

# IP-basierte Geschäftsprozesse in Industrieunternehmen

- Blecker / Haber -

## Zusammenfassung

Die Orientierung an Geschäftsprozessen soll die Nachteile funktionaler Organisationsstrukturen überwinden und für die Unternehmen zu Wettbewerbsvorteilen führen. Diese Geschäftsprozesse als objektorientierte Abfolge von Teilaufgaben zur vollständigen Bearbeitung funktionsübergreifender Aufgabenstellungen werden heute aufgrund der Verfügbarkeit neuer Technologien und Medien zunehmend elektronisch umgesetzt. Aufgrund der hohen Penetration und der hohen Interoperabilität sind IP-basierte Strukturen hierzu prädestiniert. Bei den bestehenden Konzepten der Nutzung von Internet-Technologien in industriellen Geschäftsprozessen handelt es aber meistens um funktionalorientierte Insellösungen. In diesem Beitrag werden deshalb Konzepte für durchgängige IP-basierte Geschäftsprozesse diskutiert.

Obwohl in vielen Unternehmen bereits heute Geschäftsprozesse mit Hilfe neuer Medien unterstützt bzw. durchgeführt werden, können derzeit noch kaum Systeme *durchgängiger* IP-basierter Geschäftsprozesse beobachtet werden. Die Entwicklung neuer plattformübergreifender bzw. plattformunabhängiger Technologien bzw. Middleware (z.B. diverse JAVA-Technologien, XML/XSL, CORBA, ActiveX/DCOM...) führt jedoch in Verbindung mit leistungsfähigen Datenbankmanagementsystemen (DBMS) in verstärktem Maße zu standardisierten Interfaces und Gateways, die eine hochgradige Vernetzung einzelner Unternehmensbereiche, eine Integration der Prozesse innerhalb der Unternehmensbereiche, bessere Interaktionen mit dem Kunden sowie effizientere Interaktionen mit anderen Unternehmen ermöglichen.

## 1 Einleitung

Bei der Internet-Nutzung sind zur Zeit zwei „Mega-Trends“ zu erkennen: 1. Mobilität der Internetnutzung, z.B. mit Hilfe des Universal Mobile Telecommunications System (UMTS), und 2. Durchdringung (industrieller) Geschäftsprozesse. Besonders bemerkenswert ist u.E. der zweite Mega-Trend: In vielen Unternehmen werden heute Geschäftsprozesse mit Hilfe elektronischer Medien unterstützt oder sogar gezielt auf diesen aufgebaut.

Auf der einen Seite ist daher davon auszugehen, dass zukünftig große Teile der industriellen Produktion vom Internet durchdrungen werden. So sind beispielsweise schon heute alle wichtigen Enterprise Resource Planning (ERP)-Systeme, z.B. von Baan, Brain, I2, J.D. Edwards, Lipro und SAP, mit Internet-Schnittstellen ausgerüstet. Neu ist allerdings, dass das zukünftig verstärkt mit einer innerbetrieblichen Nutzung von Internet-Technologien zur Planung, Steuerung und Durchführung der verschiedenen Geschäftsprozesse zu rechnen ist. Dementsprechend werden Internet-Technologien von vielen Unternehmen als ein sehr wichtiges Medium für die Umsetzung elektronischer Geschäftsprozesse betrachtet [Wild00a], [ReSt00]. So gaben bereits gegen Ende der 90'er Jahre in der von Booz•Allen & Hamilton durchgeführten Studie „Competing in the Digital Age. How the Internet will transform business“ 61% der weltweit 525 befragten CEO an, dass mit Hilfe des Internets die gesetzten Ziele besser zu erreichen seien [BoAH99].

Auf der anderen Seite ist jedoch auch ein erhebliches Defizit bei der Nutzung des Internet festzustellen. Der Einsatz des Internet erfolgt bislang vorwiegend in den Bereichen Business-to-Business (B2B) und Business-to-Consumer (B2C), z.B. in Form von Insellösungen für das Bestellwesen (e-Procurement), die Beschaffung und den Einkauf (elektronische Märkte), das Marketing, sowie teilweise für verteilte CAD-Systeme und die Telekooperation. Ein innerbetrieblicher Einsatz findet trotz der angeblich großen Potenziale kaum statt. Dieses Defizit ist aber nicht auf die unternehmerische Praxis beschränkt, sondern zeigt sich auch in der Forschung. So sind zwar bei Recherchen in internationalen Literaturdatenbanken mehrere tausend Nachweise für einen kommerziellen Einsatz des Internet zu ermitteln. Aber auch hier werden bei ingenieurwissenschaftlichen Quellen 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 [Pill00]. Es sind vor allem Beiträge zu CAX-Systemen, Systemen der Produktionsplanung und -steuerung und zur rechnerintegrierten Produktion zu finden. Lediglich einzelne, zum Teil unausgereifte und oberflächliche Ansätze, wie agile Unternehmen, cybercorp, Extended Enterprise, Networked Enterprise und Virtual Enterprise beschreiben aus betriebswirtschaftlicher Sicht Konzepte für ein angeblich erfolgreiches Wirtschaften im Informationszeitalter [MuZG98] und/oder instrumentalisieren einen — oftmals ausschließlich zwischenbetrieblichen — Einsatz des Internet zum Erreichen der gesetzten Ziele [ZPS+99]. Zudem vernachlässigen viele Arbeiten, die sich explizit mit den Folgen neuer Informations- und Kommunikationstechnologien auseinandersetzen, innerbetriebliche Aspekte wie die Produktion [JaSc98].

Es fehlt somit ein Ansatz, für eine durchgängige Nutzung des Internet und die Realisierung umfassender elektronischer Geschäftsprozesse auf Basis der Internet-Technologien.

## 2 Ansätze IP-basierter Geschäftsprozesse

Die bislang vorherrschenden Konzepte für einen kommerziellen Einsatz des Internet lassen sich nach dem dominierenden Einsatzbereich in zwei große Gruppen einteilen: unternehmensexterne Konzepte und unternehmensinterne Konzepte.

### 2.1 Externe Konzepte: The e-Hype

Der wichtigste Einsatzbereich des Internet war bislang die Unterstützung synchroner und asynchroner, organisationsübergreifender Informations- und Kommunikationsprozesse, z.B. mit Hilfe von E-Mail, Newsgroups, Videoconferencing, Bulletin Board Systemen. Für die Übermittlung umfangreicher Daten wurde häufig der Basisdienst des File Transfer Protocol (FTP) genutzt. In den letzten Jahren verlagerte sich der Datenverkehr jedoch zunehmend zum WWW (World Wide Web). Aufgrund der relativ einfachen Handhabung des WWW ist die Penetration der Internet-Technologien sehr stark gestiegen. Das Internet wurde damit für eine kommerzielle Nutzung so interessant, dass heute schon aus Marketingaspekten heraus fast alle Prozesse das Präfix „e-“ erhalten und grundsätzlich alle Unternehmen E-Commerce oder E-Business betreiben (e-Hype). Dabei sind die Bereiche Business-to-Consumer (B2C) und Business-to-Business (B2B) zu unterscheiden.

Im B2C-Einsatz wird das Internet vorwiegend für das Marketing, als zusätzlicher Absatzkanal und die Information von Kunden eingesetzt. Fast jedes Unternehmen verfügt über mehr oder minder ausgereifte Websites, auf denen sich das Unternehmen selbst darstellt und Informatio-

nen über sich und die Produkte bereitstellt. Für einen breiten kommerziellen Einsatz interessant werden die Internet-Auftritte jedoch erst, wenn sowohl die Inhalte als auch die Produkte individualisiert werden und eine Interaktion mit den Kunden erfolgt. Für die Informationsverarbeitung im Rahmen der dann erforderlichen kundenindividuellen Massenkommunikation ist z.B. das *On-Line Analytical Processing (OLAP)* zu nutzen, das dynamische, multidimensionale Analysen in den konsolidierten Datenbeständen ermöglicht. Den Kunden soll hingegen ermöglicht werden, die Produkte online ihren Bedürfnisse entsprechend zu konfigurieren. Die Unternehmen erhoffen sich durch diese Nutzung des Internet als Individualisierungsmedium den Aufbau erheblicher Wettbewerbsvorteile. So sollen z.B. im Rahmen der verschiedenen Konzepte des Customer Relationship Management die Endkunden mit Hilfe von Internet-Technologien relativ einfach über den Produktionsfortschritt informiert oder sogar in die Produktion eingebunden werden können. Meistens sind diese Systeme jedoch nicht mit den „klassischen“ Systeme integriert, sodass eine real-time Kommunikation zwischen dem Kunden, der Website sowie den betriebswirtschaftlichen und technischen Systemen unmöglich ist.

Im B2B-Einsatz wird das Internet vorwiegend für den Absatz der eigenen Produkte und die Beschaffung von Produktionsfaktoren eingesetzt. So setzen sich Internet-Technologien zunehmend bei der Beschaffung und beim C-Artikelmanagement durch [Ried00], z.B. bei <http://www.cacontent.com>. Dabei kehren die Unternehmen von zentralistischen Beschaffungsprozessen ab und ermöglichen ihren Mitarbeitern dezentral den Eigenbedarf zu decken. Allerdings sind diese Systeme nicht für eine umfassende und kurzfristige Bereitstellung von Produktionsfaktoren nach Vorgabe der Mengenplanung, insbesondere nicht für A- und B-Artikel, geeignet. Auch die zur Zeit intensiv diskutierten elektronischen Marktplätze [Arno99], z.B. Industrialweb (<http://www.industrialweb.de>) und „e-commerce for engineered components“ (<http://www.ec4ec.com>), sowie die Versteigerungen im Internet [Wild00b] sind u.E. nicht für die permanente Bereitstellung von Produktionsfaktoren geeignet. Derartige Systeme ermöglichen zwar eine umfangreiche Reduktion der Kosten, so rechnet z.B. Babcock Borsig mit einem Sparpotenzial von 100 bis 150 Mio. € p.a. ab dem Jahre 2003 [Sieb01]. Zu monieren ist jedoch, dass eine Integration mit den Systemen der Produktionsplanung und -steuerung nur selten vorliegt [BrWi99].

In neuester Zeit wird zudem — insbesondere von den Anbietern betriebswirtschaftlicher Standanwendungssoftware — für den industriellen Anwendungsbereich immer öfter das Schlagwort des E-Manufacturing propagiert. Dabei handelt es sich um kein neues (unternehmensinternes) Produktionskonzept im eigentlichen Sinne, sondern um eine relativ unstrukturierte Sammlung von Ansätzen und Technologien, die einen ‚zeitgemäßen‘ Einsatz von Internet-Technologien fokussieren und die Eigenschaften der Produktion im E-Commerce skizzieren. Beim E-Manufacturing wird dazu die Beherrschung der gesamten Wertschöpfungskette mit Internet-Technologien als zentrale Aufgabe angesehen [Wild00a]. Weitere Schwerpunkte sind z.B. die Individualisierung der Produkte, das e-Procurement, die Unterstützung einer kooperativen Leistungserstellung in Produktionsnetzwerken durch elektronische Medien sowie eine direkte Vernetzung der dezentralen Produktionseinheiten [AlSo00], [Seli00], [Zaik00]. Zudem wird eine Integration der dislozierten EDV-Systeme benötigt [Süss01]. 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 [Rask00]. Das E-Manufacturing zeichnet damit kein detailliertes Szenario IP-basierter Geschäftsprozesse für Industrieunternehmen und ist auch als Leitbild nur schwer zu operatio-

nalisisieren. Es hat mehr den Charakter eines Verkaufsförderungs- oder Beratungskonzepts als eines umfassenden Produktionskonzepts.

## 2.2 Interne Konzepte: Dominanz der Insellösungen

Innerbetrieblich werden Internet-Technologien vorwiegend in Form von Intranets eingesetzt. Im Mittelpunkt stehen dabei die Kommunikation und Koordination innerbetrieblicher Organisationseinheiten insbesondere bei administrativen und technischen Aufgaben. Neben der klassischen Bürokommunikation — die wir hier nicht weiter vertiefen — sind bei (industriellen) Geschäftsprozessen die Aufgabenbereiche Entwurf des Leistungssystems, Entwurf des Leistungsprogramms und die Leistungserstellung zu unterscheiden [Blec01]. Die Beschaffung der Produktionsfaktoren zählt meistens zu unternehmensexternen Anwendungen und wurde bereits oben diskutiert.

Der *Entwurf des Leistungssystems* wird zur Zeit nur von wenigen Systemen unterstützt. Nur vereinzelt ist eine Nutzung von Internet-Technologien zur informationstechnischen Verbesserung der bereits eingesetzten Systeme festzustellen. Dabei konzentrieren sich die Applikationen (z.B. Simulation) darauf, internetgeeignete Datenformate nutzen und/oder Daten über das Internet direkt austauschen [AWK99a]. Eine elektronische Umsetzung der Geschäftsprozesse mit Hilfe von Internet-Technologien erfolgt nicht.

Für den *Entwurf des Leistungsprogramms* existieren ebenfalls nur Anwendungen, die vorwiegend technische Teilaufgaben unterstützen. So werden Internet-Technologien z.B. bei der Telekooperation und dem Concurrent Engineering eingesetzt [WaCa97], [LuEv99]. Beispielsweise können mit AutoCAD in der Version 2000i Konstruktionsdaten direkt im Internet abgelegt und gemeinsam mit (dislozierten) Teammitgliedern und/oder den Kunden bearbeitet werden. Ein anderer Ansatz zur sog. Virtualisierung der Produktentwicklung ist, die benötigte Software von der Konstruktion über digitale Versuchsmodelle [EvST00] bis hin zum physischen Prototyping im Rahmen eines Application Service Providing (ASP) direkt im Internet über Dienstleister zu nutzen [Send98], z.B. bei <http://www.work-center.de>. Insgesamt ist aber festzustellen, dass auch bei der Erstellung des Leistungsprogramms nur Insellösungen existieren und vorwiegend technische Teilsysteme unterstützt werden. So wird z.B. die strategische und operative Programmplanung kaum auf Internet-Technologien umgesetzt. Eine umfassende IP-basierte Grundlage für den gesamten Entwurf des Leistungsprogramms liegt somit nicht vor.

Bei der *Leistungserstellung* sind bei betriebswirtschaftlichen Systemen elektronische Kanban-Karten sowie die internetbasierten Systeme des Produktionsplanung und -steuerung dazu geeignet, die innerbetrieblichen Produktionsprozesse zu steuern. Dabei handelt es aber ebenfalls häufig nur um die elektronische Umsetzung bereits länger bekannter Konzepte mit Hilfe von Internet-Technologien. Auf der technischen Seite ist nur eine geringe Unterstützung der Leistungserstellung durch Internet-Technologien festzustellen. Dort existieren nur einzelne Lösungskonzepte und Prototypen, z.B. für internetgeeignete Oberflächen und Bedienelemente von Werkzeugmaschinen oder internetbasierte Systeme zur Übermittlung von Steuerungsinformationen. Beispielsweise wurde bei der Fa. Varta ein internetbasiertes System zur dezentralen Steuerung der Fertigung von Batterien in einer für Menschen nicht geeigneten Arbeitsumgebung als Prototyp realisiert [AWK99b]. Im praktischen Einsatz sind jedoch meistens nur relativ einfache Systeme mit eng begrenzten Aufgabenbereichen, wie die als Intranet ausgestaltete Montage-Informationssysteme. Komplexere Systeme hingegen, die eine direkte, IP-ba-

sierte Vernetzung der einzelnen Fertigungseinrichtungen vorsehen, sog. Machine-to-Machine-Kopplung (M2M), sind noch nicht vollständig ausgereift. Dies gilt auch für die Ansätze, die eine vertikale Integration der verschiedenen Informationssysteme der industriellen Geschäftsprozesse postulieren (e-Factory).

## 3 Konzeption durchgängiger IP-basierter Geschäftsprozesse

### 3.1 Durchgängigkeit IP-basierter Geschäftsprozesse

Es existieren schon länger verschiedene Ansätze, die versuchen, Internet-Technologien in industriellen Prozessen zu nutzen. Dabei handelt es allerdings meistens um Systeme, die direkt an unternehmensexternen Märkten ansetzen, und/oder um unternehmensinterne Insellösungen, die keine durchgängige Nutzung der Internet-Technologien im Unternehmen vorsehen. Sogar die bereits im Computer Integrated Manufacturing (CIM) geforderte Integration technischer und betriebswirtschaftlicher Teilsysteme unterbleibt bei den meisten Ansätzen. Zudem werden die Internet-Technologien häufig nur als „front-end“ für Bedienungs- und Überwachungssysteme oder als Medium für Kommunikationsaufgaben eingesetzt. Zudem ist zu monieren, dass selbst bei einer *hypothetischen* Integration der bislang verfügbaren Ansätze die Durchgängigkeit nicht gewährleistet wird, da die Informationssysteme in der Fertigung aufgrund proprietärer Steuerungskonzepte bei den Automatisierungstechnologien nicht berücksichtigt werden können. Die spezifischen Vorteile der Internet-Technologien werden so nicht realisiert.

Insgesamt ist daher zu konstatieren, dass auf dieser Basis die elektronische Umsetzung von Geschäftsprozessen nur marginale Verbesserungen ermöglichen kann. Dies ist damit zu begründen, dass Prozesse nicht der traditionellen Abgrenzung von Funktionsbereichen entsprechen und daher nicht mit vorwiegend funktionalorientierten Insellösungen elektronisch umzusetzen sind.

Vereinfacht können Geschäftsprozesse als häufig objektorientierte Abfolge von Teilaufgaben zur vollständigen Bearbeitung funktionsübergreifender Aufgabenstellungen definiert werden. Eigenschaften von Geschäftsprozessen sind u.a. eine hohe Produkt- und Marktorientierung, die Integration von Funktionen und Daten, Dezentralisation von Aufgaben und Organisationseinheiten sowie eine meistens zentralisierte Koordinationsinstanz [Kirc96]. Verantwortlich für die Geschäftsprozesse sind sog. Prozesseigentümer oder –manager. Damit die Prozessmanager ihre Aufgabe erfüllen können ist es erforderlich, die Kommunikation entlang hierarchischer oder funktionaler Strukturen aufzugeben und prozessorientierte Geschäftssteuerungsinformationen zur Sicherstellung einer genügend hohen Prozesstransparenz und Flexibilität bereitzustellen. Statt funktionaler Insellösungen sind somit durchgängige IP-basierte, prozessorientierte Informationssysteme für die elektronische Umsetzung der Geschäftsprozesse aufzubauen. Es sollte eine Vorgangssteuerung zur Koordination arbeitsteiliger Prozesse mit mehreren Akteuren zugrundegelegt werden, die im Sinne eines Workflow Management ein hohes Maß an Prozessunterstützung gewährt.

Mit Hilfe der Einbindung von bestehenden Legacy-Systemen in eine IP-basierte Umgebung, dem Informationsaustausch zwischen den Automatisierungs- und Produktionsprozessleitsystemen sowie den sonstigen betriebswirtschaftlichen und technischen Systemen des Unterneh-

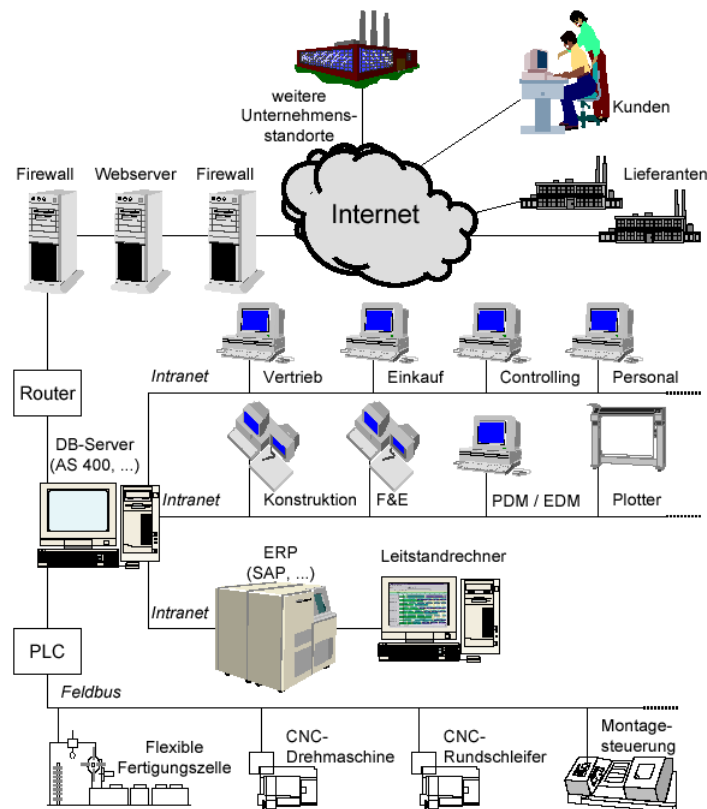
mens, einer Host-to-Web-Anbindung und einer Java-basierten Terminalemulation in Webbrowsern kann dazu eine vertikale Integration der erforderlichen Informationssysteme erzielt werden. Dabei geht es aber nicht nur um die alleinige Integration bestehender Systeme oder die Ankopplung der Automatisierungssysteme an das ERP-System, sondern um eine effiziente Neugestaltung der Infrastruktur und der Geschäftsprozesse unter Berücksichtigung von Systemen z.B. für das Customer Relationship Management, Supply Chain Management und Internet-Marktplätzen.

Ein großer Teil der erforderlichen Voraussetzungen wird bereits heute von vielen Unternehmen erfüllt, da viele Systeme der Automatisierungstechnik auf PC-Basis laufen, plattformunabhängige Sprachen und Protokolle zur Verfügung stehen und häufig Erfahrungen mit IP-basierten Systemen z.B. aus der Bürokommunikation vorliegen. Zudem basieren zunehmend auch die Systeme des Workflow Management auf Java (z.B. <http://www.i-flow.com>) und gestatten eine durchgängige intra- und interorganisationale Verwendung. Bei einer entsprechenden Integration können die Prozessmanager somit von den Marktpartnern, über die innerbetrieblichen Ressourcen inklusive der involvierten Fertigungseinrichtungen bis hin zu Lieferanten alle betroffenen Teilprozesse und Aufgaben planen, steuern, koordinieren und kontrollieren. Die damit einhergehende Neugestaltung der Geschäftsprozesse ermöglicht eine bessere Auslastung der betrieblichen Ressourcen, einen aktuelleren Informationsstand, die Reduktion manueller Tätigkeiten, eine stärkere Berücksichtigung der Kundenwünsche und die Individualisierung des Angebots sowie Partizipation an virtuellen Unternehmen und Unternehmensnetzwerken durch die prozessorientierte Integration innerbetrieblicher Einrichtungen mit den Ressourcen der Partner im Sinne interorganisationaler Prozessketten.

Das Ziel einer umfassenden Geschäftsprozessorientierung und deren elektronischen Umsetzung ist damit eine Steigerung der betrieblichen Flexibilität und eine Reduktion der Kosten [Wild00a], z.B. durch die Möglichkeit eines „Plug, Produce & Sell“.

## 3.2 Informationstechnische Infrastruktur

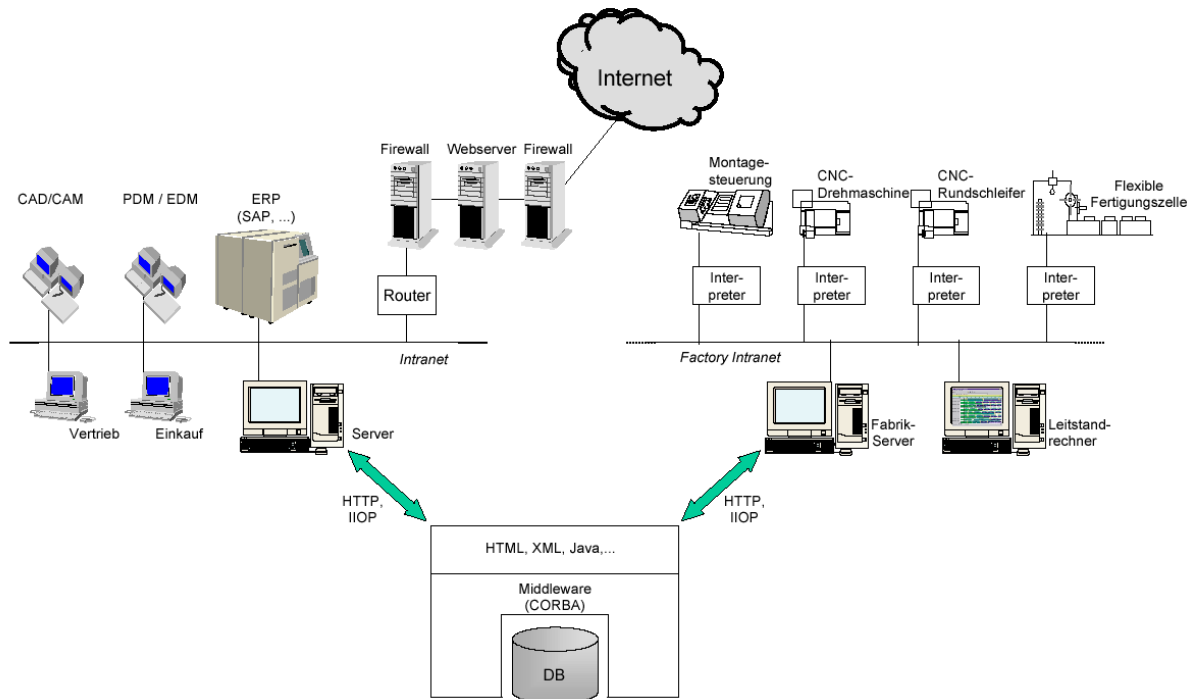
Aus den bestehenden Insellösungen der Unternehmen ergeben sich zwei grundlegende Möglichkeiten der Gestaltung von IP-basierten Systemen auf Unternehmensebene: eine Koppelung von Intranet und Feldbussystemen sowie eine vollkommen durchgängige Designvariante. Während die Anbindung bestehender Feldbussysteme an unternehmensinterne Netze (Abb. 1) mit geringerem Aufwand verbunden ist, können die betrieblichen Vorteile der neuen Kommunikationstechnologien erst bei konsequenter Ausgestaltung eines vollkommen durchgängigen IP-basierten Systems voll zur Geltung kommen (Abb. 2).



**Abb. 1:** Koppelung von Intranet und Feldbus-Systemen

Die Anbindung von bestehenden Feldbus-Systemen an ein Intranet (Abb. 1) kann relativ einfach erfolgen. Zwar werden dadurch auch durchgängige Systeme geschaffen, die Gestaltung als Subsysteme bringt jedoch den gravierende Nachteil mit sich, das entsprechende Gateways geschaffen werden müssen, bei denen eine etwaige Erweiterung der Funktionalität mit großem Aufwand verbunden sein kann.

Das vollkommen durchgängige System (Abb. 2) beruht auf der Philosophie, alle Komponenten möglichst direkt an das Unternehmensnetzwerk anzubinden, ohne mehrfache Schachtelungen von Subsystemen vorzunehmen. So kann auf eine funktionale Gliederung, die nur in den seltensten Fällen der Struktur der Geschäftsprozesse entspricht, zu Gunsten einer flachen Topologie verzichtet werden. Komponenten, die selbst nicht in der Lage sind, IP-basiert Services anzubieten, werden mittels geeigneter Interpreter (z.B. über Unix-Boxen) angesteuert. Diese Strategie mag in einigen Fällen zwar durch Redundanz zu zusätzlichem Overhead führen, eine Disaggregation der Einzelkomponenten verringert damit aber gleichzeitig auch das Ausfallsrisiko und erleichtert die Verwendung redundanter Strukturen in kritischen Bereichen. Die für die Implementierung derartiger Systeme erforderlichen Technologien („Middleware“ und geeignete Umgebungen sowie Protokolle und Spezifikationen) stehen bereits zur Verfügung und werden im nächsten Abschnitt besprochen.



**Abb. 2:** Vollkommen durchgängiges IP-basiertes System

Die hier dargestellten Strukturen sind lediglich als idealisierte Beispiele für mögliche Ausgestaltungen derartiger Systeme gedacht und müssen je nach Einsatzbereich modifiziert werden. So wäre es z.B. denkbar, aus Sicherheitsgründen eine zweite Firewall vor den Webserver zu stellen oder die Kommunikation im B2B-Bereich bzw. auch innerbetrieblich für unterschiedliche Unternehmensstandorte oder für Teleworker über virtuelle private Netzwerke abzuwickeln (VPN).

### 3.3 Aspekte der informationstechnischen Implementierung

Aufgrund der vorhandenen Dominanz von Insellösungen werden derzeit von den Unternehmen insbesondere Maßnahmen zur Integration bestehender Subsysteme in eine durchgängige Struktur gesetzt. In einem vollkommen durchgängigen System könnte jedoch weitgehend auf eine strikte Unterteilung in Subsysteme verzichtet werden, wodurch der Grad der Flexibilität der Geschäftsprozesse deutlich erhöht werden könnte, indem keine umfangreiche Neuerstellung oder Modifikation von Gateways oder Interfaces bei einer Erweiterung oder Änderung der Prozesse erforderlich wäre. Ein erster gedanklicher Ansatz könnte daher darin bestehen, eine einheitliche Umgebung für alle Systeme im Unternehmen heranzuziehen, z.B. die unterschiedlichen auf JAVA basierenden Technologien.

Durch die Entwicklung von JAVA konnte ein einheitlicher Rahmen für die Implementierung unternehmensweiter Informationstechnologien geschaffen werden, dessen Vorteil insbesondere darin besteht, dass JAVA theoretisch auf jeder Ebene der Geschäftsprozesse eingesetzt werden kann und die verschiedenartigsten Komponenten aufgrund der hochgradigen Skalierbarkeit des JAVA-Interpreters sowie des konzentrischen Aufbaus der Klassenstrukturen JAVA-fähig gemacht werden können. Dadurch entfällt auch die Notwendigkeit breit gefächerten Know-hows bei den für die Implementierung verantwortlichen Mitarbeitern und der damit vor allem für kleinere Unternehmen verbundene wirtschaftliche Zwang zum unterneh-

mensexternen Zukauf spezialisierter IT-Dienstleistungen, der unerwünschte und riskante Abhängigkeiten im Kernbereich der Produktion mit sich bringt.

Dennoch verhindern einige (teilweise unvermeidbare) konzeptionelle und implementierungsbedingte Schwachstellen die ausschließliche Nutzung von JAVA im Design durchgängiger IP-basierter Geschäftsprozesse:

- Die Plattformunabhängigkeit von JAVA wird durch die Verwendung einer JVM (Java Virtual Machine) erzielt, wobei ein Pseudo-Bytecode zur Laufzeit interpretiert wird. Dadurch sind selbst bei Verwendung moderner Hardware Geschwindigkeitsprobleme bei der Ausführung von JAVA-Code unvermeidbar.
- Die schnelle Verbreitung von JAVA hat zu einer großen Zahl und hohen Frequenz von Revisionen der offiziellen JAVA-Spezifikationen geführt, die insbesondere im B2C-Bereich die Nutzbarkeit neuester JAVA-Technologien stark einschränken. Hohe Downloadzeiten für den privaten Nutzer werden durch den vergleichsweise großen Umfang des JRE (JAVA Runtime Environment) sowie die immer noch überwiegende Anzahl „langsamer“ (56k-Modem-)Anbindungen an das Internet im Bereich der privaten Haushalte herbeigeführt.
- Bestimmte Spezialaufgaben können von JAVA alleine nur unbefriedigend gelöst werden, z.B. Anwendungen im Bereich DBMS (Database Management Systems) oder Aufbereitung von Informationen für das WWW.

Eine ausschließliche Nutzung von JAVA erweist sich somit aus den genannten Gründen als derzeit aussichtslos. Es stellt sich daher die Frage nach geeigneten Alternativen für zeitkritische Prozesse und spezialisierte Applikationen, ohne die Durchgängigkeit des Systems zu beeinträchtigen. Die Bereiche, in denen eine reine JAVA-Implementierung problematisch erscheint, sind daher im Bereich der Interaktion mit dem Benutzer, bei zeitkritischen Prozessen und bei der Steuerung von Produktionsmaschinen zu finden.

Im Bereich der Interaktion mit Menschen (im Bereich der Benutzer-Interfaces) können schon derzeit aufgrund der im Zeitverlauf fast exponentiellen Zunahme der Rechnerleistung verstärkt Klartext-Sprachen (human readable interfaces) eingesetzt werden, wobei ein Trend zu einfachen strukturierten Markup-Sprachen festzustellen ist. Stark verbreitet sind hierbei immer noch HTML (hypertext markup language) und in zunehmendem Ausmaß nun auch XML (extensible markup language), die beide Vereinfachungen bzw. Konkretisierungen von SGML darstellen und damit relativ einfach gehalten sind. Während HTML jedoch trotz der Entwicklung ergänzender Technologien (z.B. CSS im Bereich der Aufbereitung für Webbrowser) aufgrund seiner starren Struktur langfristig zu inflexibel für generische betriebliche Anwendung ist, erfreut sich XML in Verbindung mit XSL (extensible stylesheet language) und vor allem der Spezifikationen XSLT (XSL Transformation) und XSL-FO (XSL Formatting Objects) steigender Beliebtheit. Sogar kleine Datenbanken und Konfigurationsdateien für Applikationen im Bereich der Standardsoftware werden bereits mittels XML implementiert. Ein großer Vorteil von XML besteht dabei in der einfachen Transformierbarkeit der Informationen für unterschiedliche Zwecke: So ist z.B. ein in XML verfügbarer Datenbestand ohne weitere Schwierigkeiten als HTML für einen WWW-Browser, als WML (Wireless Markup Language) für ein Mobiltelefon oder in Form einer PDF-Datei für Drucker verfügbar. Diese Trennung von Inhalt (content), Bearbeitung der Daten (logic) und Darstellung (presentation) wird derzeit im COCOON-Projekt (<http://xml.apache.org/>) vorangetrieben und findet bereits verstärkt Einsatz im kommerziellen Bereich, da diese drei strukturellen Ebenen in einem Unter-

nehmen in der Regel auch von unterschiedlichen Personen mit unterschiedlicher Qualifikation betreut werden müssen. Eine Entkoppelung erhöht somit die Möglichkeit der Spezialisierung und damit die Effizienz. Gateways für andere Komponenten des betrieblichen Informationssystems (z.B. für DBMS) sind derzeit zwar noch nicht ausreichend standardisiert, können aber auch gegenwärtig durchaus schon in einer Produktionsumgebung eingesetzt werden.

Für zeitkritische Prozesse, bei denen z.B. Reaktionen in Echtzeit oder die Verarbeitung daten- oder rechenintensiver Vorgänge erforderlich sind, können derartige Technologien (JAVA- oder SGML-basierte Varianten) jedoch nicht eingesetzt werden. In diesem Falle bietet sich auch weiterhin die Nutzung hochgradig standardisierter Technologien und klar definierter Schnittstellen bzw. die Verwendung geeigneter Middleware an. In Bezug auf das optimale Verhältnis von Leistungsfähigkeit und Einfachheit kann nach wie vor ANSI C++ gesehen werden. Die Leistung prozessorspezifischer Sprachen (Assembler-Sprachen) liegt zwar deutlich über jener von C++, heute unverzichtbare Technologien wie OOP (object oriented programming) stehen dabei aber generell nicht zur Verfügung. Die mangelnde Portierbarkeit und die kaum vermeidbare Unübersichtlichkeit solcher Lösungen sowie die hohen Kosten verhindern daher für weite Bereiche des Unternehmens eine wirtschaftliche Nutzung dieser Möglichkeit.

Die Steuerung von Produktionsmaschinen und anderen Fertigungseinrichtungen wiederum erfolgt aus technischen Gründen mit Hilfe sehr hardwarenaher Implementierungen. Es ist nicht damit zu rechnen, dass sich in diesem Bereich in absehbarer Zeit grundlegende Veränderungen ergeben werden. Aus diesem Grund müssen andere Wege gefunden werden, die einzelnen Komponenten der Fertigungseinrichtungen direkt in ein durchgängiges IP-basiertes System zu integrieren. Eine Möglichkeit dabei besteht in der Koppelung jeder Fertigungseinheit z.B. mit einer Unix-Box, die z.B. direkt mittels Java ansteuerbar ist und auf der ein Interpreter läuft. Derartige Modell benötigen jedoch weiterreichende Technologien, die eine Bereitstellung verteilter Services ermöglichen.

Diese Vernetzung verteilter Services wurde im Unix-Bereich, aber auch auf PCs, traditioneller Weise mit Hilfe von RPC (remote procedure calls) durchgeführt. Dieses Verfahren erweist sich aber als in der Implementierung nicht ausreichend standardisiert und genügt nicht modernen Anforderungen an die objektorientierte Struktur derartiger Mechanismen. Der modernere und zukunftsreichere Ansatz besteht daher in der Verwendung von CORBA (common object request broker architecture), das sich als Standard für verteilte Anwendungen durchsetzt. Mit Hilfe dieser Technologie wird es möglich, verteilte Objekte über IP-Netzwerke miteinander kommunizieren zu lassen und verteilte Anwendungen, wie sie für einen Industriebetrieb typisch sind, zu implementieren. Version 2.0 von CORBA ist so weit ausgereift, dass Implementierungen unterschiedlicher Hersteller (auch von unterschiedlicher Compiler-Software) problemlos zusammenspielen. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt Microsoft mit seiner proprietären ActiveX/DCOM-Technologie. Da sowohl bei Betriebssystemen als auch im Bereich der Software-Entwicklung und der Anwendungssoftware ein deutlicher Trend in Richtung „open source“ und offene Standards weist, scheint der CORBA-Ansatz nicht zuletzt aus diesem Grund überlegen zu sein.

Ein weiterer Schritt für durchgängige Topologien resultiert aus der Einführung von EJB (Enterprise JavaBeans) und JINI für verteilte Applikationen bzw. verteilte Clients. Beide Technologien erhöhen die Portabilität von Komponenten und ermöglichen einen modularen Aufbau ganzer Fertigungssysteme und Geschäftsbereiche. Besonders geeignet für das durch-

gängig organisierte Unternehmen der Zukunft erscheint dabei der Einsatz von JINI: Theoretisch kann dadurch jeder Client ein für ihn eigens zusammengestelltes Netzwerk von Ressourcen bzw. Services verwenden. Dies wird möglich, da JINI-fähige Geräte bzw. Services sich selbst in einem virtuellen System, der „JINI-Federation“, anmelden können, Informationen über sich selbst bereitstellen können, Resultate zurückschicken können und sich z.B. bei einer Fehlfunktion selbst aus dem Netz nehmen können, nachdem sie eine redundante Backup-Komponente aktiviert haben. Somit wird eine Steuerung jeder Komponente durch jeden Client möglich (soweit dies nicht erwünscht ist, kann diese Option für jeden einzelnen Client deaktiviert werden). Software-Updates für gleichartige, verteilte Einheiten werden auf diese Weise sehr unkompliziert und wenig kostenintensiv, da sie (je nach Sicherheitseinstellungen) über das IP-Netzwerk dezentral erfolgen können.

Eine ähnliche Technologie, allerdings auf Funkbasis, stellt Bluetooth dar. Mit Hilfe von Bluetooth können ebenfalls „spontane Netzwerke“ entstehen, und im Endausbau soll jeder Client jeden Service-Anbieter steuern können. Für Unternehmen besteht die Möglichkeit, durch ortsfest installierte Repeater eine Reichweite von bis zu 100m zu erzielen. Dennoch ist diese Technologie derzeit eher auf Mobiltelefone und den Bereich der Telekommunikation sowie auf den privaten Einsatz in Mikro-Netzwerken ausgereicht. Eine flächendeckende Anwendung in Unternehmen kommt derzeit daher noch nicht in Frage; es wird sich weisen, in wieweit eine reibungslose Integration bestehender Spezifikationen (z.B. CORBA) überhaupt stattfinden wird.

Einer der Kernbereiche des betrieblichen IT-Systems wird selbstverständlich das Datawarehouse bleiben bzw. weiterhin an Bedeutung zunehmen. Es ist hierbei aus Gründen der Performance unwahrscheinlich, dass hochspezialisierte (R)DBMS auf SQL-Basis durch generische XML- oder JDB-DBMS ersetzt werden könnten. Dies ist auch nicht erforderlich, da neben ODBC (open database connectivity) mit JDBC (JAVA database connectivity) nun eine Datenzugriffsmöglichkeit direkt aus JAVA heraus besteht. Auf diese Weise können alle JAVA-fähigen Komponenten des Systems auf das Datawarehouse zugreifen, je nach Kategorie des Datenbanktreibers sogar mit nativem Code, wodurch eine zufriedenstellende Performance im Netzwerk gegeben ist.

Von entscheidender Bedeutung in einem durchgängig organisierten betrieblichen IT-System ist die einfache Bedienbarkeit aller Einrichtungen des Betriebes ohne am jeweiligen Client aufwändig zu installierende und zu wartende Software. Während einige der vorher vorgestellten Technologien die notwendige Basis dafür schaffen, bietet es sich an, durch den Einsatz weiterer Technologien die meisten Geschäftsprozesse mit Hilfe von Standard-Webbrowsern durchführen zu können. Neben bzw. ergänzend zu JAVA können hier sinnvolle Einsatzbereiche für aktive Servertechnologien, wie z.B. ASP (active server pages), JSP (java server pages) sowie XSP (extensible server pages) identifiziert werden. Während ASP ein proprietäres System darstellt und JSP zwar sicherer und leistungsfähiger als CGI (common gateway interface) ist, aber in seiner Anwendung immer noch beschränkt ist, ermöglicht XSP eine Verbindung von XML/XSL und reinem JAVA-Code. Die dadurch erzielbare Flexibilität ist um so größer, als auch hier maximale Plattformunabhängigkeit gewährleistet ist. Sogar einen Schritt weiter geht IIOP (internet inter-ORB protocol), das als eine Erweiterung von CORBA zu sehen ist. Dabei werden mit Hilfe von JAVA-ORB-Klassen, die entweder am (WWW-)Client zur Verfügung stehen oder bei Bedarf vom Server angefordert werden können, direkte

Verbindungen zwischen dem Client und den CORBA-Komponenten hergestellt. Auf diese Weise wird eine Reduktion des Kommunikations-Overhead möglich.

Auf der Ebene der Protokolle bieten sich vorwiegend HTTP und TCP/IP an. Je nach Anwendungsgebiet kommen jedoch auch andere Protokolle in Frage, so z.B. WAP, IPX/SPX, u.a.

Besonders wichtig bei der Implementierung des betrieblichen Informationssystems ist, die Prämisse der Durchgängigkeit auf IP-Basis nicht aus den Augen zu verlieren. All die oben genannten Technologien sind geeignet, ihren Teil zu einer durchgängigen prozessorientierten Ausgestaltung von Informationssystemen beizutragen. Je nach Anwendungsfeld ist es jedoch unumgänglich, sich auf eine möglichst kleine Teilmenge dieser Instrumente zu beschränken, um Kostengünstigkeit und Effizienz zu gewährleisten. Überhaupt muss diesem betriebswirtschaftlichen Ziel der Gewinnmaximierung auch und insbesondere bei der Gestaltung derartiger Systeme die ihm gebührende oberste Priorität zugestanden werden, da nur auf diese Weise eine sinnvolle Anwendung der technischen Möglichkeiten realisiert werden kann. Trotz des wirtschaftlich nicht zu unterschätzenden Risikos, dass manche der hier vorgestellten Technologien sich auf Kosten anderer durchsetzen werden (man denke nur an die personellen Probleme von Unternehmen, die FORTRAN-, COBOL-, alte C- oder sonstige heute eher „exotische“ Programme auf den Jahrtausendwechsel vorbereiten mussten), kann durch eine durchgängige Ausgestaltung IP-basierter Systeme ein enormes informationstechnisches und damit letzten Endes betriebswirtschaftliches Potential ausgeschöpft werden.

## 4 Ausblick

Trotz der explosionsartigen Verbreitung des Internet existieren in den meisten Unternehmen keine Informationssysteme mit durchgängigen, IP-basierten Geschäftsprozessen. Ein Grund dafür ist die Dominanz von partikulären Insellösungen, deren informationstechnische Umsetzung nicht mit der Strukturierung der Geschäftsprozesse übereinstimmt. Eine Möglichkeit zur Verbesserung derartiger Systeme besteht in der Integration von Subsystemen mit Hilfe geeigneter Gateways, während ein vollkommen durchgängiges Design auf der direkten Anbindung geschäftsprozesskongruenter Komponenten in einer relativ offenen (peer-to-peer) Systemtopologie besteht.

Durch den Einsatz plattformübergreifender bzw. plattformunabhängiger Standards besteht nun die Möglichkeit, integrierte Informationssysteme besser auf die Struktur der zu bearbeitenden Geschäftsprozesse zu trimmen und dadurch Kostensenkungen bzw. Effizienzsteigerungen zu erzielen. Schlüsseltechnologien werden dabei je nach Anwendungsbereich bei der Middleware (CORBA, ActiveX/DCOM) und im Bereich XML/XSL sowie JAVA (EJB und JINI) zu finden sein.

Zukünftige Entwicklungen werden bewirken, dass die Grenzen zwischen Clients und dem Netz immer mehr verschwinden werden. Anwendungen werden nicht nur verteilt ablaufen, sondern auch in einer dynamischen Umgebung, in der die Ressourcen selbst (Dateisysteme, Datenbanken, Hardware) immer mehr zu intelligenten Agenten werden. Die Flexibilität der Geschäftsprozesse wird dadurch sprunghaft ansteigen, wodurch ein enormes Potential sowohl im Bereich der Senkung der Produktionskosten als auch in der Verbesserung der Qualität von Leistungssystem, Leistungsprogramm und Leistungserstellung geschaffen werden kann.

## Literatur

- [AlSo00] Aldrich, D. F./Sonnenschein, M.: Digital Value Network. Erfolgsstrategien für die Neue Ökonomie, Gabler-Verlag, Wiesbaden 2000.
- [Arno99] Arnold, U.: Nutzung elektronischer Märkte für die Beschaffung, in: Nagel, K./Erben, R. F./Piller, F. T. (Hrsg.): Produktionswirtschaft 2000. Perspektiven für die Fabrik der Zukunft, Gabler-Verlag Wiesbaden 1999, S. 285 – 299.
- [AWK99a] Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium: Virtual Engineering — Leistungsfähige Systeme für die Produktentwicklung, in: AWK (Hrsg.): Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik, Aachener Perspektiven, Aachen 1999, S. 141 – 167.
- [AWK99b] Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium: Internet-Technologien für die Produktion — Neue Arbeitswelt in Werkstatt und Betrieb, in: AWK (Hrsg.): Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik, Aachener Perspektiven, Aachen, S. 357 – 398.
- [Blec01] Blecker, Th.: Wettbewerbsvorteile durch moderne Produktionskonzepte?, in: Blecker, Th./Gemünden, H. G. (Hrsg.): Innovatives Produktions- und Logistikmanagement, Springer Verlag, Berlin et al. 2001, S. 3 – 34 (im Druck).
- [BoAH99] Booz•Allen & Hamilton: Competing in the Digital Age. How the Internet will transform business, Summary of a global survey on the Internet's impact on business, URL: <http://www.bah.com/greatideas/pptdata/index.htm>.
- [BrWi99] Brenner, W./Wilking, G.: Einkaufsseiten im Internet, in: Beschaffung aktuell, (1999)7, S. 62 – 65.
- [EvST00] Eversheim, W./Schellberg, O./Terhaag, O.: Einsatz von EDV-Hilfsmitteln in unternehmensübergreifenden Entwicklungsprozessen, in: Kaluza, B./Blecker, Th. (Hrsg.): Produktions- und Logistikmanagement in Virtuellen Unternehmen und Unternehmensnetzwerken, Springer Verlag, Berlin et al. 2000, S. 367 – 390.
- [GaCG00] Gabriel, R./Chamoni, P./Gluchowski, P. (2000): Data Warehouse und OLAP – Analyseorientierte Informationssysteme für das Management, in: Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 2/2000, S. 74 – 93.
- [JaSc98] Jaros-Sturhan, A./Schachtner, K. (1998): Betriebswirtschaftliches Anwendungspotential des World Wide Web, in: Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 27(1998)2, S. 85 – 90.
- [Kirc96] Kirchner, M.: Geschäftsprozessorientierte Einführung von Standardsoftware. Vorgehen und Realisierung strategischer Ziele, Gabler-Verlag, Wiesbaden 1996.
- [LuEv99] Luczak, H./Eversheim, W. (Hrsg.): Telekooperation. Industrielle Anwendungen in der Produktentwicklung, Springer Verlag, Berlin et al. 1999.
- [MuZG98] 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.
- [Pill00] Piller, F. T.: Mass Customization. Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 2000.
- [Rask00] Raskop, J.: Supply chain key to e-procurement gains, in: Advanced Manufacturing, 2(2000)4, S. 35 – 38.

- [ReSt00] Reisch, H.P./Stoll, M.: Kommerzielle Internet-Anwendungen in der Logistik stoßen auf Widerstände, in: Hossner, R. (Hrsg.): Jahrbuch Logistik 2000, Verlagsgruppe Handelsblatt, Düsseldorf 2000, S. 61 – 65.
- [Ried00] Riedel, U.: E-Procurement für C-Teile, in: Logistik heute, 22(2000)4, S. 55 – 56.
- [Seli00] Selinger, G.: Softwaresysteme: Werkzeuge im Wettbewerb. Unterlagen zum Vortrag beim Innovationsdialog in der Investitionsbank Berlin (IBB) Beteiligungsgesellschaft mbH: Produktionstechnologien für die Märkte von morgen: e-manufacturing (Konvergenz der Softwaresysteme) und Trends der Mikrotechnologie, 14. April 2000, Berlin, URL: <http://www.ibb-bet.de/shows/FraunhoferProfSeliger14-04-00.ppt>.
- [Send98] Sandler, C.: C-Technik und Java. Neue Perspektiven für die Industrie, Hanser Verlag, München — Wien 1998.
- [Sieb91] Siebenlist, J.: Anlagenbauer projektieren im Internet, in: VDI-Nachrichten, 9.02.2001, S. 15.
- [Süss01] Süss, G.: Vertikale Integration nimmt Gestalt an, in: Computer @ Produktion, (2001)1/2, S. 44 – 45.
- [WaCa97] Wagner, R./Castanotto, G.: FixtureNet: interactive computer-aided design via the World Wide Web, in: International Journal of Human-Computer Studies, 46(1997)6, S. 773 – 788.
- [Wild00a] Wildemann, H.: Kernkompetenz-Management: Mit intelligenten Technologien Kunden binden, in: Wildemann, H. (Hrsg.): Kernkompetenzen und E-Technologien. Tagungsband Münchener Management Kolloquium, 11. und 12. April 2000, TCW-Verlag, München 2000, S. 15 – 59.
- [Wild00b] Wildemann, H.: E-Technologien im Supply Chain Management, Unterlagen zum Vortrag in der Reihe BWL aktuell an der Universität Klagenfurt, 02.10.2000.
- [Zaik00] Zaika, M.: e-manufacturing — Konvergenz der Softwaresysteme. Unterlagen zum Vortrag beim Innovationsdialog in der Investitionsbank Berlin (IBB) Beteiligungsgesellschaft mbH: Produktionstechnologien für die Märkte von morgen: e-manufacturing (Konvergenz der Softwaresysteme) und Trends der Mikrotechnologie, 14. April 2000, Berlin, URL: <http://www.ibb-bet.de/shows/ugs-m-zaika.ppt>.
- [ZPS+99] Zerdick, A./Picot, A./Schrape, K./Artopé, A./Goldhammer, K./Lange, U. T./Vierkant, E./López-Escobar, E./Silverstone, R. (Hrsg.): European Communication Council Report: Die Internet-Ökonomie. Strategien für die digitale Wirtschaft, Springer Verlag, Berlin et al. 1999.