Von der Vernetzung von Unternehmen zur Vernetzung von Dingen

Elgar Fleisch

Erscheint in: Schögel, M., Tomczak, T., *Roadm@p to E-Business, Thesis, St. Gallen, 2001*

„...kommt es mir so vor, als sei das rasante Wachstum des WWW nur der Zündfunke einer viel gewaltigeren Explosion gewesen. Sie wird losbrechen, sobald die Dinge das Internet nutzen...“ Neil Gershenfeld, MIT Media Lab

1 Entwicklungsphasen der Informatisierung

Die Unternehmen haben in den letzten 30 Jahren integrierte Geschäftsprozesse geschaffen und damit Kosten gesenkt, Durchlaufzeiten reduziert und Produktvarianten beherrschbar(er) gemacht. Ermöglicht haben diese Fortschritte einerseits die konsequente Prozeßorientierung (Business Process Engineering) und andererseits Enterprise Resource Planning-Systeme, wie z.B. R/3 von SAP. Auf die Integration der innerbetrieblichen Prozesse folgt nun die Koordination der zwischenbetrieblichen Prozesse. Die Unternehmen erkennen, daß Geschäftsprozesse nicht an den Unternehmensgrenzen enden – sie interpretieren die Wirtschaft zunehmend als ein Netzwerk von Prozessen quer zu rechtlichen Unternehmensgrenzen. Neue überbetriebliche Prozesse und eine neue technische und vor allem geschäftliche Infrastruktur sind im Entstehen. Sie basieren auf dem Internet, neuen Softwarelösungen und vielfältigen Serviceanbietern.

An den zur Informatisierung führenden Entwicklungsstufen läßt sich die Bedeutung erkennen, die der IT bei dieser überbetrieblichen Vernetzung zukommt. Der Integrationsbereich kann dabei als Indikator für den Informatisierungsgrad eines Unternehmens angenommen werden. Der Integrationsbereich beschreibt die Anzahl der Aufgaben, die ein Unternehmen in einem integrierten Informationssystem ausführt. Zu Anfang der Informatisierung war der Integrationsbereich noch ziemlich klein. Mit zunehmender Entwicklung der Technologie nahm auch der Integrationsbereich zu. Bei dieser Entwicklung lassen sich sechs Stufen unterscheiden (vgl. Abbildung 1).

Stufe 1 (70er Jahre): Ziel der *Informatisierung einzelner Funktionen* war es, einzelne Geschäftsfunktionen wie z.B. die Fakturierung zu automatisieren. Manuelle Vorgänge werden dabei unverändert dem Computer übertragen. Das Ergebnis sind isolierte Lösungen, d.h. separate Informationssysteme, die Einzelvorgänge effizient unterstützen.

Stufe 2 (80er Jahre): Durch die *Informatisierung von Funktionsbereichen*, wie z.B. Produktion, Finanzbuchhaltung oder Distribution wurde eine Integration innerhalb der wichtigsten Geschäftsfunktionsbereiche erreicht und damit die Effizienz ganzer Abteilungen verbessert. IT ermöglichte erstmals neue Methoden wie z.B. Produktions- und Finanzplanung anzuwenden, durch die Geschäftsprozesse umgeformt und die Mitarbeiter mit neuen Herausforderungen konfrontiert werden.

Stufe 3 (90er Jahre): Die Entwicklung von Enterprise Resource Planning-Systemen (ERP-Systeme) bot den Unternehmen die Möglichkeit, abteilungs- bzw. funktionsübergreifend *integrierte Prozesse* einzuführen. Damit konnten durchgängige Prozesse

(z.B. Auftragsbearbeitung) vom Kunden (z.B. Verkauf, Auftragserfassung) und zum Kunden (z.B. Vertrieb, Rechnungsstellung, Zahlungseingang) eingerichtet werden. ERP-Systeme wurden bald zum Nervensystem der Unternehmen und ermöglichten jedem (berechtigten) Mitarbeiter unverzögerten Zugang zu allen Betriebsinformationen.

Stufe 4 (90er Jahre): Parallel zur Einführung von ERP-Systemen gingen einige Unternehmen dazu über, Verflechtungen mit ihren Kunden oder Lieferanten zu schaffen. Sie begannen z.B. Systeme zum *elektronischen Datenaustausch* (Electronic Data Interchange bzw. EDI) einzusetzen, um Massentransaktionen effizient abzuwickeln. Dies führte dann zum Aufbau ziemlich aufwendiger 1:1- oder 1:n-Beziehungen – einer der wichtigen Gründe, weshalb EDI nicht die erwartete flächendeckende Verbreitung fand.

Stufe 5 (ca. 1990-2005): In dieser Phase verlangt der Käufermarkt einen neuen kundenorientierten Ansatz. Es sind nun die Prozesse der Kunden des Unternehmens, die den Ausgangspunkt für die Gestaltung eigener Dienstleistungen und Prozesse bilden. Neue IT-Systeme für Supply Chain Management (SCM) und Electronic Commerce (EC) erfüllen diese Voraussetzungen, indem sie die überbetriebliche Integration von Informationen und Prozessen und damit einen Schritt hin zur Vision des grenzenlosen Unternehmens ermöglichen. Diese *m:n-Vernetzung* interner und externer Geschäftseinheiten stützt sich auf eine Vernetzungsinfrastruktur, den sogenannten Business Bus, die analog dem Straßennetz aus der physischen Welt funktioniert: enthalten sind Normen (z.B. Straßenbreite, Verkehrsschilder, Verkehrsvorschriften), Koordinationstechnologien und -systeme (z.B. Ampeln, GPS-Systeme) und Dienstleistungen (z.B. Polizei, Straßenwartung, Gebühren, Mautabgaben, Automobilclubs).

Phase 6 (ab 2002): Die zunehmende Miniaturisierung von Informationsverarbeitungs- und Kommunikationsgeräten führt zu einer neuen Ära der Vernetzung in der die physische betriebliche Realität automatisch mit deren Abbildung in den betrieblichen Informationssystemen kommuniziert. Intelligente Dinge wie Verbrauchsgüter (z.B. Mineralwasserflaschen, Textilien), Industriegüter (z.B. Türen, Wasserbehälter), Rohstoffe (z.B. Boden, Wasser, Holz) und Produktionsmittel (z.B. Container, Paletten, Werkzeugmaschinen) eröffnen neue Perspektiven in der Innovation von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen. Eine Vorstellung über Art und Ausmaß der Entwicklungen, die für die nächsten 5 bis 10 Jahre im Business Networking kennzeichnend sein werden, versucht folgender Abschnitt zu vermitteln.

Abbildung 1: Entwicklungsphasen der „Informatisierung“ von Unternehmen

2 Vision des Ubiquitous Computing

Ubiquitous Computing (UC), oft auch Pervasive Computing genannt, ist die Basistechnologie für den nächsten Innovationsschub nach dem e-Business. Sie ermöglicht „schlaue“ Dinge, wie z.B. intelligente Arzneimittel, Handelsware oder Autoersatzteile, Transportbehälter oder Laboreinrichtungen. Intelligente Dinge setzen sich aus klassischen physischen Produkten (Atomen) und darin integrierten und weitgehend unsichtbaren Minicomputern, wie z.B. Sensoren, Sendern und Smart Labels mit Daten und Software (Bits) zusammen. Sie sind ein logische nächster Schritt in der Weiterentwicklung der Informationsverarbeitung (siehe Abbildung 2).

Schon seit einiger Zeit entwickeln Forschungszentren aus dem IT-Bereich Anwendungen von intelligenten Dingen – allerdings stark konzentriert auf Anwendungsgebiete, welche die Forscher von ihrem Privat- oder Arbeitsleben her kennen. Sie automatisieren daher nahezu ausschliesslich Büros, Klassenzimmer und Küchen. Die Folge sind *intelligente Konsumgüter*, wie Toaster oder Kühlschränke, die einen betriebswirtschaftlichen Nutzen nur schwer erkennen lassen und zudem „Brave new world“-Ängste von Endkonsumenten schüren.

Viel interessanter scheinen Anwendungen in der „Business-to-Business“-Welt zu sein. Visionen für solche Anwendungen sind:

- Die Blutkonserve erkennt, dass sie laufend wärmer wird oder dass ihr Ablaufdatum kurz bevorsteht und alarmiert selbständig die verantwortlichen Personen wie Arzt oder Logistiker.
- Das Spitalbett zeichnet die tatsächliche Medikation seines Patienten auf, alarmiert bei falscher Medikation und führt die Abrechnung durch (... in den USA sterben jährlich 40.000 Patienten an falscher Medikation)
- Das Regal bestimmt den Preis der Produkte aufgrund der Nachfrage, Verderblichkeit, Uhrzeit etc. Vernetzte Preisschilder und Werbeflächen weisen in Echtzeit auf neue Preise und Sonderangebote hin. Der Einkaufswagen stellt die Rechnung während seiner Bestückung zusammen. Am Ausgang erhält der Kunde einen Beleg, die Summe wird dem Konto des Kunden belastet.
- Der Transportbehälter weiss jederzeit, mit welchen Inhalten er beladen ist, woher er kommt und wann er wo sein muss. Tritt irgend eine Störung ein, wird er beispielsweise in einer Werkshalle vergessen, also länger nicht bewegt, so meldet er sich automatisch beim Vorarbeiter.
- Die Bohrmaschine schreibt ihre Betriebsdaten mit und teilt dem Handwerker den vorzeitigen Verschleiss mit, gewährt dem Hersteller Einblick in die Verwendung seiner Produkte und ermöglicht der Bauleitung eine effektivere Diebstahlsicherung.
- Das Autoersatzteil kann fälschungssicher und lückenlos seine gesamte Lebensgeschichte wiedergeben – von der Produktion über Transport, Lagerung und Einbau bis zur Entsorgung.

Abbildung 2: Technische Entwicklungsphasen der Informationsverarbeitung

3 Betriebswirtschaftliche Nutzen vernetzter Dinge

Mit der Informationstechnologie des Ubiquitous Computing können in den nächsten zwei bis fünf Jahren die meisten physischen Güter von „dummen Dingen“ in „intelligente, aufmerksame Dinge“ umgewandelt werden: Jedes Produkt bzw. Produktionsmittel erhält einen kleinen, kostengünstigen und leistungsstarken Mikrochip und wird damit zum „Ding das denkt“. Dinge, die denken, können selbständig Informationen aus ihrer Umgebung aufnehmen (Temperatur, Lagerort), verarbeiten (Temperatur zu hoch? Lagerort richtig?), versenden (Achtung, Temperatur wird bald zu hoch, hier bin ich) und damit ohne menschliche Intervention und ohne Medienbruch untereinander und mit der IT-Welt (unternehmensinterne Systeme, Internet) kommunizieren.

Die Folge sind neue - heute kaum vorstellbare - Geschäftsprozesse, die Kunden wie Lieferanten hohen Zusatznutzen stiften. Sie helfen einerseits Durchlaufzeiten, Lagerbestände, Risiken und Fehlerraten drastisch zu reduzieren und ermöglichen andererseits zahlreiche neue Services und die konsequente Individualisierung bzw. Personalisierung von Gütern über deren gesamten Lebenszyklus.

Intelligente Dinge automatisieren die Dateneingabe. Sie verhindern damit Medienbrüche und führen zu neuen inner- und überbetrieblichen Prozessen. Bis heute konzentrierten sich Forschung und Praxis primär auf die Vernetzung von Unternehmen, Prozessen, Informationssystemen und Menschen. Sie verwenden dabei die Vermeidung von Medienbrüchen als zentrales Argument zur Steigerung der Effizienz in Netzwerken. Ein häufig genanntes Beispiel für einen Medienbruch ist die mehrfache Erfassung eines Auftrags in unterschiedlichen betrieblichen Informationssystemen innerhalb einer Wertschöpfungskette. Ein Medienbruch ist vergleichbar mit einem fehlenden Glied in einer Informationskette und ist Mitursache für Langsamkeit, Intransparenz, Fehleranfälligkeit etc. inner- und überbetrieblicher Prozesse.

UC adressiert das zur Zeit größte Problem der Informationsverarbeitung: den Medienbruch bei der Dateneingabe. Ihr Ziel ist es, die physische Welt (Menschen, Produkte, Betriebsmittel, etc.) mit der Informationssystemwelt (z.B. ERP-, EC-, und SCP-Systeme sowie lokale, regionale und globale Informationsnetzwerke) zeitnah und kostengünstig zu vernetzen und damit die Lücke zwischen der physischen betrieblichen Realität und ihrem informationstechnologischen Abbild zu schließen (vgl. Abbildung 3). Dies gelingt erst dann, wenn es den Menschen als Mediator zwischen physischer

und informatischer Welt nicht mehr braucht, d.h. wenn physische Ressourcen ohne menschliche Intervention automatisch mit den Rechnernetzwerken (oder unter sich) kommunizieren.

Abbildung 3: Betriebswirtschaftlicher Effekt des UC

Mit den heute in der Praxis eingesetzten Technologien zur Vernetzung von physischen Ressourcen mit Informationssystemen wie z.B. der Dateneingabe von Hand über die Tastatur, der Spracheingabe oder dem Scannen von Barcodes ist dies noch nicht möglich. Aktuelle Entwicklungen im Bereich von passiven und aktiven Tags, die auf der Radio Frequency Identification (RFID)-Technologie aufbauen, zeigen jedoch einen denkbaren Entwicklungspfad auf. Sie führen zu neuen Szenarien, in welchen Unternehmen ihr physisches Anlage- und Umlaufvermögen (Dinge) animieren, d.h. mit Intelligenz ausstatten und diese intelligenten Dinge automatisch mit internen und externen Informationssystemen verknüpfen (vgl. Abschnitt 5). UC ermöglicht damit eine neue Qualität von zentral und dezentral gesteuerten Prozessen, die von der dynamischen Preisbildung für einen Milchtüte (nach der Differenz zwischen der aktuellen Zeit und dem Erntezeitpunkt, der Temperatur in der Auslage und der Qualität der um den Verkauf konkurrierenden anderen Milchtüten) bis zur inner- und überbetrieblichen Logistik reichen.

Wie beim e-Business werden sich auch beim UC nur jene Technologien und Szenarien durchsetzen, die letztlich den Shareholder Value steigern, d.h. den Wert und Gewinn von Unternehmen nachhaltig erhöhen.

Intelligente Dinge vernetzen sich mobil über das Internet und ermöglichen neue Services und neue kostensparende Geschäftsprozesse. Sie stiften Nutzen in den Bereichen *Quellennachweis*, *Fälschungssicherheit*, *1:1 Marketing*, *Mass Customizing*, *Wartung und Reparatur*, *Diebstahl und Schwund*, *Rückrufaktion*, *Sicherheit und Haftung*, *Überwachung*, *Entsorgung* und *Wiederverwertung* und *Data Capturing*. Intelligente Dinge führen damit zu neuen *Supply Chain Management*, *Product Life Cycle Management* und *Customer Relationship Management* Prozessen.

4 Zusammenspiel von E-Business und Ubiquitous Computing

UC ermöglicht das Verteilen von Wissen an den Ort, an dem das Wissen verwendet bzw. erzeugt wird. Dies kann beispielsweise ein lokales intelligentes Ding sein, eine lokale Gruppe von intelligenten Dingen oder ein globales Informationssystem. Den Erkenntnissen der Komplexitätstheorie folgend formuliert [Kelly 1998, 18] „Numerous small things connected together into a network generate tremendous power. But this swarm power will need some kind of minimal governance for the top to maximize its usefulness. [...] With the invention of a few distributed systems. Such as the internet, we have merely probed the potential of what minimally centralized networks can do...“. Wenn die plakativen Regeln „Distribute Being“ bzw. „Control from Bottom-up“ sich in der Realität von UC-Lösungen bewähren, öffnen intelligente Dinge eine neue Tür zur Steuerung komplexer Systeme.

Die Fragen nach Form und Grad der Verteilung von Funktionen und Daten auf globale und lokale Informationssysteme bleiben bisher unbeantwortet. Sie sind ein heute noch wenig durchdrungener Gegenstand klassischer Disziplinen wie z.B. jene der Organisationstheorie (Zentrale vs. Dezentrale Organisationsstrukturen) und der Informatik (Verteilte Informationssysteme) von denen sich die UC-Forschung Anleitung holen wird müssen.

Abbildung 4 zeigt, wie sich die Fähigkeit zur Komplexitätsbewältigung durch UC auf die betriebliche Informationsverarbeitung auswirken kann. Die kostenintensiven Mainframe- und Client/Server-Architekturen gekoppelt mit dem Medienbruch Dateneingabe, lassen heute lediglich die zeitnahe Abbildung der teuren Ressourcen (A-Ressourcen) in den betrieblichen Informationssystemen wirtschaftlich zu. Die Abbildung der billigen und in Massen vorkommenden Ressourcen (C-Ressourcen) ist heute nicht wirtschaftlich machbar.

Der steigende Kostendruck am Markt fordert zunehmend das punktgenaue und damit Informationssystem-gestützte Management auch der B- und C-Ressourcen, wie z.B. der Transportbehälter der Chip AG aus dem nächsten Abschnitt. Fehlende oder falsch bestückte Transportbehälter können hier zu einem sehr kostspieligen Produktionsunterbruch führen. Mit den Technologien der intelligenten Geräte und Dinge zeigt UC einen Weg, die Integrationstiefe auf B- und C-Ressourcen zu erweitern ohne eine Kostenexplosion zu verursachen. Die nächsten Jahre werden zeigen, ob dieser UC-Trend die betriebliche Realität richtig beschreibt.

UC und e-Business schliessen sich weder aus, noch bilden sie eine klare Sequenz – sie überlagern sich. Während UC die Integrationstiefe der betrieblichen Informationsverarbeitung erweitert, beschreibt der e-Business Trend die Ausdehnung der Integrationsreichweite auf Organisationseinheiten. E-Business-Systeme wie z.B. e-Procurement-Systeme, e-Commerce-Systeme, Portale oder elektronische Marktplätze integrieren einzelne Prozesse über die Unternehmensgrenzen hinweg – ihre Integrationsreichweite ist das Unternehmensnetzwerk mit seinen „open“ oder „closed loop“ Prozessen. UC kann als separater Trend oder als neuer Baustein des e-Business gesehen werden – beide Trends bauen auf dem Internet auf und ihre Lösungen müssen eng aufeinander abgestimmt entworfen, implementiert und weiterentwickelt werden.

Abbildung 4: UC und e-Business Entwicklungstrend

5 Fallbeispiel

Das Fallbeispiel der Chip AG (Name geändert) zeigt eine mögliche und bereits als Pilotprojekt realisierte betriebswirtschaftliche Anwendung des UC.

Die Chip AG ist ein globaler Hersteller von Mikroprozessoren, dessen Produktionsstätten sich – getrieben durch seinen dynamischen Absatzmarkt – stark organisch entwickelten. Einerseits führten sinkende Innovationszyklen und steigende Nachfrage nach kundenindividuellen Produkten über die Zeit zu einer komplexen und unübersichtlichen Produktionslogistik innerhalb der einzelnen Produktionswerke. Andererseits limitierte der steigende internationale Wettbewerb zunehmend die erzielbaren Erlöse und Margen und verlieh Durchlaufzeit und Lieferpünktlichkeit bei Standard- wie Eilaufträgen ein neues Gewicht.

Das organische Wachstum führte zu folgendem Produktionsprozess: Die Chip AG fasst die Produktionslote in Transportbehälter (Wafer) zusammen, die durch Mitarbeiter von einer Produktionsmaschine zur nächsten transportiert werden. Dabei gelten folgende Rahmenbedingungen: (a) Jedes Lot bestimmt seine eigene Reihenfolge an Arbeitsschritten. (b) Jeder Arbeitsschritt kann an mehreren Produktionsmaschinen durchgeführt werden. (c) Manche Produktionsmaschinen können mehrere Arbeitsschritte ausführen. (d) Es gibt Standard- und Eilaufträge. (e) Die Produktionsmaschinen sind in unterschiedlichen Hallen, Stockwerken, und Gebäuden stationiert.

Das Problem der Chip AG ist nun weniger das zeitnahe Errechnen eines optimalen Produktionsplanes, sondern vielmehr die Betriebsdatenerfassung – die Abbildung der betrieblichen Realität in das Produktionsplanungs- und Steuerungssystem (PPS-System). Das beste PPS-System nützt nichts, wenn ihm nicht bekannt ist, welches Lot sich an welcher Produktionsmaschine bzw. an welchem Lagerplatz befindet. Die Chip AG versuchte, dieses Problem mit der Einführung von Barcodes auf den Wafern in den Griff zu bekommen. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass es nicht zu verhindern ist, dass die Mitarbeiter immer wieder nicht in der Lage sind, die Barcodes richtig einzuscannen (Barcode verschmutzt, Mitarbeiter unaufmerksam). Die Folge sind unauffindbare Lote, hohe Durchlaufzeiten und Probleme mit der Lieferpünktlichkeit insbesondere bei Eilaufträgen.

Nachdem die Chip AG mit der primär organisatorischen Lösung „Barcode“ nur bedingt Erfolge erzielen konnte, sucht sie nun nach einer Lösung, welche eine vollauto-

matische Integration der realen Welt mit der informatischen Welt – in diesem Fall mit dem PPS-System – ermöglicht: eine Anwendung des Ubiquitous Computing.

Die Chip AG stattete die Wafer mit aktiven RFID-Chips aus. Diese RFID-Chips können Daten sammeln, speichern, verarbeiten und berührungslos mit bis zu 60 Meter entfernten intelligenten Geräten (RFID-Sendestationen, mobile Lesestationen) an Maschinen, Lagerplätzen, Toren, Gängen kommunizieren. Sie senden beispielsweise Lagerort, Auftragsstatus oder abgelaufene Fristen weiter an das PPS-System oder im Sonderfall direkt über SMS an das Mobiltelefon eines Mitarbeiters und schaffen damit eine neue Ebene der Transparenz im Produktionsablauf. Die Installation dieser Lösung führte zur Reduktion der durchschnittlichen Durchlaufzeit, insbesondere jener der Eilaufträge, zur Reduktion der "verlorengegangenen" Aufträge, zur Einsparung von Arbeitsplätzen in der operativen Produktionslogistik und zur Erhöhung der Planbarkeit und damit der Zuverlässigkeit.

6 Zusammenfassung

Nach der Vernetzung der Menschen über Telefon oder Fax sowie der Informationssysteme über EDI oder das Internet findet nun die Vernetzung von Prozessen und Organisationen statt. Der logische nächste Schritte führt zu einer Vernetzung der Dinge mit Menschen, Prozessen, Informationssystemen und anderen Dingen führen. Wissenschaft und Wirtschaft arbeiten an diesem Thema unter dem Titel Ubiquitous Computing. Mit Ubiquitous Computing entsteht eine neue Generation der Vernetzung, bei der die Möglichkeiten und Potentiale der Netzwerke weit über das heute Vorstellbare hinausgehen.

Angaben zum Autor:

Prof. Dr. Elgar Fleisch, Vizedirektor, Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität St. Gallen, St. Gallen, Forschungsdirektor des M-Lab, Gründungspartner der intelion AG

Literatur:

Fleisch, E. (2001): Das Netzwerkunternehmen, Berlin etc.: Springer

Kelly, K. (1998): New Rules for the new Economy, New York: Viking Penguin

Matter, F. (2001): Pervasive / Ubiquitous Computing, in: Informatik-Spektrum, 24. Jg., Nr. 3

m-lab.ch

Österle, H. et al. (2001): Business Networking, Berlin etc.: Springer