

February 2005

Flexible Wertschöpfungsnetzwerke in der kundenindividuellen Massenfertigung - Ein service-orientiertes Modell für die Schuhindustrie

Andreas J. Dietrich
Universität Hohenheim

Stefan Kirn
Universität Hohenheim

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/wi2005>

Recommended Citation

Dietrich, Andreas J. and Kirn, Stefan, "Flexible Wertschöpfungsnetzwerke in der kundenindividuellen Massenfertigung - Ein service-orientiertes Modell für die Schuhindustrie" (2005). *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2005*. 2.
<http://aisel.aisnet.org/wi2005/2>

This material is brought to you by the Wirtschaftsinformatik at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in Wirtschaftsinformatik Proceedings 2005 by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

In: Ferstl, Otto K, u.a. (Hg) 2005. *Wirtschaftsinformatik 2005: eEconomy, eGovernment, eSociety*;
7. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik 2005. Heidelberg: Physica-Verlag

ISBN: 3-7908-1574-8

© Physica-Verlag Heidelberg 2005

Flexible Wertschöpfungsnetzwerke in der kundenindividuellen Massenfertigung – Ein service-orientiertes Modell für die Schuhindustrie

Andreas J. Dietrich, Stefan Kirn

Universität Hohenheim

Zusammenfassung: Die Fähigkeit von Unternehmen, flexibel und schnell auf interne oder externe Veränderungen des betrieblichen Umfelds reagieren zu können, wird immer mehr zum entscheidenden Erfolgsfaktor. Die kundenindividuelle Massenproduktion stellt als wettbewerbsstrategisches Konzept für diversifizierte Märkte ein theoretisches Gerüst zur Kombination von Massenproduktion und individualisierter Leistungserstellung bereit. Für eine erfolgreiche Umsetzung dieses Ansatzes wird vorausgesetzt, dass Informationssysteme entwickelt werden, welche die notwendigen Dienste kontext- bzw. situationsspezifisch angepasst und kombiniert zur Verfügung stellen. Innerhalb der Softwaretechnik existiert hierfür das Konzept der service-orientierten Architekturen, die mittels lose gekoppelter Systeme Unternehmensnetzwerke dienstebasiert abbilden können. In dem vorliegenden Beitrag wird dieser Ansatz auf die kundenindividuelle Massenfertigung übertragen und anhand eines Anwendungsbeispiels aus dem BMBF-Projekt „EwoMacs“ für die Schuhindustrie konkretisiert.

Schlüsselworte: Mass Customization, Service-orientierte Architektur, Schuhindustrie, Flexibilität, Dynamische Wertschöpfungsnetzwerke

1 Einleitung

Die Wettbewerbssituation von Unternehmen hat sich innerhalb der letzten Jahre zunehmend verschärft. Globalisierung, Innovationsgeschwindigkeit und Ressourcenknappheit haben Auswirkungen auf Unternehmen. Drei Beispiele zeigen Entwicklungstendenzen auf, aus denen sich neue Herausforderungen für Unternehmen und Märkte ableiten lassen: Zunahme der Bedeutung von Dienstleistungen, überbetrieblichen Kooperationen und der Individualisierung von Gütern.

1.1 Aktuelle Herausforderungen für Unternehmen

Die Bedeutung von Dienstleistungen innerhalb der Volkswirtschaft Deutschlands nimmt seit mehreren Jahren stetig zu. So stieg der prozentuale Anteil der Dienstleistungen von 1991 bis 2000 um knapp 7% [IWD02]. Andererseits ist der Trend zu erkennen, dass die strikte Trennung von industrieller Produktion und Dienstleistungserstellung aufgegeben wird. Grund für diese Entwicklung ist u. a. die mittlerweile enge Verzahnung von „Produktion“ und „Dienstleistung“ i. e. S. [Schn99]. Dass die Erstellung von Dienstleistungen mittlerweile ingenieurstechnischen Prinzipien unterzogen wird, kann dem Forschungsgebiet „Service-Engineering“ entnommen werden [Bull03].

Eine Zunahme der überbetrieblichen Kooperationen ist in vielen Branchen erkennbar. So verschieben sich im Sektor der Automobilindustrie seit Jahren Entwicklungs- und Produktionsprozesse auf vorgelagerte Wertschöpfungsstufen. Die Fertigungstiefe der deutschen Fahrzeughersteller ist innerhalb der letzten 20 Jahre von über 35% auf unter 25% gesunken [VDA03]. Ein ähnlicher Trend ist in der Schuhindustrie zu erkennen. Die deutsche Schuhindustrie hat im Vergleich zum Jahre 1983 die Produktion zu über 70% ins Ausland verlagert [HDS04]. Entsprechend steigen die Anforderungen an die überbetriebliche Koordination.

Steigende Kundenanforderungen der Abnehmer zwingen Unternehmen außerdem dazu, sich schnell und flexibel auf Produkt- und Marktveränderungen einstellen zu müssen. Die kundenindividuelle Massenproduktion (engl. „Mass Customization“, MC)¹ stellt das konzeptionelle Gerüst für die Kombination von Massenproduktion und individualisierter Leistungserstellung bereit. Mit individuellen, an den Kundenbedarf angepassten Gütern können auch die Bedürfnisse auf diversifizierten Märkten befriedigt werden [Pine94; Pill03].

1.2 Das Forschungsprojekt „EwoMacs“

Das BMBF-Projekt EwoMacs (<http://www.ewomacs.de>) hat das Ziel, die Entwicklung und Optimierung von Logistikstrukturen für MC in der Schuhindustrie zu erforschen und Lösungsbeiträge in Form von Modellen und Verfahren zu erarbeiten. Noch heute ist die Schuhproduktion von einem geringen Industrialisierungsgrad und einem geringen Einsatz moderner Fertigungs- und Logistikstrukturen geprägt. Dies verursacht gerade im Umfeld von MC einen hohen Koordinationsaufwand, da informationstechnisch unterstützte Prozesse mit teilweise nicht-automatisierten Abläufen gekoppelt werden müssen. Anhand von Industrieunternehmen der Schuhbranche (adidas-Salomon AG und Selve AG) werden zwei Anwendungsfälle der kundenindividuellen Schuhproduktion analysiert.

¹ Die Begriffe „Mass Customization“ und „Kundenindividuelle Massenfertigung“ werden in diesem Beitrag synonym verwendet.

Der vorliegende Beitrag befasst sich mit den daraus resultierenden Anforderungen an Informationssysteme und -technologien. Anhand eines Fallbeispiels aus der kundenindividuellen Schuhproduktion wird ein Lösungsvorschlag entwickelt. Berücksichtigt werden aus Sicht der kundenindividuellen Massenfertigung insb. folgende Problembereiche:

- Unterstützung der Operationalisierung und Implementierung der Wettbewerbsstrategie „Mass Customization“,
- Herstellung von kundenindividuellen Produkten in verteilten Wertschöpfungsnetzwerken für „Mass Customization“,
- Koordination der am Leistungserstellungsprozess beteiligten Akteure und
- Entwicklung eines Instruments zur Gestaltung einer umfassenden Informationslogistik.

Der weitere Verlauf dieses Beitrags gliedert sich in fünf inhaltliche Abschnitte. Zunächst werden die Begriffe „Mass Customization“ (Abschnitt 2) und „serviceorientierte Architektur“ (Abschnitt 3) jeweils aus dem Blickwinkel der Wirtschaftsinformatik und in der für den Beitrag notwendigen Detaillierung eingeführt und erläutert. Die serviceorientierte Architektur für MC innerhalb der Schuhindustrie wird in Abschnitt 4 entwickelt. Der Entwurf basiert auf Forschungsergebnissen aus dem BMBF-Projekt „EwoMacs“. Abschnitt 5 enthält eine Aufarbeitung verwandter Arbeiten. In Abschnitt 6 werden schließlich Zielsetzung und Ergebnisse des Beitrags zusammengefasst und weiterer Forschungsbedarf aufgezeigt.

2 Die Wettbewerbsstrategie „Mass Customization“

2.1 Begriff und Abgrenzung

Eine der ersten expliziten Erwähnungen des Begriffs „Mass Customization“ findet sich im Jahr 1987 bei Davis. Er definiert den Begriff wie folgt: „Mass Customization of markets means that the same large number of customers can be reached as in the mass markets of the industrial economy, and simultaneously they can be treated individually as in the customized markets of preindustrial economies“ [Davi96].

Der Begriff wurde Anfang und Mitte der 1990er Jahre in der amerikanischen Literatur von Pine weiterentwickelt. Als „Maßgeschneiderte Massenfertigung“ wird eine Strategie beschrieben, die „...Vielfalt und Kundenbezogenheit durch Flexibilität sowie rasche Reaktionsbereitschaft [schafft]“ [Pine94]. Das Ziel ist seiner Ansicht nach, Kunden preisgünstige Güter (Produkte und Dienstleistungen) mit starkem Kundenbezug und Individualität anzubieten. Im deutschsprachigen Raum

wurde MC von Piller aufbereitet und weiterentwickelt. Unter Berücksichtigung organisationaler und wettbewerbsstrategischer Wirkungen neuer Informations- und Kommunikationstechnologien sowie der Informationsgesellschaft definiert er pragmatisch und praktisch: „Mass Customization (kundenindividuelle Massenfertigung) ist die Produktion von Gütern und Leistungen für einen (relativ) großen Absatzmarkt, welche die unterschiedlichen Bedürfnisse jedes einzelnen Nachfragers dieser Produkte treffen, zu Kosten, die ungefähr denen einer massenhaften Fertigung eines zugrunde liegenden Standardprodukts entsprechen“ [Pill03]. Ziel ist hierbei eine Erhöhung der Kongruenz von Kundenbedürfnis und Produkteigenschaften zum einen und der Flexibilität von Produktionssystemen zum anderen. In Abgrenzung zur Variantenproduktion ist im Rahmen von MC eine Lagerhaltung nicht vorgesehen bzw. möglich, da die Produktion erst nach Eingang des Kundenauftrags und der Erfassung der Individualisierungsdaten beginnt [Pill03; Cors00].

Abbildung 1 zeigt die unterschiedlichen Dimensionen in der Charakterisierung dieser Wettbewerbsstrategie [Ade97; DuFo96; GiPi97; LaMi96; Maye93; Pill03; ReBe94; Schn97].

Parameter zur Bewertung der kundenindividuellen Massenfertigung						
Verrichtung	Marketing		Produktion		Distribution	
Gütertyp	Materielles Gut			Immaterielles Gut		
Objekt der Individualisierung	Primärleistung			Sekundärleistung		
Subjekt der Individualisierung	Mensch			Maschine		
Erhebung der Individualisierungsdaten	Hardware		Software		Mensch	
Parameter der Individualisierung	Modell	Größe	Form	Farbe	Inhalt	
Wertschöpfungsstufe	Zulieferer	Hersteller		Handel	Kunde	
Verankerung der Individualisierung	fix			variabel		
Individualisierungszeitpunkt	vor Herstellung			nach Herstellung		

Abbildung 1: Morphologischer Kasten der kundenindividuellen Massenfertigung

Ein wesentlicher Aspekt der MC ist die inter-organisationale Zusammenarbeit zwischen Partnern innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes. Diese Tatsache ergibt sich nicht per definitionem, sie resultiert jedoch aus der Forderung, dass sich jeder Wertschöpfungspartner sinnvollerweise auf die eigenen Kernkompetenzen konzentrieren sollte. So können sich Netzwerke von Unternehmen bilden, die vergleichbar mit virtuellen Unternehmen z. B. im Bereich eines einzelnen Produktes zusammenarbeiten und eine gemeinsame Leistung in Form eines Produktes am Markt anbieten [Rei⁰⁰].

2.2 Akteure

Vollzieht sich die Leistungserstellung unter Zusammenarbeit mehrerer Organisationen, so entstehen Unternehmensnetzwerke mit mehrstufigen und verteilten Wertschöpfungsprozessen. Eine typische Konstellation beteiligter Akteure ist in Abbildung 2 dargestellt. Hierbei sind die beteiligten Organisationen als Knoten und die prinzipiellen Interaktionsbeziehungen als Kanten visualisiert. In der gewählten Darstellung wird auf die Unterscheidung in technische Systeme, Personen oder Organisationen verzichtet.

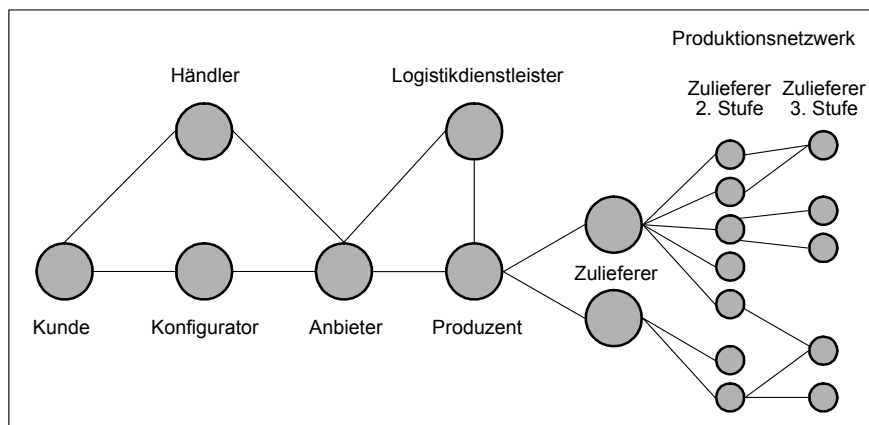


Abbildung 2: Akteurskonstellation innerhalb eines MC-Wertschöpfungsnetzwerkes

Kunde: Der Kunde stellt einerseits den Nachfrager einer Leistung im klassischen Sinne dar. Innerhalb der kundenindividuellen Massenfertigung ist dieser Akteur im Vergleich zum Abnehmer von Massenprodukten aktiver beteiligt, da er die individuellen Anforderungen und Wünsche äußert und hiermit das geforderte Produkt auftragsbezogen spezifiziert. Der Kunde ist Wertschöpfungspartner bzw. „prosumer“² [DaMa97, S. 14; erstmals bei Toff70].

Anbieter: Als Anbieter wird die Organisation bezeichnet, die ein kundenindividuelles Gut auf Märkten anbietet („Market Maker“). Dies können beispielsweise Unternehmen sein, deren Schwerpunkt auf Vertrieb und Marketing, nicht jedoch in der Produktion liegt. Es handelt sich somit um einen Wertschöpfungsschritt mit Marken bildendem Charakter und geringer Leistungstiefe.

Konfigurator: Das Konfigurationssystem ist die Schnittstelle zwischen Anbieter und Kunde. Als System zur Erhebung der Individualisierungsinformationen muss

² Engl. Kunstwort aus Produzent (**P**roducer) und Konsument (**C**onsumer)

es einerseits die gewünschten Kundenanforderungen und Parametrisierung der verfügbaren Produktoptionen ermitteln und andererseits die Überprüfung der Validität von angenommenen Produktkonfigurationen vornehmen, um die Produzierbarkeit des Gutes sicherzustellen.

Händler: Ein Händler kann als Intermediär zwischen Kunde und Konfigurator, zwischen Kunde und Anbieter oder zwischen Logistikdienstleister und Kunde (wie im Bild dargestellt) stehen. Dieser Akteur ist nicht in den Individualisierungsprozess einbezogen, sondern er ist als Vermittler tätig.

Produzent: Als Produzent übernimmt dieser Akteur für den Anbieter die eigentliche Herstellung der Güter. Je nach Grad der vertikalen Integration des Produzenten werden Fertigungsschritte selber durchgeführt oder an Externe ausgelagert.

Zulieferer: Die Zulieferer sind Teil des Produktionsnetzwerkes und versorgen den Produzenten mit Standardkomponenten oder kundenindividuellen Komponenten.

Logistikdienstleister: Der Logistikdienstleister ist als Akteur für die Distributionsvorgänge zum Kunden verantwortlich. Inner- oder überbetriebliche Logistikbedarfe des Produzenten bzw. der Zulieferer werden in dem Modell nicht berücksichtigt. Dieser Akteur übernimmt die Zustellung der Güter vom Produzenten oder Anbieter zum Kunden. Wie im Bild dargestellt erfolgt die Zustellung zunächst zum Händler, der wiederum die Auslieferung zum Kunden übernimmt.

Bei den aufgeführten Akteuren handelt es sich nicht um eine rein deskriptive Darstellung eines möglichen Anwendungsfalls. Vielmehr ist sie von normativem Charakter, da im weiteren Verlauf davon ausgegangen wird, dass Beteiligte in einem MC-Wertschöpfungsnetzwerk die Aufgaben eines Akteurs oder mehrerer Akteure übernehmen werden. Es findet eine Rollenübernahme bzw. -zuweisung statt. Als Rollen werden hierbei die erwarteten Interaktionsbeziehungen zwischen Positionsinhabern bezeichnet [WuGr80, S. 129]. Die dargestellten Akteure sind in der gewählten Darstellungsform keine abgeschlossene Zusammenstellung. Für konkrete Einzelfälle müssen teilweise domänenspezifische Akteure ergänzt werden (z. B. Architekt im Falle von kundenindividuellen Fertighäusern³).

2.3 Projektbezogene Anforderungen

Die in Abbildung 2 dargestellten Akteure sind Grundlage für Operationalisierungskonzepte von MC. Dies bestätigen Erkenntnisse des Forschungsprojektes EwoMacs. Als Ergebnis der Informationserhebung (Expertengespräche, Interviews, Beobachtungen) und der daraus resultierenden Modellerstellung sind in Ergänzung zu dem beschriebenen Rollenkonzept folgende Aspekte für das MC-spezifische Informationssystem zu berücksichtigen [Die⁺03; Ewom02]:

³ z. B. Streiff GmbH, www.streif.de

- Das Angebot von kundenindividuellen Massenschuhen wird unter Zusammenarbeit mehrerer, rechtlich selbstständiger Organisationen auf vertikal getrennten Wertschöpfungsstufen realisiert.
- Die Schritte der Leistungserbringung erfolgen zeitlich und räumlich getrennt.
- Die beteiligten Organisationen und Akteure sind international verteilt.
- Bei der MC-Schuhproduktion laufen Prozesse mit materieller oder immaterieller Wirkung (Leder zuschneiden bzw. Erhebung der Individualisierungsinformationen) sowie Mischformen (Bestellung individueller Vorprodukte) auf.
- Die Standardisierung der Kommunikations- und Kooperationsprozesse auf syntaktischer und semantischer Ebene weist ein hohes Effizienzpotenzial auf, technologische Lösungen (systemtechnische Unterstützung der Informationslogistik unter Berücksichtigung der situativen Dynamik) fehlen jedoch meist.

Die Entwicklung von Informationssystemen zur Unterstützung der MC-Strategie muss auf Basis passender Konzepte vorgenommen werden. Aus technologischer Sicht sind daher weiterhin folgende Anforderungen zu berücksichtigen:

- Flexible Anpassung des Wertschöpfungssystems aufgrund veränderter Markt- oder Kundenanforderungen auf Prozess- und Produktebene (dynamische Anpassung der Akteurskonstellation; z. B. Hinzutreten und Verlassen von Wertschöpfungspartnern) [Sug⁺03].
- Umfassende systemtechnische Unterstützung der Wertschöpfungserstellung (Informations- und Materiallogistik) [SZK193].
- Integration des Kunden als Wertschöpfungspartner [TsPi03].
- Semantische Beschreibung und Modellierung von Produktstruktur, Produktkonfiguration und Produktfertigung unter Beachtung kundenspezifischer und auftragsneutraler Bestandteile [Paw⁺04].

3 Service-orientierte Architekturen als Basis flexibler Informationssysteme

Die Wandlungsfähigkeit von Informationssystemen soll sicherstellen, dass auf Änderungen innerhalb von Organisationen proaktiv reagiert werden kann [Gron03]. Für die Modellierung von Wertschöpfungssystemen als Netzwerk dienstorientierter Unternehmen existiert innerhalb der Softwaretechnik das Konzept der service-orientierten Architekturen [PaGe03; Lock04]. In dem folgenden Abschnitt soll gezeigt werden, welche Eigenschaften diese Modelle besitzen und inwieweit die in 2.3 genannten Anforderungen erfüllt werden.

Service-orientierte Modelle setzen aus konzeptioneller Sicht auf der Ebene des Prozessmanagements an. Organisationseinheiten kommunizieren und interagieren mit Einheiten der eigenen Organisation oder externen Organisationseinheiten des gemeinsamen Handlungsbereichs (Subsystem der Umwelt). Die inhaltliche Präzisierung dieser Zusammenarbeit findet mittels Modellierung von Geschäftsprozessen statt. Der Raum der potenziell verfügbaren Aktivitäten umfasst wertschöpfende und verwaltende Dienste. Bei einer Entflechtung der vorhandenen Beziehungen zwischen den unterschiedlichen Organisationseinheiten und Akteuren entsteht daher das Verständnis, dass Prozesse aus der Bereitstellung und der Nutzung generischer Dienste (Services) zusammengesetzt sind⁴. Die Kombination und Ausgestaltung der Sammlung von informationstechnischen Diensten (IT-Diensten), welche die betrieblichen Wertschöpfungsdienste repräsentieren, führt schließlich zum Aufbau einer service-orientierten Architektur.

3.1 Konzept und Aufbau service-orientierter Architekturen

Der Begriff der service-orientierten Architektur (SOA) geht auf Standardisierungsbestrebungen des W3C-Konsortiums und Entwicklungen der Softwareindustrie zurück [Cha⁺02; Reit04; SpWi04]. Als technologischer Ansatz zur „Maschine-zu-Maschine“-Kommunikation basiert die SOA auf dem grundlegenden Gedanken, Ressourcen in verteilten Systemen mittels Bereitstellung von Diensten verfügbar bzw. nutzbar zu machen. Übergeordnetes Ziel dieser Architektur ist es, Informationssysteme unter Ausnutzung standardisierter Schnittstellen und Formate lose zu koppeln [He03]. Diese IT-Dienste sind über Datennetze (z. B. Internet) verfügbar und können nach Bedarf genutzt und kombiniert werden. Hierzu existieren mind. jeweils ein Serviceanbieter und ein Servicenachfrager (Abbildung 3). Der Serviceanbieter entwickelt Dienste und stellt diese technisch bereit. Der Servicenachfrager hat Bedarf nach spezifischen Funktionen, die in den eigenen Systemen nicht zur Verfügung stehen und mittels externer Dienste durchgeführt werden können. Damit Dienste gefunden werden können, existieren Diensteverzeichnisse, die deren prinzipielle Verfügbarkeit aufzeigen und semantische Informationen liefern, die zur Nutzung des Service notwendig sind. Serviceanbieter, -nachfrager und Diensteverzeichnis sind die drei verfügbaren Rollen in der SOA. Verbunden mit den Rollen der SOA sind drei Aktivitäten bzw. Verhaltensprozesse. Damit Dienste auffindbar sind, muss eine Dienstbeschreibung veröffentlicht werden („Eintragen“). Bei der Suche eines Dienstes erhält der Servicenachfrager die bereits veröffentlichte Beschreibung („Finden“). Auf Basis dieser Informationen können Entscheidungen hinsichtlich der Verwendbarkeit des Dienstes getroffen werden. Wird ein Service schließlich angefordert, so kommt es zur Interaktion bzw. Dienstverknüpfung zwischen Serviceanbieter und Service-

⁴ Die Begriffe „Dienst“ und „Service“ werden in diesem Beitrag synonym verwendet.

nachfrager („Ausführen“). Die zur Ausführung des Service notwendigen Anforderungen sind ebenfalls in der Dienstbeschreibung enthalten.

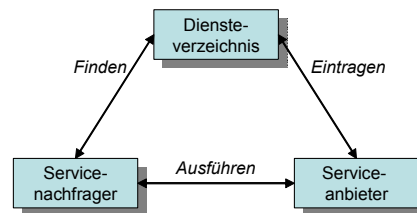


Abbildung 3: Prinzip der service-orientierten Architektur (in Anlehnung an [Cha⁺02])

Unternehmen und Unternehmensnetzwerke können als Kopplung einer Vielzahl von Diensten verstanden werden. In Erweiterung zu der grundlegenden Darstellung des service-orientierten Ansatzes müssen für eine SOA die Services und Interaktionen zwischen den beteiligten Akteuren detailliert spezifiziert werden. Aus einzelnen Services wird somit eine Architektur, die aus einer organisatorischen Sicht die betrieblichen Prozesse und aus einer technologischen Sicht die notwendigen, systemtechnischen Integrationsbereiche spezifiziert.

3.2 Technologische Umsetzung

Zur Umsetzung service-orientierter Architekturen sind mittlerweile unterschiedliche Technologien verfügbar. Diese umfassen einerseits grundlegende Technologieparadigmen und andererseits Anbieter spezifischer Softwareprodukte zur technischen Realisierung (s. Übersicht in [Hahn03]). Der folgende Abschnitt greift zwei der erstgenannten Technologien heraus und beschreibt den Einsatz von Web Services und Softwareagenten zur Entwicklung service-orientierter Architekturen.

3.2.1 Web Services

Das W3C-Konsortium entwickelt in einer Arbeitsgruppe die „Web Service Architecture“ und definiert Web Services wie folgt: „A Web service is a software system designed to support interoperable machine-to-machine interaction over a network. It has an interface described in a machine-processable format (specifically WSDL). Other systems interact with the Web service in a manner prescribed by its description using SOAP messages, typically conveyed using HTTP with an XML serialization in conjunction with other Web-related standards“ [Boo⁺04]. Hierfür wurden u. a. drei grundlegende Technologien entwickelt, die auf dem XML-

Standard basieren: SOAP⁵, WSDL (Web Services Description Language) und UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) (Abbildung 4).

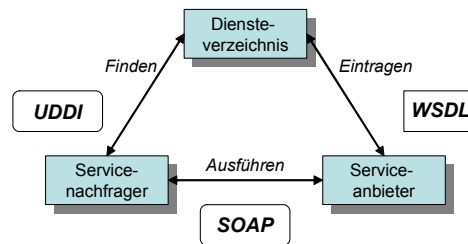


Abbildung 4: Technologien für Web Services

Die „*Web Service Description Language*“ wird zur Beschreibung und Formalisierung eines Web Services verwendet und liegt aktuell als Arbeitsentwurf in der Version 2.0 vor. Die WSDL ermöglicht die Trennung von Beschreibung und Funktion des Web Service im Sinne von Metadaten, wie z. B. Erreichbarkeit und Ort des Web Service [Chi⁺04]. Die „*Universal Description, Discovery and Integration*“ erlaubt die Eintragung und Suche von bzw. nach Web Services in Verzeichnissen. Mittels Taxonomien sind weiterhin Kategorisierungen der Services möglich [UDDI00; Mane03]. Ein potenzieller Nutzer sucht mit Hilfe eines UDDI-Servers nach geeigneten Web Services. Kommt es zu einer erfolgreichen Suche, kommuniziert der Nutzer direkt mit dem Serviceanbieter des Web Service, um die Ausführung des Web Services zu initiieren [KoLe04]. Die Verarbeitungsvorschrift des Web Service wird schließlich durch das Protokoll *SOAP* festgelegt. SOAP 1.2 ist eine Spezifikation des W3C-Konsortiums und definiert plattformunabhängig den XML-basierten Nachrichtenaustausch innerhalb eines verteilten und dezentralen Rechnernetzes. Eine SOAP-Nachricht enthält Systeminformationen (z. B. Verarbeitungs- oder Sicherheitsvorgaben) und die eigentliche Nachricht, d. h. die semantische Information für das Zielsystem.

3.2.2 Softwareagenten

Agenten sind Softwareeinheiten, die in der Lage sind, ihr Umfeld wahrzunehmen und zu verändern [RuNo95]. Sie sind – gemäß einem systemtheoretischen Ansatz – als Element des Systems in eine Umwelt eingebettet, können autonom handeln und ihr Verhalten an Veränderungen anpassen [BoGa88]. Weiterhin weisen Softwareagenten quasi-soziale Eigenschaften auf, d. h. sie erkennen benachbarte Systeme und können mit diesen kommunizieren [WoJe95]. Als Zusammenschluss von Agenten bestehen Multiagentensysteme (MAS) aus mindestens zwei Agenten,

⁵ Früher: Simple Object Access Protocol, seit SOAP 1.2 wird auf die Nennung des Akronym verzichtet

die zum Zweck der Lösung einer gestellten Aufgabe zusammenarbeiten. Die Kommunikation zwischen den Agenten lässt sich mittels Austausch von Nachrichten realisieren. Zu diesem Zweck hat die FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) die „Agent Communication Language“ (ACL) spezifiziert und standardisiert. In Form von Sprechakten und Diensten findet die Interaktion zwischen den Agenten statt, die vom reinen Austausch von Informationen bis zur Erfüllung komplexer Aufgaben reicht.

Die beiden dargestellten Technologien sind nicht ausschließlich als alternative Ansätze zu bewerten. In ihrer Kombination bieten Web Services als flexibles Integrationsinstrument Dienste an, deren systemübergreifende Kopplung jedoch auf Erkenntnissen der Agententechnologie basiert [Huhn03]. Zur Anwendung kommen hierbei Methoden der adaptiven Koordination, wie z. B. Planen [Mart92], Verhandeln [SmDa80] oder kooperatives Problemlösen [BoGa88].

4 Service-orientierte Architekturen für „Mass Customization“ innerhalb der Schuhindustrie

Der folgende Abschnitt zur Beschreibung einer SOA für MC teilt sich in drei Bereiche: Zunächst werden grundlegende Dienste abgeleitet, die zwischen den beteiligten Personen bzw. Organisationen ablaufen (vgl. Akteursmodell). Im Anschluss wird beispielhaft ein MC-Produkt definiert, das mittels Konfiguration auf die Kundenwünsche angepasst werden kann (Produktmodell). Schließlich zeigt das Gesamtmodell der SOA, wie sich für die Schuhindustrie ein MC-Wertschöpfungsnetzwerk entwickeln lässt und mittels welcher Services die beteiligten Akteure interagieren.

4.1 Dienste

Die Anwendung des service-orientierten Ansatzes für die kundenindividuelle Schuhproduktion ist Abbildung 5 zu entnehmen. So stellen die Akteure jeweils sowohl Anbieter als auch Nachfrager bestimmter Wertschöpfungsdienste dar. Die Leistung dieser generischen Dienste ist an der Interaktionsbeziehung angetragenen. Das dargestellte Wertschöpfungsnetzwerk konkretisiert die allgemeine Darstellung der typischen Akteurskonstellation von Abbildung 3. Die Kunden spezifizieren die gewünschten Schuhe per Konfigurator, welcher vom Anbieter bereitgestellt wird. Der Anbieter kooperiert mit einem Produzenten, der die Koordination der Schuhherstellung übernimmt. Es besteht die alternative Wahl zwischen zwei Fabriken, die mit Zulieferern von Komponenten zusammenarbeiten (z. B. Lederlieferant). Die Zustellung der Produkte erfolgt indirekt über den Händler durch den Logistikdienstleister.

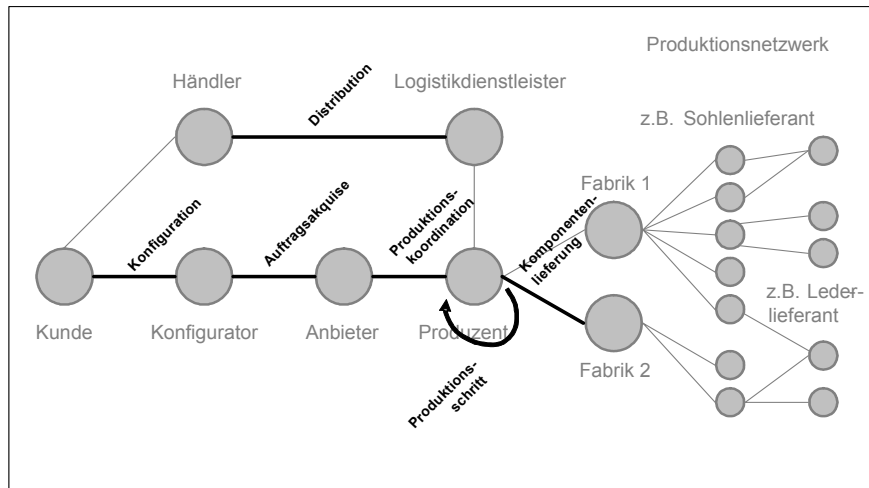


Abbildung 5: EwoMacs-Wertschöpfungsnetzwerk mit ausgewählten Diensten

Der Kunde nutzt den Service `Konfiguration` des Akteurs *Kunde* zur Spezifizierung der gewünschten Produktparameter. Im Sinne eines anbieterunabhängigen Konfigurators, greift der *Anbieter* auf den Service `Auftragsakquise` zurück, um neue Aufträge über die von ihm angebotenen Waren zu erhalten. Der *Produzent* bietet dem Anbieter den Service `Produktionskoordination` an, da dieser mit der realen Fertigung des Produktes beauftragt werden kann. Der Produzent ist zur Beschaffung Nachfrager der Services `Komponentenlieferung` und `Produktionsprozess`, falls dieser nicht alle Fertigungsschritte selbst durchführt, sondern auch auf die Dienste externer Sub-Produzenten zurückgreift. Der Service `Distribution` wird schließlich von dem Akteur nachgefragt, der Bedarf an logistischen Diensten hat (z. B. zwischen Produzent und Händler).

4.2 Produktmodell

Die möglichen Individualisierungsoptionen müssen bereits zu Beginn des Leistungsangebots spezifiziert sein. Die Informationen für Forschung und Entwicklung können historischen Daten, Kundeninformationen und der Marktforschung entnommen werden. Damit das Produkt „konfigurierbar“ wird, ist ein Produktmodell notwendig, das Produktbestandteile, Individualisierungsparameter und Konfigurationsrestriktionen umfasst. Abbildung 6 zeigt ein mögliches Produktmodell. Zur Notation wurde die auf der Teil-Ganzes-Relation basierende Methode von [WeMü81] verwendet, da diese mit der Erweiterung um Klassifikationsbäume mittels hierarchischer Generalisierung eine klare Visualisierung von Alternativen und Plausibilitäten ermöglicht [Hüm⁺02].

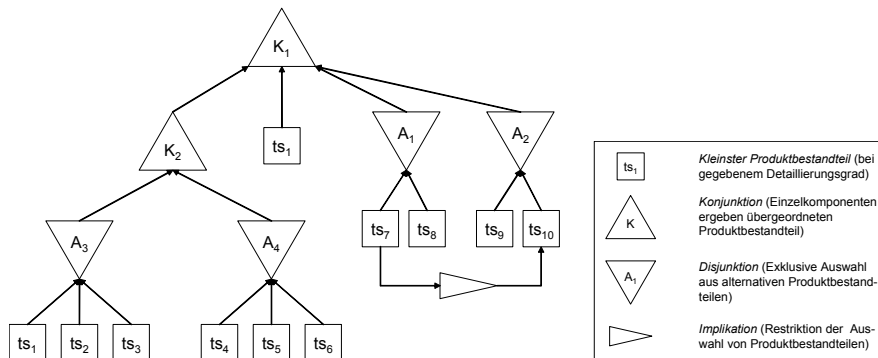


Abbildung 6: Produktmodell des Modellschuhs

Ein Schuh (K_1) besteht demnach aus einem Oberteil (K_2), einer Brandsohle (ts_1), einer Sohle (A_1) und einem Absatz (A_2). Das Oberteil besteht wiederum aus den zwei Komponenten Oberleder und Futterleder (A_3 , A_4), die jeweils aus einer Anzahl verfügbaren Lederarten bzw. -farben näher spezifiziert werden können (ts_1 , ts_2 , ... ts_6). Hinsichtlich der Sohle kann zwischen einer Gummi- oder Ledervariante gewählt werden (ts_7 , ts_8), für den Absatz steht eine dünne oder breite Variante zur Verfügung (ts_9 , ts_{10}). Für Sohle und Absatz existiert eine logische Einschränkung (Implikation), die besagt, dass bei Wahl einer Gummisohle der breite Absatz gewählt werden muss.

4.3 Gesamtmodell

Auf Basis des Akteurmodells und des Produktmodells sowie einer Spezifizierung der generischen Dienste ist in Abbildung 7 der Entwurf einer SOA für die MC-Schuhproduktion als UML-Diagramm notiert.

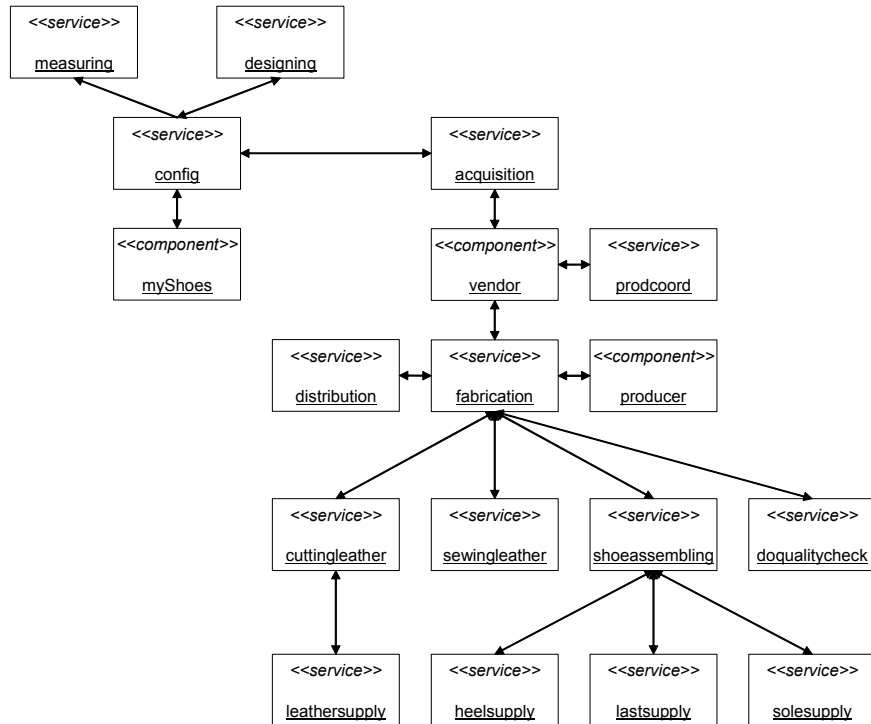


Abbildung 7: Dienste der SOA für die MC-Schuhproduktion

Zur Realisierung der Wertschöpfungsleistung wird ein globales Zusammenwirken und Ineinandergreifen der vorhandenen Services vorausgesetzt. Aus Sicht des Kunden stellt sich das Modell wie folgt dar: Ein Kunde spezifiziert seine Anforderungen und Wünsche an das Produkt, die in `myShoes` abgelegt werden. Diese Komponente übernimmt den Konfigurationsvorgang unter Nutzung des Services `config`. Die Spezifizierung findet nicht direkt zwischen Kunde und Service statt, da `myShoes` die technische Repräsentation des Kunden darstellt. Der Kunde als Person kann nicht unmittelbar, sondern über diese Benutzerschnittstelle mit dem Service interagieren. Der Konfigurationsservice verwendet seinerseits zwei Dienste: `measuring` zur Messung von Fußdaten und `designing` zu Ermittlung von Farb- und Gestaltungswünschen. Mit Abschluss der Konfiguration und der Auftragserteilung ist ein wesentlicher Bestandteil der Wertschöpfungskette durchlaufen. Die nächsten Abschnitte sollen aus Sicht des Anbieters (`vendor`) erläutert werden. Zur Akquise neuer Aufträge des Anbieters ist der Service `acquisition` eingerichtet. Unter Nutzung des Services `fabrication` wird die Herstellung der Produkte organisiert. Zur Spezialisierung bereits vorhandener Services anderer Akteure dient u. a. das dargestellte Produktmodell, aus dem sich die notwendigen Produktbestandteile ableiten lassen. So beziehen sich `supply-`

leather, cuttingleather und sewingleather auf die Komponente *Oberteil*. heelsupply, solesupply und lastsupply auf den Service shoeassembling und somit auf das gesamte Produkt. Der Service doqualitycheck umfasst Aktivitäten zur Qualitätskontrolle. Den physischen Transport des fertigen Produkts unterstützt der Service distribution. Die Durchführung der als Netzwerk von Diensten dargestellten Wertschöpfungsleistung wiederholt sich für jeden neuen Auftrag.

Innerhalb des technischen Systems sind alle Interaktionsbeziehungen als Informationsströme abgebildet. Da das Anwendungsszenarium in der Realwelt jedoch sowohl aus immateriellen (also informatorischen) als auch aus materiellen Strömen besteht, müssen Implementierungen einer derartigen Architektur die Wirkungsintensitäten der jeweiligen Services berücksichtigen. Davon abgesehen, dass die rein virtuelle bzw. digitale Abwicklung der Services im Sinne einer Simulation realer Prozesse zu verstehen ist, existieren in der Realität alternative Wirkungsintensitäten der Services. So kann ein Service rein auf immaterieller Ebene wirken, d. h. es entstehen keine induzierten Ereignisse auf der Ebene materieller Prozesse. Im Sinne eines Auslöseimpulses (Trigger) können auch Situationen auftreten, in denen ein Service einen materiellen Prozess initiiert, ohne dass dieser – bis auf z. B. Statusinformationen – Informationen mit umfangreichem semantischen Inhalt an die beteiligten Akteure sendet.

5 Verwandte Arbeiten

Es existieren mittlerweile mehrere Arbeiten, die den service-orientierten Ansatz zur Entwicklung von betrieblichen Informationssystemen bzw. deren Architekturen verwenden. Anforderungen, die sich spezifisch aus dem Konzept der kundenindividuellen Massenfertigung ergeben, werden bisher jedoch nicht ausdrücklich berücksichtigt.

Eine auf Web Services basierende Architektur zur Unterstützung des Lieferkettenmanagements wird in [PoGu03] dargestellt. Anhand von drei Akteuren (Kunde, Lieferant und Hersteller) wird insb. die Kapselung von Anwendungslogik zwischen den in der Wertschöpfungskette vorhandenen Diensten verdeutlicht. In [WoMa03] wird ein multilaterales Modell zur Kooperation von Wertschöpfungspartner eingeführt. Web Services unterstützen mittels Identifizierung von potentiellen Geschäftspartnern ad-hoc-Interaktionen zwischen vier Akteuren (Kunde, Verkäufer, Spediteur und Bank). Die Entwicklung von Web Services für elektronische Märkte ist in [Tiak03] beschrieben. Für die Akteure Kunde, Lieferant, Bank und Logistikdienstleister werden Dienste spezifiziert und innerhalb eines Gesamtmodells deren gegenseitigen Beziehungen erläutert. Die Unterstützung dynamischer Prozesse zwischen Organisationen wird in [Schm03] dargestellt. Hierzu wird eine auf Web Service basierende Architektur entwickelt, die insb. Anforde-

rungen wie Autonomie, Flexibilität, Skalierbarkeit, Erweiterbarkeit und Integrierbarkeit der Dienste erfüllt. Eine Sicht auf die vorhandenen Akteure ist nicht vorhanden. In [Kos⁺03] wird ein service-orientierter Ansatz zur Abbildung dynamischer Beschaffungsprozesse vorgestellt. Das Gesamtmodell enthält die Akteure Hersteller (dauerhaft oder temporär), Großhandel, Einzelhändler und Verband. Neben einer Erläuterung der Dienste aus daten- und funktionsorientierter Sicht wird das Auffinden von Geschäftspartnern mittels einer semantischen Erweiterung von UDDI fokussiert. Die Kombinationen agentenorientierter und Web Services basierter Ansätze sind in [ScMa97] und [Sin⁺02] dargestellt.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Beitrag beschreibt, wie service-orientierte Architekturen für Anwendungsszenarien der kundenindividuellen Massenfertigung eingesetzt werden können. Die als Anforderungen spezifizierten Eigenschaften des Systems (insb. die geforderte Dynamik und Flexibilität) werden abgebildet und die modellierten Wertschöpfungsnetzwerke lassen sich so den situativen Veränderungen anpassen. Die lose Kopplung der Akteure über Services bietet die technische Basis für betriebliche Wandlungsfähigkeit. Aufgrund des verstärkten Informationsaustausches kann die Forderung nach optimaler Informationsversorgung gemäß dem Ansatz der Informationslogistik bei den einzelnen Akteuren erfüllt werden.

Zur Umsetzung des Ansatzes werden zukünftige Arbeiten folgende Aspekte fokussieren:

- Beachtung organisatorischer Rahmenbedingungen aufgrund des service-orientierten Ansatzes (z. B. Offenlegung der Wertschöpfungsdaten).
- Semantische Beschreibung der Produkte und Wertschöpfungsprozesse.
- Bildung von Referenzmodellen für „Mass Customization“, um die Generalisierbarkeit des Ansatzes bewerten zu können.
- Überprüfung der branchen- und geschäftstypübergreifenden Übertragbarkeit.

Schließlich stehen die Erstellung des DV-Konzepts sowie eine Implementierung und die Evaluation des Prototyps hinsichtlich softwaretechnischer und betriebswirtschaftlicher Kennzahlen aus.

7 Danksagung

Teile der dargestellten Ergebnisse wurden gefördert von dem Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Forschungsprojekts „EwoMacs“ (Förderkennzeichen 02PD1121).

Literatur

- [Ande97] Anderson, D. M.: Agile product development for mass customization. Chicago 1997.
- [Boo⁺04] Booth, D.; Haas, H.; McCabe, F.; Newcomer, E.; Champion, M.; Ferris, Ch.; Orchard, D.: Web Services Architecture. W3C Working Group Note vom 11. Februar 2004. <http://www.w3.org/TR/2004/NOTE-ws-arch-20040211>. Abruf am 2004-10-14.
- [BoGa88] Bond, A. H.; Gasser, L.: Readings in Distributed Artificial Intelligence. San Mateo 1988.
- [Bull03] Bullinger, H.-J. (Hrsg.) Service Engineering: Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen. Berlin 2003.
- [Cha⁺02] Champion, M.; Ferris, Ch.; Newcomer, E.; Orchard, D.: Web Services Architecture. W3C Working Draft vom 14. November 2002. <http://www.w3.org/TR/2002/WD-ws-arch-20021114>. Abruf am 2004-10-14.
- [Chi⁺04] Chinnici, R.; Gudgin, M.; Moreau, J.-J.; Schlimmer, J.; Weerawarana, S.: Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0 Part 1: Core Language. W3C Working Draft vom 3. August 2004, <http://www.w3.org/TR/wsdl20>, Abruf am 2004-10-14.
- [Cors00] Corsten, H.: Produktionswirtschaft. Einführung in das industrielle Produktionsmanagement. München 2000.
- [DaMa97] Davidow, W. H.; Malone, M. S.: Das Virtuelle Unternehmen. Der Kunde als Co-Produzent. Frankfurt 1997.
- [Davi96] Davis, S. M.: Future Perfect. Reading 1996.
- [Die+03] Dietrich, A. J.; Timm, I. J.; Kirn, St.: Implications of Mass Customization on Business Information Systems. In: Piller, F. T.; Tseng, M. (Hrsg.): Proceedings of the 2003 World Congress on Mass Customization and Personalization (MCPC2003), München 2003. Publiziert auf CD-ROM.
- [DuFo96] Dufour, A.; Forte, M.: Leveraging Mass Customization through Information and Communication Technologies. Arbeitspapier am Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität Lausanne. Lausanne 1996.
- [Ewom02] Rahmenplan „EwoMacs – Entwicklung und Optimierung der Logistikstrukturen für Mass Customization in der Schuhindustrie“. Internes Projektdokument. 2002.

- [GiPi97] Gilmore, J. H.; Pine II, B. J.: The Four Faces of Mass Customization. In: Harvard Business Review 75 (1997) 1, S. 91-101.
- [Gron03] Gronau, N.: Wandlungsfähige Informationssystemarchitekturen – Nachhaltigkeit bei organisatorischem Wandel. Berlin 2003.
- [Hahn03] Hahn, A.: E-Business-Standards für die Kunden-Lieferanten-Integration. In: PPS Management 8 (2003) 1, S. 25-28.
- [HDS04] Hauptverband der Deutschen Schuhindustrie: 20-Jahres-Vergleich der deutschen Schuhindustrie. In: Die Schuhwirtschaft in Zahlen 2004/05 (im Erscheinen).
- [He03] He, H.: What is Service-Oriented Architecture. 30.09.2003.
<http://www.xml.com/pub/a/ws/2003/09/30/soa.html>. Abruf am 2004-10-14.
- [Huhn03] Huhns, M. N.: Software Agents: The Future of Web Services. In: Tianfield, H.; Unland, R. (Hrsg.): Agent Technologies, Infrastructures, Tools, and Applications for E-Services. Berlin 2003, S. 1-18.
- [Hüm⁺02] Hümmer, W.; Lehner, W.; Wedekind, H.: Contracting in the Days of eBusiness. In: ACM Sigmod Record 31 (2002) 1.
- [IWD02] Institut der deutschen Wirtschaft: Wachstums-Beschleuniger. In: iwd – Informationsdienst des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln. Nr. 40, 3. Oktober 2002.
<http://www.iwkoeln.de/default.aspx?p=contenthigh&i=16217>. Abruf am 2004-10-14.
- [Kos⁺03] Koshida, T.; Kaneyama, T.; Hatano, K.; Uemura, S.: A Realization of the Dynamic Procurement Web Service in Practical Use Case. In: Proceedings of the Second Workshop on e-Business WeB2003. Seattle, USA 2003, S. 153-159.
- [KoLe04] Kossmann, D.; Leymann, F.: Web Services. In: Informatik Spektrum 27 (2004) 2, S. 117-128.
- [LaMi96] Lampel, J.; Mintzberg, H.: Customizing customization. In: Sloan Management Review 37 (1996) 1, S. 21-30.
- [Lock04] Lockemann, P. C.: Dienstorientiertes Rechnen: Ein neues Paradigma der Softwaretechnik? In: Spath, D.; Haasis, K. (Hrsg.): Aktuelle Trends in der Softwareforschung. Tagungsband zum DoIT-Software-Forschungstag am 18. November 2003. Stuttgart 2004, S. 3-14.
- [Mane03] Manes, A. T.: Web Services: A Manager's Guide. Addison Wesley. Boston 2003.
- [Mart92] Martial, F. v.: Coordinating plans of autonomous agents. Berlin 1992.
- [Maye93] Mayer, R.: Strategien erfolgreicher Produktgestaltung: Individualisierung und Standardisierung. Wiesbaden 1993.
- [PaGe03] Papazoglou, M. P.; Georgakopoulos, D.: Service-oriented Computing. In: Communications of the ACM 46 (2003) 10, S. 25-28.
- [Paw⁺04] Pawlaszczyk, D.; Dietrich, A. J.; Timm, I. J.; Otto, St.; Kirm, St.: Ontologies Supporting Cooperations in Mass Customization – A Pragmatic Approach. In: Piotrowski, M. (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Mass Customization and Personalization 2004 – Theory and Practice in Central Europe. Rzeszów, Poland 2004.

- [Pill03] Piller, F. T.: Mass Customization – Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. Wiesbaden 2003.
- [Pine94] Pine II, B. Joseph: Maßgeschneiderte Massenfertigung. Wien 1994.
- [PoGu03] Pour, G.; Guo, Y.: Web Service-Oriented Architecture For Supply Chain Management. In: Arabnia, H. R.; Mun, Y. (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Internet Computing, IC '03, Volume 2. Las Vegas, USA 2003, S. 702-708.
- [ReBe94] Reiß, M.; Beck, T. C.: Mass Customization, Ein Weg zur wettbewerbsfähigen Fabrik. In: Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung und Automatisierung 89 (1994) 11, S. 570-573.
- [Reit04] Reiter, M.: Traum von flexiblen Abläufen rückt näher. In: Computer Zeitung 35 (2004) 18. S. 1.
- [Rei⁺00] Reichwald, R.; Piller, F. T.; Möslin, K.; Lohse, C.: Broker Models for Mass Customization based Electronic Commerce. In: Proceedings of the 6th Americas Conference on Information Systems (AMCIS) 2000. Long Beach, USA 2000, S. 750-756.
- [RuNo95] Russell, S.; Norvig, P.: Artificial intelligence: a modern approach. New Jersey 1995.
- [Schm03] Schmidt, R.: Web Services Based Architectures to Support Dynamic Inter-organizational Business Processes. In: Jeckle, M.; Zhang, L.-J. (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Web Services, ICWS-Europe 2003, LNCS 2853, Berlin 2003, S. 123-136.
- [Schn97] Schnäbele, P.: Mass Customized Marketing – Effiziente Individualisierung von Vermarktungsobjekten und -prozessen. Wiesbaden 1997.
- [Schn99] Schneider, H.: Produktion als Dienstleistungsprozeß – ein theoretischer Rahmen. In: Corsten, H.; Schneider, H. (Hrsg.): Wettbewerbsfaktor Dienstleistung. München 1999, S. 215-239.
- [ScMa97] Schulze, B.; Madeira, E. R. M.: Contracting and Moving Agents in Distributed Applications Based on a Service-Oriented Architecture. In: Rothermel, K.; Popescu-Zeletin, R. (Hrsg.): Mobile Agents, First International Workshop, MA'97, Berlin 1997, S. 74-85.
- [Sin⁺02] Singh, R.; Iyer, L. S.; Salam, A. F.: Agents and Web Services in an E-Supply Chain. In: Proceedings of the 8th Americas Conference on Information Systems (AMCIS) 2002. Dallas, USA 2002, S. 1489-1494.
- [Sug⁺03] Sugumaran, V.; Kirn St.; Dietrich, A. J.: Towards an Agent-Based Mass Customization Environment: Architecture and Coordination. In: Proceedings of the Second Workshop on e-Business WeB2003. Seattle, USA 2003, S. 329-335.
- [SmDa80] Smith, R.; Davis, R.: Frameworks for cooperation in distributed problem solving. In: IEEE Transactions of Systems, Man and Cybernetics, 11 (1981) 1.
- [SpWi04] Sprott, D.; Wilkes, L.: Understanding Service-Oriented Architecture. Januar 2004. <http://msdn.microsoft.com/library/en-us/dnmaj/html/aj1soa.asp>. Abruf am 2004-10-14.

- [SzKl93] Szyperski, N.; Klein, St.: Informationslogistik und virtuelle Organisationen. In: Die Betriebswirtschaft 53 (1993) 2, S. 187-209.
- [Tiak03] Tiako, P. F.: Web-Services Modeling for E-Marketplace. In: Proceedings of the 2003 IEEE-Symposium on Applications and the Internet (SAINT). Workshop on Service Oriented Computing: Models, Architectures and Applications. Orlando, USA 2003, S. 111-115.
- [Toff70] Toffler, A.: Future Shock. New York 1970.
- [TsPi03] Tseng, M. M.; Piller, F. T. (Hrsg.): The Customer Centric Enterprise: Advances in Mass Customization and Personalization. New York, Berlin 2003.
- [UDDI00] UDDI. Technical White Paper vom 06.09.2000.
http://www.uddi.org/pubs/Iru_UDDI_Technical_White_Paper.pdf. Abruf am 2004-10-14.
- [VDA03] Verband der Automobilindustrie: Jahresbericht Auto 2003. Juni 2003, S. 65.
- [WeMü81] Wedekind, H.; Müller, T.: Stücklistenorganisation bei einer großen Variantenzahl. In: Angewandte Informatik 23 (1981) 9, S. 377-383.
- [WoJe95] Wooldridge, M.; Jennings, J.R.: Agent Theories, Architectures, and Languages: a Survey. In: Wooldridge, M.; Jennings, J. R. (Hrsg.): Intelligent Agents. Berlin 1995.
- [WoMa03] Wombacher, A.; Mahleko, B.: Ad-Hoc Business Processes in Web Services. In: Proceedings of the 2003 IEEE-Symposium on Applications and the Internet (SAINT). Workshop on Service Oriented Computing: Models, Architectures and Applications. Orlando, USA 2003, S. 101-105.
- [WuGr80] Wunderer, R.; Grunwald, W.: Führungslehre, Band 1: Grundlagen der Führung. Berlin 1980.