können, in die sich der Markteintritt auf Grund des teuren Aufbaus eines Service- und Wartungsnetzwerkes nicht lohnte.

IT-Tools zur Bereichs- und Arbeitsplatzgestaltung unterstützen die detaillierte Ausgestaltung der Produktion. Typische Anwendungsfelder sind dabei die Gestaltung gesamter Bereichslayouts, des Materialflusses, der Fördertechnik sowie der Austaktung. Die Detailplanung einzelner Arbeitsplätze, die Anordnung von Montageplätzen und Maschinen sowie deren Untersuchung auf Ergonomie sind weitere Aufgaben derartiger IT-Tools.²⁶ Ein Kernelement stellt dabei das sog. Digital Mock-Up (DMU) dar, welches ein digitales Versuchsmodell, das die Produktstruktur (Baugruppen, Einzelteile) und deren lagerichtige Geometrie eines Produktes repräsentiert, bezeichnet. Hierdurch kann eine Vielzahl von Untersuchungen wie Ein- und Ausbauuntersuchungen, Kollisionsprüfungen sowie Baubarkeitsprüfungen ausgeführt werden. Die Funktionalität von Softwarelösungen zur Anlagensimulation umfasst den Daten-Transfer mit CAD-/CAM-System, 3D-Visualisierungen, statische und dynamische Kollisionserkennung sowie die Bereitstellung von Roboter- und Werkstückbibliotheken. Die Simulationsmodelle können somit direkt als Basis für die automatische Programmierung von Robotern eingesetzt werden.²⁷

Mitarbeiter und Organisation

Im Bereich Mitarbeiter und Organisation sind die stärksten IT-getriebenen Innovationen auf den Gebieten Kommunikation, Sicherheit und Open Source Software vorzufinden. Die Innovatio-

²⁵ Vgl. Wildemann, 1987.

²⁶ Vgl. Westkämper, 2006.

²⁷ Vgl. Bullinger, 2002.

nen im Bereich der Mobilfunk- und Breitbandtechnologien führen zu erheblichen Produkt- und Prozessinnovationen in den Anwendungen und der Datenkommunikation. Wireless Local Area Networks (WLAN) unterstützen im lokalen Umkreis bis zu 500 m das mobile Arbeiten von Mitarbeitern. Sobald die mobilen Lösungen in die bestehenden IT-Unternehmensstrukturen integriert sind, können die Kundenbetreuung, Vertrieb, Auftragsplanung und Rechnungsstellung unter Zugriff von zentralen Datenbanken über mobile Endgeräte standortunabhängig erfolgen.

Mit zunehmender Konvergenz und Integration der IT-Technologien sowie unternehmensübergreifender Produktionsvernetzung sind neben organisatorischen Sicherheitskonzepten auch höhere Anforderungen im Bereich der IT-Sicherheit zu bewältigen.²⁸ Dabei bestimmen primär die alltäglichen Arbeitsabläufe, ein sicherer Datenverkehr sowie die Authentifizierung der Geschäftspartner das Sicherheitsniveau des Systems. Vertraulichkeit und Integrität der Information bei der Datenübermittlung sind zentrale Geschäftsgrundlage.

Im Bereich Identifizierung und Authentifizierung von Kunden, Mitarbeitern oder Geschäftspartnern entwickelt sich die Biometrie stetig voran und steht kurz vor dem Durchbruch in den Massenmarkt. Biometrische Verfahren werden in Unternehmen (Geldwesen, Pharma, Medizin und Chemie) bereits großflächig bei Zugangskontrollen zu stark sicherheitssensitiven Produktionsbereichen eingesetzt.

Im Bereich der Software zeigt sich ein Trend zu Open Source Software. Open Source Software folgt bei der Entwicklung einem dezentralen Ansatz ähnlich dem Grid Computing und ist kostengünstiger als kommerzielle Software. Open Source Software ist lizenzgebührenfrei – Kosten entstehen für Dokumentation, Supportleistungen oder Individualisierungen. Schwerpunkte des Einsatzes sind die Bereiche Serverbetrieb, aber auch Desktop-Anwendungen und Desktop-Betriebssysteme. Open Source Software ist auf Grund der niedrigeren Kosten mittlerweile in vielen Unternehmen integriert – Tendenz ansteigend.²⁹ Sektoren mit starker Verbreitung sind die Industrie, der Handel, die Telekommunikation sowie der öffentliche Sektor.

Auch im Bereich der Personalplanung rückt bedingt durch immer flexiblere Personalkonzepte die Simulation immer mehr in den Vordergrund. Durch eine simulationsgestützte Bewertung unterschiedlicher Konzepte können Qualifikations- und Ressourcenengpässe analysiert und wirtschaftlich optimale Lösungen gefunden werden. Auswirkungen und Potenziale aus der Flexibilisierung von Arbeitszeiten werden durch die Abbildung in einem Simulationsmodell transparent und bewertbar.³⁰

Planung und Steuerung

IT-Systeme sind nicht nur im operativen Geschäft unverzichtbar, bereits in der Planungsphase von komplexen Logistiknetzen benötigt man Instrumente, die Anhaltspunkte über die künftig zu erwartende Kostensituation geben. Die Notwendigkeit einer integrierten Sicht auf das Unternehmen hat in den letzten Jahren das Thema Supply Chain Management (SCM) entstehen lassen.³¹ Wesentliches Ziel ist die Reduktion von Pufferbeständen im Produktionsprozess. Die

²⁸ Vgl. Söllner, 2006.

²⁹ Vgl. Mauch/Wildemann, 2006a.

³⁰ Vgl. Brumberg/Hüttemann, 2002.

³¹ Vgl. Christopher, 2007.

derzeitig noch vergleichsweise einfach strukturierten SCM-Systeme konzentrieren sich auf die Aggregation von Daten aus den ERP-Systemen. Sie bleiben damit deutlich hinter den Erwartungen der letzten Jahre zurück und sind noch weit entfernt von integrierten Systemen, die eine ganzheitliche Sicht auf die Wertschöpfungskette ermöglichen sollen.³² Es bleibt zu zeigen, inwiefern überhaupt komplexe Produktionssysteme zentral geplant werden können und die dafür erforderlichen Planungsinformationen seitens der Lieferanten zur Verfügung gestellt werden können. Weitaus realistischer erscheinen in diesem Zusammenhang die neuerdings diskutierten Supply Net Simulation (SNS) Systems, die mit Hilfe von Szenariotechnik versuchen, die Gesamtprozesse der Supply Chain auf Basis von Vergangenheitsdaten zu simulieren.³³

In der Produktion zeigt sich ein Trend über die Unternehmensgrenzen hinweg zu virtuellen Fabriken und Wachstumsstrategien über Kooperationsnetzwerke (Leveraged Growth).³⁴ In der Informationswirtschaft wird dieser Trend als Cooperative Commerce bezeichnet.³⁵ Dabei werden verstärkt ganze Teile der Produktion ausgelagert. Die Potenziale dieser neuen Produktionsformen werden hoch beziffert, sind aber nur dann zu realisieren, wenn die Integration und der Austausch von Kooperationspartnern in der Produktion sowie der Datenaustausch zwischen den Kooperationspartnern vergleichsweise einfach funktioniert – also die entsprechenden Transaktionskosten gering sind.

Die virtuelle Fabrik bedient sich im Bereich der Produktentstehung etablierter Methoden und Systeme wie dem Computer Aided Design (CAD) und dem Produktdatenmanagement (PDM). Verfahren zur Prozessmodellierung- und -simulation, zur Fabriksimulation und zur Maschinen-, Anlagen- und Steuerungssimulation ermöglichen in Kombination mit Virtual Reality (VR) die Erzeugung einer virtuellen dreidimensionalen Realität, in der sich der Mensch intuitiv bewegen kann. Mittels „Force-Feedback-Systemen“ kann diese virtuelle Realität um haptische oder kinästhetische menschliche Empfindungen erweitert werden, so dass der Mensch beispielsweise Widerstände von Werkstücken fühlen kann. Das Konzept der virtuellen Fabrik ist besonders für Branchen geeignet, die ein hohes Maß an Flexibilität benötigen.³⁶ Neben der Automobilindustrie, die bei der Umsetzung der virtuellen Fabrik eine Vorreiterrolle innehat, wird dem Konzept in der Luft- und Raumfahrt, der Elektrotechnik und dem Maschinen- und Anlagenbau eine große Bedeutung beigemessen.³⁷

Eine durchgängige und integrierte Virtualisierung der kompletten Produkt- und Prozessentstehung wird nach Einschätzung von Experten in fünf bis 15 Jahren Realität sein. Alle deutschen Automobilhersteller messen der digitalen Fabrik eine zentrale Bedeutung zu und betreiben auch die konkrete Umsetzung. Die Umsetzung der digitalen Fabrik ist dabei weniger ein IT-Thema als vielmehr ein Prozessthema. Bevor spezifische Software-Tools implementiert und integriert werden, müssen bestehende Methoden und Prozesse optimiert und standardisiert werden, Organisationsstrukturen angepasst und bestehende Datenbestände integriert werden.

³² Vgl. Wildemann, 2003.

³³ Vgl. Baumgärtl, 2004.

³⁴ Vgl. Hagel, 2003.

³⁵ Vgl. Kremer, 2004.

³⁶ Vgl. Reinhart, 2000.

³⁷ Vgl. Fricke/Müller/Butscher, 2004.

Qualitätssicherung

Im Kern ist Qualitätssicherung in der Produktion kein sehr IT-bezogenes Thema. Unter Qualitätssicherung wird die Sicherung eines definierten technischen Ergebnisses durch Überwachung des Produktionsprozesses bezeichnet. Die Qualitätssicherung erfolgt im Wesentlichen durch organisatorische Prozesse – wie beispielsweise die Normierung der Qualität sowie durch die Auditierung und Zertifizierung des Produktionsprozesses. Der Qualitätserreichungsgrad wird durch Messverfahren festgestellt und diese erfolgen häufig unter Zuhilfenahme von IT-Systemen. Der erforderliche Technologiegrad dieser Systeme ist jedoch niedrig. Die Innovationen in diesem Bereich waren in den letzten Jahren übersichtlich.³⁸

Mit dem zunehmenden Einsatz von IT in der Produktion, der stetig steigenden Integration der Informations- und Produktionssysteme sowie der unternehmensübergreifenden Vernetzung gewinnt IT im Kontext der Qualitätssicherung eine neue Bedeutung.

Die zunehmende Integration der IT in der Produktion erfordert eine verbesserte Qualitätssicherung der IT selbst und der IT-Prozesse, insbesondere im Bereich der Dokumentation.

Die zunehmende Integration der Informations- und Produktionssysteme führt zu einer höheren Systemanfälligkeit, schwierigeren Schwachstellenidentifikation und damit erhöhten Qualitätssicherungsanforderungen. Der Begriff „Totally Integrated Automation“ beschreibt hierbei ein hierarchisch aufgebautes Prozessleitsystem, das von der Leitebene bis hinunter zur Feldebene gegliedert ist.

Die unternehmensübergreifende Vernetzung der Produktion erfordert zunächst eine organisatorische Qualitätssicherung durch Service Level Agreements (SLA) sowie Überprüfung durch informationstechnologisch gestützte Systeme und Verfahren. SLA bezeichnet eine Vereinbarung zwischen Auftraggeber und Dienstleister, die wiederkehrende Dienstleistungen für den Auftraggeber in den Kontrollmöglichkeiten transparenter gestaltet, indem zugesicherte Leistungseigenschaften wie etwa Reaktionszeit, Umfang und Schnelligkeit der Bearbeitung genau beschrieben werden. Wichtiger Bestandteil ist hierbei die Dienstgüte, der sog. Servicelevel.³⁹

Die aufgezeigten Beispiele zeigen, dass erheblicher Innovationsbedarf im Bereich IT und Qualitätssicherung besteht. Die erforderlichen Verbesserungen sind aber vor allem im Bereich der Organisation und dadurch weniger im Bereich der Technologie zu suchen.⁴⁰

5 Potenziale des IT-Einsatzes in der Produktion

Die Einführung der IT in der Produktion birgt eine Vielzahl unterschiedlicher Potenziale. Sie hat zu neuen Produktionsprozessen und -verfahren, zur Reorganisation von Wertschöpfungsschritten und zu neuen Formen der Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten geführt. Insgesamt hat sich die Effizienz der Produktion erheblich erhöht. Durch IT-gestützte Innovationen kann:

- das Innovationspotenzial durch Simulationstechniken in der Entwicklung erhöht werden und Produktentwicklungszeiten reduziert werden,

³⁸ Vgl. Kamiske/Brauer, 2005.

³⁹ Vgl. Mauch/Wildemann, 2006a.

⁴⁰ Vgl. Wildemann, 2006.

- die Inbetriebnahme von neuen Produktionssystemen beschleunigt werden,
- die Installations- und Deinstallationszeit von Produktionsanlagen- und -komponenten reduziert werden,
- die Auftragsdurchlaufzeit reduziert werden,
- die Ausfallzeit von Produktionsanlagen reduziert und die Wiederinbetriebnahme beschleunigt werden,
- die Integration von Lieferanten wettbewerbsintensiver in die Sourcing-Prozesse erfolgen,
- die Integration von Kunden in die Vertriebsprozesse kundenfreundlicher erfolgen und
- die Integration von Kunden und Lieferanten in den Produktentstehungsprozess einfacher erfolgen.

In welchem Umfang ein Unternehmen die aufgezeigten Potenziale der IT realisieren kann, wird dabei wesentlich durch seine Management- und Innovationsfähigkeiten bei Produkten, Geschäftsmodellen und Technologien bestimmt.

6 Entwicklungen und Fazit

In den kommenden Jahren erfolgt bei der nahtlosen, durchgängigen, mobilen Kommunikation mittels der Mobilfunktechnologie Worldwide Interoperability for Microwave Access (WIMAX) ein Quantensprung. Mit einem Zelldurchschnitt von 50 km bei Übertragungsraten von 70 Mbit/s löst WIMAX zwei Probleme: Zum einen müssen auf Grund der geringen Reichweite der Zelle bei WLAN die Daten derzeit noch häufig in die terrestrischen DSL-Netze übergeben werden – dabei entstehen viele Schnittstellenprobleme. Zum anderen sind die DSL-Netze gerade in ländlichen Regionen nicht flächendeckend ausgebaut. Zusammengefasst bringt WIMAX flächendeckend hohe Übertragungsraten mit niedrigerer Fehleranfälligkeit. WIMAX bildet damit die Voraussetzung zur Erschließung von kostengünstigen Produktionsstandorten in Nicht-Ballungsräumen bzw. ermöglicht gerade für KMU in ländlichen Gebieten eine effiziente Produktion mit State-of-the-Art-Technologien. Fernwartung und -steuerung, die lückenlose Überwachung von Maschinen bis hin zur Idee der vernetzten Fabrik werden einfach realisierbar. Standorte und Maschinenparks gewinnen an Flexibilität.

Fingerzeig statt Fernbedienung wird die Form der Mensch-Maschine-Interaktion der Zukunft sein. Experten rechnen mit ersten Einsatzformen in fünf bis zehn Jahren. Bei dieser intuitiven Form der Kommunikation wird angestrebt, dass zukünftig Maschinen und Anlagen mittels Gestik, Mimik und Sprachsteuerung bedient werden können. Sie überwinden damit das Problem der immer schwieriger werdenden Bedienbarkeit von technischen Neuerungen und damit ständig vorhandenen Lernanforderung an den Bediener in seinen unterschiedlichen Rollen.⁴¹ Und umgekehrt sollen Roboter nicht mehr isoliert in Produktionshallen „vor sich hinarbeiten“, sondern mittels integrierter Gestik und Sprachsteuerung den Menschen bei seiner Arbeit unterstützen. Einsatzbereiche von intuitiven Kommunikationsformen werden sich künftig von Service-Robotern bis hin zu intelligenten Produktionsanlagen erstrecken.⁴²

Bei der digitalen Fabrik erfolgt eine komplette virtuelle Planung von Produkt und Produktionsprozess am PC. Entwicklungszeiten und Fehler in der Produktion durch falsche Konzep-

⁴¹ Vgl. Bullinger, 2007.

⁴² Vgl. Fricke/Müller/Butscher, 2004.

tion lassen sich durch die simulierte Produktion im Rahmen der digitalen Fabrik signifikant reduzieren. Experten gehen davon aus, dass die vollständige Umsetzung der digitalen Fabrik in 5 bis 15 Jahren Realität sein wird.⁴³

Bei der optimalen Prozesskopplung werden bisher nacheinander geschaltete Prozessschritte mittels IT integriert und führen in der Vision zu einem „Fließprozess“ ohne Liegezeiten. Dabei werden bisher sequenziell auf mehreren Maschinen ablaufende Einzelprozesse parallelisiert oder hinsichtlich ihrer Interaktion optimiert. So kann beispielsweise die in einem Arbeitsschritt erzeugte Wärme für den nächsten Schritt indirekt genutzt werden. Darüber hinaus werden komplexe physikalische Prozesse, die bisher nicht wirtschaftlich in die Produktion eingebunden werden konnten (wie z.B. Plasma- oder Wärmebehandlung) in den Produktionsprozess integriert.⁴⁴ Die Potenziale der optimalen Prozesskopplung liegen in reduzierten Durchlaufzeiten und Herstellungskosten. Der Realisierungszeitraum ist mit einem Zeithorizont von 15 bis 20 Jahren einzuschätzen. Diese Entwicklung wird durch die Vernetzung autonomer, intelligenter Agentensysteme fortgesetzt, die im Sinne des Holonic Manufacturing eigenständig miteinander kommunizieren. Holonische Strukturen beinhalten insbesondere Aspekte wie Dezentralität und Kooperation. Sie sollen im Ergebnis ein ausgeglichenes Verhältnis von Stabilität einerseits und Flexibilität andererseits gewährleisten. Diese neue Technologie ist ein viel versprechender Ansatz zur Umsetzung des Strukturierungsparadigmas „Holononic Manufacturing“.⁴⁵

Um gute IT-bezogene Effizienz- und Effektivitätsratios zu erzielen, müssen die IT-Investitionen auf Basis einer umfassenden Kosten-Nutzen-Analyse und zum richtigen Zeitpunkt getätigt werden. Die Einführung neuer IT-Systeme gilt als eine der teuersten, komplexesten und zeitintensivsten Aufgaben, die eine Unternehmung verfolgen kann. Die hohen Investitionsvolumina und hohe Unsicherheiten führen zur erhöhten Bedeutung der Wirtschaftlichkeitsanalysen für IT-Investitionen. Sowohl in der Praxis als auch in der Wissenschaft werden die Wirtschaftlichkeitsanalysen als eines der wichtigsten ungelösten Probleme im Bereich des Informationsmanagements angesehen. Bei der Anwendung der in der Praxis existierenden Wirtschaftlichkeitsanalyseverfahren auf IT-Investitionsprojekte sehen sich die Unternehmen mit dem Defizit an erprobten methodischen Vorgehensweisen und gravierenden Quantifizierungsproblemen vor allem des Nutzens solcher Projekte konfrontiert.

Darüber hinaus ist Stetigkeit im Handeln erforderlich, was auch bedeutet, IT-Investitionen nicht unnötig herauszuzögern oder gänzlich zu unterlassen. Viele Ineffizienzen hätten vermieden werden können, wenn die Unternehmen, die Ende des letzten Jahrhunderts weitgehend unreflektiert in IT investiert und darauf folgend sich in den letzten drei Jahren „tot gespart“ haben, dieser Frage frühzeitig gestellt hätten.⁴⁶

Im Bereich F&E konnten signifikante Fortschritte bei der Zusammensetzung und Zusammenarbeit von Entwicklungsteams sowie bei der virtuellen Prototypensimulation erzielt werden. Entwicklungsteams arbeiten heutzutage international vernetzt und unternehmensübergreifend zusammen. Der Einsatz einzelner Methoden der digitalen Fabrik nimmt zu und hilft, Produkt-

⁴³ vgl. Dowidat, 2002

⁴⁴ vgl. bmb+f, 2004

⁴⁵ vgl. Krallmann/Albayrak, 2002

⁴⁶ vgl. Pritsch/Gushurst, 2006

anläufe virtuell vor auszuplanen, zu simulieren und mögliche Schwierigkeiten oder Fehlerquellen frühzeitig zu identifizieren und zu vermeiden. Mit ähnlichen Werkzeugen lassen sich spätere Produktionsabläufe entwickeln und simulieren. Damit ist eine direkte Rückkopplung in die Entwicklung möglich und die produktionsgerechte Produktgestaltung wird zum Muss.

Literatur

- Baumgärtl, H. (2004): Gestaltung effizienter Supply Net Prozesse unter Einbeziehung menschlichen Entscheidungsverhaltens und komplexer IT-Systeme. Vortrag anlässlich des 2. Wissenschaftssymposiums Logistik. Bundesvereinigung Logistik, Berlin.
- Bellmann, K./Himpel, F. (2006a): Operations Management – das industrielle strategisch-taktische und operative Produktionsmanagement, Wiesbaden.
- Bellmann, K. (2003): Grundlagen der Produktionswirtschaft, 3. Aufl., Edingen.
- Bellmann, K./Himpel, F. (2006): Fallstudien zum Produktionsmanagement, Wiesbaden.
- bmb+f, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2004): Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“, Berlin.
- Brumberg, C./Hüttemann, A. (2002): Flexible Personalstrukturen – Variable Arbeits- und Organisationsstrukturen im e-Business, München.
- Bullinger, H.-J. (Hrsg.) (2007): Technologieführer – Grundlagen, Anwendungen, Trends, Berlin.
- Bullinger, H.-J. (Hrsg.) (2006): Internet der Dinge – Selbststeuernde Objekte und selbstorganisierende Systeme, Berlin.
- Bullinger, H.-J. (2002): Technologiemanagement – Forschen und Arbeiten in einer vernetzten Welt, Berlin (u. a.).
- Carr, N. G. (2003): It doesn't matter. In: Harvard Business Review, 2003, Vol. 81, T. 5, S. 41–59.
- Christopher, M. (2007): Supply Chain Management – creating value-adding networks, 3. Aufl., Harlow/Munich (u. a.).
- Heng, S. (2004): Deutsche Bank Research: Wegweisende Innovationen der Informations- und Kommunikationstechnologien, veröffentlicht am 19.10.2004; http://www.dbresearch.com/PROD/DBR_INTERNET_EN-PROD/PROD000000000180580.pdf.
- Dowidat, A. (2002): Delmia und Opel verwirklichen die Digitale Fabrik. In: wt Werkstatttechnik online, 92. Jahrgang, Heft 4. S. 171 ff.
- Eito (2004): European Information Technology Observatory.
- Feldhusen, J./Gebhardt, B. (2007): Product Lifecycle Management für die Praxis, Berlin.
- Fricke, F./Müller, B./Butscher, R. (2004): 12 Leitinnovationen, die Deutschland voranbringen. In: Bild der Wissenschaft – Sonderdruck, Ausgabe 1.
- Gutenberg, E. (1994): Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Berlin.
- Hagel, J. (2003): Die Zukunft des Wachstums. In: Harvard Business Manager, 06/2003, S. 23–35.
- Heinen, E. (1991): Industriebetriebslehre – Entscheidungen im Industriebetrieb, Wiesbaden.
- Kamiske, G. F./Brauer, J.-P. (2005): Qualitätsmanagement von A–Z, 5. Aufl., München.
- Kelly, K. (1998): New Rules for the New Economy, 10 Radical Strategies for a Connected World, Middlesex, England.
- Krallmann, H./Albayrak, S. (2002): Holonic Manufacturing – Agentenorientierte Techniken zur Umsetzung von holonischen Strukturen, TCW-report Nr. 29, München.
- Krcmar, H. (2004): Informationsmanagement, Berlin.

- Mauch, C./Wildemann, H. (Hrsg.) (2006): Handbuch IT-Management, München.
- Mauch, C./Wildemann, H. (2006a): Thema: Wettbewerbsfaktor IT. Wettbewerbsfaktor IT – Wege zur erfolgreichen IT-Gestaltung. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung, München.
- Mieze, T. (2004) Beyond Carr – und sie bewegt sich doch. In: Fröschle, H.: Wettbewerbsvorteile durch IT, HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik Nr. 239, Heidelberg.
- Picot, A., u. a. (1996): Die grenzenlose Unternehmung – Information, Organisation und Management, Wiesbaden.
- Pritsch, E./Gushurst, K.-P. (2006): Effizienzsteigerung in der IT – Hebel zur Kostensenkung und Leistungssteigerung. In: Mauch, C./Wildemann, H. (Hrsg.): Handbuch IT-Management, München, S. 105–128.
- Reinhart, G. (2000): Virtuelle Fabrik – Wandlungsfähigkeit durch dynamische Unternehmenskooperation, München.
- Scheer, A.-W./Cocchi, A. (2006): Prozessorientiertes Product-Lifecycle-Management, Berlin (u. a.).
- Söllner, M. (2006): Informationssicherheit. In: Mauch, C./Wildemann, H.: Handbuch IT-Management, München, S. 337–380.
- Thome, G. (2007): Grundlagen und Modelle des Information Lifecycle Management, Berlin (u. a.).
- Westkämper, E./Decker, M. (2006): Einführung in die Organisation der Produktion, Berlin (u. a.).
- Wildemann, H. et al. (2007): Plagiatschutz. Handlungsspielräume der produzierenden Industrie gegen Produktpiraterie, München.
- Wildemann, H. (2007): Informationstechnologie – IT als Enabler in Produktion und Logistik, TCW-report Nr. 61, München.
- Wildemann, H. (2005): Logistik – Prozessmanagement, München.
- Wildemann, H. (2003b): Entwicklungszeitreduzierung. Beschleunigte Entwicklungsprozesse in der Elektronikindustrie, München.
- Wildemann, H. (2003a): Betreibermodelle und Pay-on-Production: Strategien, Bedeutung, Chancen und Risiken. In: ders. (Hrsg.): Moderne Produktionskonzepte für Güter- und Dienstleistungsproduktionen, München, S. 133–159.
- Wildemann, H. (2003): Supply Chain Management – Optimierung der Wertschöpfungskette, TCW-report Nr. 39, München.
- Wildemann, H. (2001): Online-Auktionen – Neue Wege zur Erschließung von Einsparpotenzialen im Einkauf, TCW-report Nr. 36, München.
- Wildemann, H. (2000): Wertsteigerung durch E-Technologien, TCW-Report, München.
- Wildemann, H. (1987): Produktionstechnologien als Wettbewerbsfaktor. In: Technologie, Wachstum und Beschäftigung, hrsg. v. R. Henn, Berlin 1987, S. 707–722.
- Wildemann, H. (1986): Strategische Investitionsplanung für CAD, CAM, Stuttgart 1986; Wildemann, H. (1990): Einführungsstrategien für die computerintegrierte Produktion, München 1990).
- Weitere Literatur unter www.tcw.de.



Aus systemorientierter Sicht zeigt sich, dass die sozio-techno-ökonomischen Herausforderungen zu Beginn des 21. Jahrhunderts einen Wirkungseindruck auf ökonomische Akteure induzieren, der erheblich von Dynamik, Vielschichtigkeit und Komplexität geprägt ist. Produktionsmanagement, einführend verstanden als integratives Gestaltungshandeln zur geeigneten Kombination von Ressourcen zu ihrer systematischen, technologiebasierten Transformation in innovative, marktgängige Produkte und Dienstleistungen, steht im Spannungsfeld eines breiten Spektrums von Artefakten und Kontextfaktoren. Renommierte Autoren aus Wissenschaft und Praxis formulieren einen umfassenden Bezugsrahmen zum strategischen Spektrum des Produktionsmanagements in seinen zentralen Konzeptualisierungs- und Gestaltungsfacetten.

Besonders herausgearbeitet werden die vielschichtigen Ursache-Wirkungs-Beziehungen, die aus ganz unterschiedlichen Richtungen auf das moderne Produktionsmanagement einwirken. Dabei werden sowohl Aufbau und Nutzung von (Erfolgs-)Potentialen, Systematisierung und Konzeptualisierung von Innovationen und technologischen Zugängen zur Produktion sowie Kooperations- und Koordinationsaspekte der Wertschöpfung umfassend abgebildet. Sämtliche Beiträge stehen dabei in einem integrativen Gesamtzusammenhang, der auf die Vernetztheit der Herausforderungen an ein modernes Produktionsmanagement fokussiert.

Wissenschaftler und Studierende an Universitäten und (Fach-)Hochschulen sowie Führungskräfte im Bereich des Produktionsmanagements, des Operations Management und des Logistikmanagements erhalten wertvolle Anregungen.

ISBN 978-3-8350-0894-6

