

Elgar Fleisch, Friedemann Mattern, Stephan Billinger

Betriebswirtschaftliche Applikationen des Ubiquitous Computing

Beispiele, Bausteine und Nutzenpotentiale

Applikationen des Ubiquitous Computing (UbiComp) entstehen in zunehmend unterschiedlichen Bereichen. Allgemein betrachtet adressieren diese Applikationen Nutzenpotentiale (Quellen der Wertschöpfung), die zu drei Themenbereichen in der anwendungsorientierten UbiComp-Diskussion führen: Services, neue Produkte und operative Leistungssteigerung. Dieser Beitrag diskutiert die Wechselwirkung zwischen Nutzenpotential und konkreter Applikation und identifiziert notwendige UbiComp-Bausteine. Nutzenpotentiale und UbiComp-Applikationen entstehen mit der Vermeidung von Medienbrüchen zwischen realer und virtueller Welt.

1	Einführung	1
2	State of the Art des Ubiquitous Computing	2
2.1	Technologische Treiber des UbiComp	2
2.2	UbiComp-Definitionen in der Literatur	4
2.3	UbiComp-Themenaspekte in der Literatur	5
3	Betriebswirtschaftliche Applikationen und deren Auswirkungen	6
3.1	Beispiel-Applikationen und deren Nutzenpotentiale	6
3.2	Strategische Erfolgspotentiale, Themenbereiche und Resultate	9
4	Bausteine des UbiComp	11
4.1	Reduktion von Medienbrüchen	11
4.2	Nutzen und Prozesse	13
4.3	Mensch/Nutzerproblem	13
4.4	Smarte Dinge	13
4.5	Mobile Geräte	13
4.6	“Klassische” Informationssysteme	14
4.7	Kommunikationsnetze	14
4.8	Elektronische Services	14
5	Zusammenfassung und Ausblick	14

1 Einführung

Ubiquitous Computing (UbiComp) ermöglicht es, die Gegenstände des Alltags mittels Sensorik und Mikroprozessoren in smarte Dinge zu transformieren [vgl.

Ferguson 2002]. Mit diesen besteht die Möglichkeit, mit überschaubarem Aufwand Informationen zu gewinnen, die im jeweiligen Umfeld zusätzliche Nutzenpotentiale generieren können. Diese attraktiven Konstellationen, die zum Nutzen der Bezugsgruppen eines oder mehrerer Unternehmen erschlossen werden können, sind Ziel der anwendungsorientierten UbiComp-Forschung. Sie werden in diesem Beitrag vor dem Hintergrund existierender Beispiele diskutiert, um daraus Bausteine abzuleiten. In einem Ausblick werden zukünftige Forschungsgebiete sowie weitergehende Aspekte des UbiComp diskutiert.

2 State of the Art des Ubiquitous Computing

2.1 Technologische Treiber des UbiComp

UbiComp mußte sich 1991, als der Begriff begründet wurde [vgl. Weiser 1991], noch den Vorwurf einer technologischen Utopie gefallen lassen. Heute sind die technologischen Entwicklungen bereits an einem Punkt angelangt, an dem UbiComp bei vielen Unternehmen mit kostspieligen Prozessen zur Problemlösung beitragen kann. Folgende Treiber zeigen, daß aus technologischer Sicht (Machbarkeit) und Kostenaspekten einer starken Verbreitung der Anwendungsfelder von UbiComp in den nächsten Jahren kaum mehr etwas im Wege steht [vgl. Mattern 2003]:

- **Preisverfall Hardware:** Dem Mooreschen Gesetz folgend, verdoppelt sich die Leistung (Geschwindigkeit und Speicherkapazität) von Mikroprozessoren etwa alle 18 Monate. Dieser exponentielle Anstieg wird sehr wahrscheinlich in der Basistechnologie die nächsten zehn Jahre anhalten. Der Preis für einfache Chips wird damit weiterhin stark sinken.
- **Miniaturisierung Hardware:** Dies gilt gleichermaßen für Verbrennungsmotoren, Elektromotoren, Uhrwerke, aber auch Computer. [Kelly 1998] sagt aus: "As technology becomes ubiquitous it also becomes invisible". In der IT führt dies u.a. zu den sogenannten „Embedded Networked Processors“.
- **Weiterentwicklung Software:** Software wird zunehmend in Hinblick auf mobile Anwendungen entwickelt (z.B. Java, Jini, JXTRA).
- **Energieverbrauch Hardware:** Während der Energieverbrauch von Chips ähnlicher Leistung und Funktionalität laufend sinkt, verbessert sich die Batterietechnik zwar langsam aber stetig.
- **Sensork:** Sensoren ermöglichen smarten Dingen die autonome Erkennung von Aspekten ihrer Umgebung und sind damit vitaler Bestandteil vieler UbiComp-

Lösungen. Dabei sind laufende Qualitätsverbesserungen in der Sensorik hinsichtlich Audio, Video, Beschleunigungsparameter, Temperatur, Geruch, chemische Zusammensetzungen etc. zu beobachten.

- **Aktuatorik:** Aktuatorik-Elemente ermöglichen smarten Dingen kleinste Bewegungen und Verformungen (z.B. MEMS oder Verbundwerkstoffe mit integrierten piezoelektrischen Fasern).
- **Preisverfall Kommunikation:** Nach der Prognose von Gilder verdreifacht sich die Bandbreite von Kommunikationsnetzwerken in den nächsten Jahren alle zwölf Monate und der Preis pro übertragenem Bit konvergiert gegen Null. Neue Kommunikationstechnologien, -standards und -konzepte (z.B. spontane Vernetzung) bringen neue Anwendungspotentiale.
- **Neue Materialien:** Flexible Bildschirme und smartes Papier sind Beispiele für neue Materialien, welche die Entwicklung des UbiComp maßgeblich beeinflussen werden.
- **Globale Standards:** Aufwärtskompatible bzw. erweiterbare Informations- und Kommunikationsstandards mit breiter Akzeptanz sind Grundlage der „Informatisierung“ der Wirtschaft. Das Internet ist in dieser Hinsicht das Rückgrad des UbiComp.

Die technologischen Treiber des UbiComp lassen sich durch die Miniaturisierung und Kostendegression der beteiligten Elemente charakterisieren. Abbildung 1 zeigt die Einordnung von smarten Geräten in die Entwicklungsphasen der Informationsverarbeitung nach [Weiser/Brown 1995]. Mobile Geräte sind kleine und im Gegensatz zu PCs sehr spezialisierte Informations- und Kommunikationssysteme. Mit der weiteren Miniaturisierung und Spezialisierung werden mobile Geräte immer mehr zum datenverarbeitenden Anteil von smarten Dingen, bei denen nicht mehr die Informationsverarbeitung im Vordergrund steht, sondern der eigentliche Zweck des physischen Objekts. Mit Ausnahme des Bestandteils „Physisches Ding“ besitzen mobile Geräte dieselben Bausteine wie smarte Dinge.

Jede neue Entwicklungsphase erzeugt ein Mehr an Vielfalt in der Informationsverarbeitung – eine neue Phase führt allerdings nicht zur vollständigen Ablösung der Kerntechnologien der Vorphase; mobile Geräte werden die PCs genauso wenig verdrängen wie smarte Dinge die Mobiltelefone und PDAs der Zukunft.

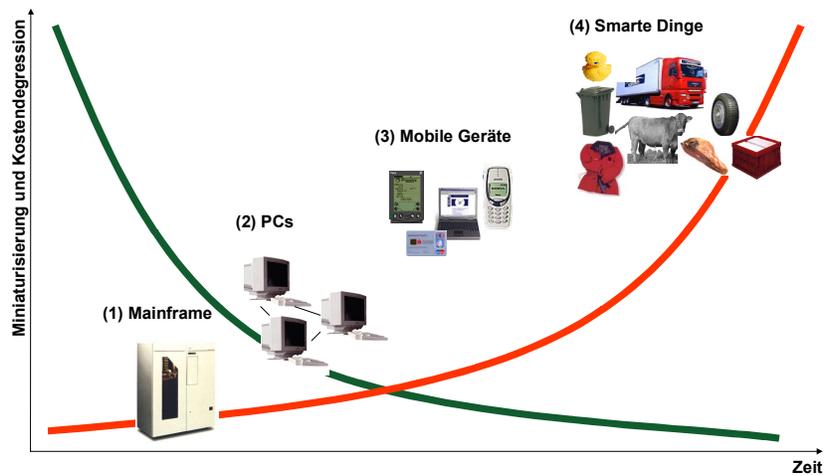


Abbildung 1: Entwicklungsphasen der Informationsverarbeitung

2.2 UbiComp-Definitionen in der Literatur

Der Urvater des UbiComp, Mark Weiser, schreibt: "Ubiquitous Computing is the method of enhancing computer use by making many computers available throughout the physical environment, but making them effectively invisible to the user" [vgl. Weiser 1993].

Seit den ersten Publikationen [vgl. Weiser 1991] haben sich zahlreiche Autoren mit dem Phänomen UbiComp beschäftigt und – wie in neuen Gebieten üblich – versucht, eigene Begriffe und Definition zu prägen. Den meisten Definitionen sind folgende Aussagen gemein [vgl. Fleisch 2003]:

1. **UbiComp** befaßt sich mit fortschrittlichen **Computern**, die sehr klein oder sogar quasi unsichtbar sein können. Somit lassen sie sich vollkommen in die physische Umwelt integrieren. Da diese neuartigen Computer in reale Objekte integriert sind und nicht mehr einfach von diesen getrennt werden können, spricht man häufig von hybriden Dingen, smarten Dingen oder digitalen Artefakten.
2. **UbiComp-Applikationen** verwenden meist eine sehr **große Anzahl** solcher Computer, die miteinander vernetzt sind.
3. Die Computer können mit verschiedenen **Sensoren** ausgestattet sein, welche die Sammlung von Daten aus der physischen Umgebung, z.B. Temperatur, Beschleunigung, Helligkeit, etc. ermöglichen. Diese selbständige

Wahrnehmung des Kontextes ist charakteristisch für smarte Dinge und die Voraussetzung für dezentrale Entscheidungen und Aktionen.

4. UbiComp-Applikationen sind oft **mobil** und erfüllen ihre einprogrammierten Aufgaben in Abhängigkeit von der geographischen Position. Die Nachbarschaft zu anderen UbiComp-Systemen muß durch die Möglichkeit zur spontanen Vernetzung unterstützt werden.
5. Die smarten Dinge benötigen eine **neue Form der Interaktion** zwischen Menschen und Computern. [Tennenhouse 2000] schlägt eine implizite Interaktionsform vor, bei der Computer ohne Notwendigkeit direkten menschlichen Eingreifens ihre Aufgaben verrichten.

Der Kern des UbiComp sind damit Objekte der realen Welt, denen durch neue IT innovative Möglichkeiten eröffnet wird und die untereinander und mit der Umwelt kommunizieren können. [Kelly 1998] folgend haben diese „Connected Smart Things“ das Potential, nicht nur einzelne Geschäftsprozesse, sondern schließlich auch die ganze Wirtschaft nachhaltig zu verändern.

2.3 UbiComp-Themenaspekte in der Literatur

UbiComp ist heute ein sehr breites und wenig strukturiertes Forschungsgebiet, das von unterschiedlichen Forschungstraditionen beispielsweise aus den Bereichen Mikroprozessor-Design, verteilte Informationssysteme und Mobilkommunikation bearbeitet wird. Inhalte enger abgesteckter UbiComp-Literatur sind:

Paradigmenwechsel in der Informatik. Zahlreiche Publikationen beschäftigen sich mit dem generellen Paradigmenwechsel des UbiComp. Oft beschriebene Paradigmenwechsel sind:

- *Nutzer-zentrierte vs. Nutzer-überwachte Lösungen.* In UbiComp-Lösungen wandelt sich das zahlenmäßige Verhältnis von Mensch zu Computer vom klassischen 1:1 des „Personal Computers“ (PC) in 1:n, wobei n sehr groß sein kann. Beim UbiComp ist der Mensch nicht mehr Teil jeder Transaktion, er steht nicht mehr im Mittelpunkt der UbiComp-Lösung („human in the loop“), er steuert sie von außen („out of the loop“) [Tennenhouse 2000].
- *Deterministische vs. probabilistische Lösungen.* UbiComp-Lösungen erreichen eine Größenordnung (Anzahl an Netzwerkknoten bzw. Dingen, Menge an generierter Information, Mengen an ausgetauschter Information, Umfang von Problem- und Lösungsräumen), in der probabilistische Methoden in der Systementwicklung eine größere Rolle spielen [vgl. Tennenhouse 2000].
- *Fixe vs. mobile Software.* Mobile Software wie etwa ein Java Applet, das sich automatisch in eine laufende Applikation integriert, ist eine Schlüsseltechnologie zur Strukturierung von UbiComp-Lösungen in einer offenen und sich laufend verändernden Umwelt. Das Einspielen von mobiler

Software in ein Netzwerk smarterer Dinge und Geräte kann das Verhalten des gesamten Netzwerks unmittelbar ändern [vgl. Tennenhouse 2000].

- *Ethik und „Privacy“ werden wichtiger.* Anwendungen des UbiComp mit einer schwerwiegenden gesellschaftspolitischen Dimension sind etwa das Monitoring von gebrechlichen oder geistig verwirrten Mitmenschen, von Kindern oder von Sträflingen. Hier vermischen sich Fragen der Ethik mit jenen des Datenschutzes und verlangen nach einer Diskussion, in welcher der technologische und betriebswirtschaftliche Fortschritt eher eine sekundäre Rolle einnimmt.

Anwendungsbereich Büro, Haushalt und Produktion. Viele anwendungsorientierten Arbeiten im Bereich UbiComp befassen sich mit den Bereichen Büro- und Haushaltsautomatisierung. Die Betrachtung der Produktionsautomatisierung wird dagegen erst in Ansätzen diskutiert und muß Gegenstand weiterer Forschung sein.

Nutzenstiftung durch vereinfachten Informationszugriff. Ob bei der smarten Kaffeemaschine oder bei WAP-fähigen Mobiltelefonen bzw. PDAs, in der Literatur steht der allgegenwärtige Zugriff auf Umgebungsinformationen bzw. Informationen aus dem Internet als primär nutzenstiftendes Element im Vordergrund. Die Nutzenstiftung des „Calm Computing“, d.h. aus Transaktionen, bei denen der Mensch nicht eingreifen muß, bleibt bisher weitgehend außen vor.

Vor diesem Hintergrund ist eine detaillierte Betrachtung existierender Applikationen und der jeweils relevanten Einsatzgründe für die Abschätzung zukünftiger betrieblicher UbiComp-Applikationen notwendig.

3 Betriebswirtschaftliche Applikationen und deren Auswirkungen

3.1 Beispiel-Applikationen und deren Nutzenpotentiale

Die betriebswirtschaftlichen Anwendungen des UbiComp und deren Auswirkungen sind im Alltag bereits an unterschiedlichen Stellen zu erkennen. Zwar sind konkrete Applikationen des UbiComp in der Regel einer traditionellen Disziplin zuzuordnen (z.B. Supply Chain Management), doch generieren diese für den Anwender oftmals höchst unterschiedlichen Nutzen. Die Analyse dieses Nutzens wird in der bisherigen UbiComp-Diskussion oftmals nur vor dem Hintergrund von Prozessen oder Produkten untersucht, ohne jedoch den für den UbiComp-Nutzer relevanten Auslöser zur Implementation zu identifizieren. Folglich sollte der betriebswirtschaftliche Nutzen des UbiComp im Kontext der

jeweiligen Applikation begründbar sein. In Anlehnung an [Pümpin 1992] ist durch die Zuordnung zwischen generischen Nutzenpotentialen und Beispiel-Applikationen eine solche Untersuchung möglich (siehe Abbildung 2).

Nutzenpotentiale		Beispiel-Applikationen
Intern	Organisationspotential	• Smartes Inventar
	Kostensenkungspotential	• Smarter Montageträger
	Know-howpotential	• Smarte Mülltonne
Extern	Informatik-& Technologiepotential	• Smarte Lebensmittel
	Finanzpotential	• Versicherungs- & Leasingservices
	Beschaffungspotential	• Smarte Mehrwegbehälter

Abbildung 2 : Betriebswirtschaftlicher Nutzen des UbiComp

Nach [Pümpin 1992] sind Nutzenpotentiale attraktive Konstellationen, die zum Nutzen der Bezugsgruppen vom Unternehmen erschlossen werden können. Diese Konstellationen können in der Umwelt, im Markt oder im Unternehmen latent vorhanden sein (Quellen der Wertschöpfung), wobei die jeweilige Applikation durchaus verschiedene Nutzenpotentiale adressieren kann. Die folgenden UbiComp-Applikationen zeigen, wie interne Nutzenpotentiale innerhalb des Unternehmens beispielhaft erschlossen werden können. Die Beispiele beschreiben jeweils das zentrale Nutzenpotential, wobei die konkrete UbiComp-Applikation durchaus weitere Nutzenpotentiale adressieren kann.

Organisationspotential (Möglichkeit der gesteigerten Wertschöpfung durch die Neugestaltung innerbetrieblicher Abläufe und Strukturen):

- **Smartes Inventar:** Die Firma Pacific Century Systems, ein Telekommunikationsunternehmen in Hongkong, kann Einrichtungsgegenstände in ihren Büros in Echtzeit lokalisieren, da ein Teil des Inventars mit elektronischen Etiketten versehen ist. Mitarbeiter können die Position des gesuchten Gegenstands über PC oder Mobiltelefon abrufen (Organisationspotential). Eine Inventur ist jederzeit und vor allem in Echtzeit möglich. Pacific Century Systems wertet die gewonnenen Daten darüber hinaus im Hinblick auf eine Nutzung der Ressourcen aus.

Kostensenkungspotential (Möglichkeit der internen Kosteneinsparung durch technische Rationalisierung):

- **Smarte Montageträger** in der Motorenmontage bei Ford speichern sämtliche Daten des jeweiligen Motors und überliefern diese in Echtzeit

an das Produktionsplanungssystem. Dadurch kann auf einem zentralen Server eine Optimierung stattfinden, die es erlaubt, die Variantenbildung an der Hauptmontagelinie zu vereinfachen. Dies führt zu einer Reduktion der Flaschenhalse in der Produktion und erlaubt zusätzlich eine lückenlose Dokumentation der Produktion.

Know-how-Potential (Möglichkeit der Ausschöpfung von internem Wissen):

- **Smarte Mülltonnen:** Schwedische Mülltonnen speichern die Kundennummer des Müllverursachers und übermitteln sie beim Entleeren den Müllfahrzeugen, welche mit Waagen ausgestattet sind. Die Kombination aus Kundennummer, Gewicht, Datum etc. leitet das Müllfahrzeug an einen zentralen Rechner weiter, der die Rechnungsstellung an den Kunden veranlaßt und die Routenplanung optimiert. Bereits rund 10% aller schwedischen Kommunen haben eine Abrechnung des Mülls nach Gewicht eingeführt.

Folgende UbiComp-Applikationen zeigen, wie externe Nutzenpotentiale unternehmensübergreifend erschlossen werden können. Auch hier beschreiben die Beispiele jeweils ein zentrales Nutzenpotential, wobei die konkrete UbiComp-Applikation durchaus weitere Nutzenpotentiale adressieren kann.

Informatik- und Technologiepotential (Wertsteigerungsmöglichkeit durch den Einsatz neuer Technologien bzw. Software):

- **Smarte Lebensmittel:** Die Schinken der Firma Campofrio, einem spanischen Lebensmittelhersteller, erhalten am Produktionsbeginn je einen Mikrochip, mit dessen Hilfe sie während der mehrmonatigen Reifezeit laufend automatisch prozeßrelevante Daten wie Gewicht, Temperatur und Wasser- bzw. Fettgehalt messen und sammeln. Mit den Microchips (Technologiepotential) automatisiert Campofrio die aufwendige und fehleranfällige manuelle Sammlung und Eingabe von Produktionsdaten und kann diese den Kunden zur Verfügung stellen.

Finanzpotential (Möglichkeit für günstigere Finanzierungsmodelle):

- **Versicherungsmodelle:** Das höchste Interesse an der richtigen Behandlung von physischen Ressourcen – beispielsweise eines Autos oder einer Werkzeugmaschine – haben mitunter weder Verkäufer noch Käufer, sondern der Versicherer. Im Falle eines Diebstahls kann der Verkäufer etwa ein zusätzliches Gut verkaufen, der Käufer erhält ein neuwertiges Gut und der Versicherer muß bezahlen. Automatische Identifikation gibt Versicherungsunternehmen neue Möglichkeiten, Risiken zu reduzieren, z.B. Schadensfälle frühzeitig zu erkennen und zu verhindern. Die Einsparungen aus der Risikoreduktion kann der Versicherer an kooperierende Versicherungsnehmer in Form geringerer Prämien weitergeben.

Beschaffungspotential (Möglichkeit zur gesteigerten Wertschöpfung durch die Realisierung innovativer Beschaffungskonzepte bzw. -systeme):

- **Smarte Mehrwegbehälter** in der Bekleidungsindustrie ermöglichen es, den Aufwand im Wareneingang eines Bekleidungshauses deutlich zu reduzieren. Die Bestückung der Mehrwegbehälter durch den Lieferanten ändert sich aufgrund wechselnder modischer Aktualität. Das Erfassen der jeweils gelieferten Ware ist relativ aufwendig und dauert mit Barcodes pro Behälter mehrere Minuten. Die Einführung smarter Mehrwegbehälter reduziert diese Dauer auf wenige Sekunden und erleichtert die Identifikation fehlender oder falscher Ware. Diese Informationen können mit dem Lieferanten zur Optimierung von Warenlieferungen ausgetauscht werden.

Die Beispielapplikationen zeigen eine Reihe von möglichen Nutzenpotentialen, die zur Erschließung eine bestimmte Auswahl von Fähigkeiten innerhalb eines Unternehmens benötigen. Diese werden im folgenden näher erläutert.

3.2 Strategische Erfolgspotentiale, Themenbereiche und Resultate

Um attraktive Nutzenpotentiale zu adressieren und damit betriebswirtschaftlichen Nutzen zu generieren, muß ein Unternehmen die dazu notwendigen Fähigkeiten (strategische Erfolgspositionen) besitzen oder erwerben. Nach [Pümpin 1992] sind strategische Erfolgspositionen durch den Aufbau von wichtigen und dominanten Fähigkeiten bewußt geschaffene Voraussetzungen, die es der Unternehmung erlauben, im Vergleich zur Konkurrenz auch längerfristig überdurchschnittliche Ergebnisse zu erzielen. Im Kontext existierender UbiComp-Applikationen sind dies die Voraussetzungen, sich durch Qualität (Produkt, Prozeß), Leistungsbreite (Dienstleistungen, Leistungssysteme) oder Innovation (Technologie, Trendsetting) gegenüber dem Wettbewerb zu differenzieren (siehe Abbildung 3). Diese Differenzierung beruht auf einer Effizienz- bzw. Effektivitätssteigerung, die das Resultat erfolgreicher Anwendung von UbiComp-Technologien ist. Effektivitäts- und Effizienzsteigerung sind somit der Auslöser für drei Themenbereiche, in denen die anwendungsorientierte UbiComp-Diskussion stattfindet.

Nutzen- potentiale	Intern Organisationspotential Kostensenkungspotential Know how-Potential		Extern Informatik- & Technologiepotential Finanzpotential Beschaffungspotential
Strategische Erfolgs- positionen	Qualität Produkt Prozess	Leistungsbreite Dienstleistungen Leistungssysteme	Innovation Technologie Trendsetting
Resultate	Effizienzsteigerung		Effektivitätssteigerung
Themen- bereiche des UbiComp	Operative Leistungssteigerung	Services	Neue Produkte

Abbildung 3: Themenbereiche und Resultate des UbiComp

Die drei Themenbereiche der anwendungsorientierten UbiComp-Diskussion sind:

- **Operative Leistungssteigerung:** z.B. smartes Inventar
- **Neue Produkte:** z.B. smarte Lebensmittel
- **Services:** z.B. Versicherungs- und Leasingservices

Während eine klare Nutzenpotential-Zuordnung zu den beiden ersten Themenbereichen in der Regel gegeben ist (siehe Beispiele im vorherigen Abschnitt), adressieren Services oftmals eine Reihe unterschiedlicher Nutzenpotentiale. Die Herausforderung ist hierbei, diese Nutzenpotentiale zu identifizieren und so zu verwenden, daß sie den UbiComp-Anwendern eine Differenzierung gegenüber dem Wettbewerb und den Aufbau einer nachhaltigen Kundenbindung erlauben. Diese Schritte haben i.d.R. eine Reihe von Bestandteilen, die aus der Entwicklung, dem Design und der Kommerzialisierung dieser Services bestehen. Folglich ist bei Services oftmals nicht die UbiComp-Technologie der zentrale Fokus, sondern vielmehr das Kreieren eines Geschäftsmodells, das Kundenbedürfnisse plausibel identifiziert und bündelt.

In diesem Kontext zeigt die Betrachtung bestehender UbiComp-Applikationen, daß zur erfolgreichen Implementation spezifische UbiComp-Bausteine berücksichtigt werden müssen. Diese werden im folgenden vorgestellt.

4 Bausteine des UbiComp

4.1 Reduktion von Medienbrüchen

Das Erschließen der identifizierten Nutzenpotentiale benötigt Bausteine, mit deren Hilfe eine UbiComp-Applikation Mehrwert generieren kann. Dieser entsteht in vielen Fällen durch das Reduzieren von Medienbrüchen innerhalb existierender Prozeßabläufe, in denen smarte Dinge die Dateneingabe automatisieren können (siehe Abbildung 4). 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 und Fehleranfälligkeit inner- und überbetrieblicher Prozesse.

UbiComp adressiert das zur Zeit größte Problem der Informationsverarbeitung: den Medienbruch Dateneingabe. Das Ziel ist es, die physische Welt (Menschen, Produkte, Betriebsmittel etc.) mit der Informationssystemwelt (z.B. ERP-, e-Commerce-Systeme sowie lokale, regionale und globale Informationsnetzwerke) zeitnah und kostengünstig zu vernetzen und damit die Lücke zwischen der physischen betrieblichen Realität und deren informationstechnologischem Abbild zu schließen. Dies gelingt erst dann vollständig, 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.

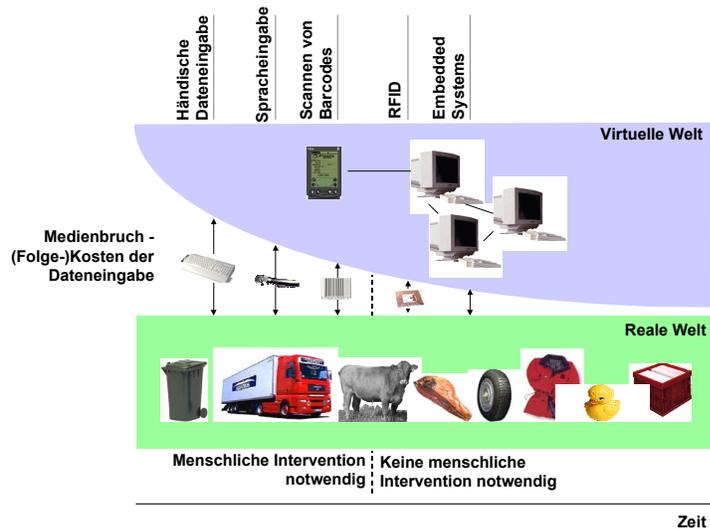


Abbildung 4: UbiComp vermeidet Medienbrüche¹

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. Entwicklungen im Bereich der Radio Frequency Identification (RFID)-Technologie zeigen jedoch einen denkbaren Entwicklungspfad auf. Sie führen zu neuen Szenarien, in welchen Unternehmen ihr physisches Anlage- und Umlaufvermögen (Dinge) mit RFID-Komponenten versehen, d.h. diese smarten Dinge automatisch mit internen und externen Informationssystemen verknüpfen. UbiComp ermöglicht damit eine neue Qualität an zentral und dezentral gesteuerten Prozessen, die von der dynamischen Preisbildung für einen Salatkopf (nach der Differenz zwischen der aktuellen Zeit und dem Erntezeitpunkt, der Temperatur in der Auslage und der Qualität der um den Verkauf konkurrierenden anderen Salatköpfe) bis zur inner- und überbetrieblichen Logistik reicht.

Im folgenden werden die aktuellen Herausforderungen von Bausteinen des UbiComp diskutiert.

¹ Gemeinsam entwickelt mit der [Intellion AG, 2000]

4.2 Nutzen und Prozesse

Wie jede Technologie, stiftet UbiComp nur dann betriebswirtschaftlichen Nutzen, wenn sie Nutzenpotentiale adressiert. Bei den meisten Anwendungen bedeutet dies, Geschäftsprozesse zum Positiven zu verändern, d.h. Kosten bzw. Geschäftsrisiken zu reduzieren oder Umsatz bzw. Geschäftschancen zu erhöhen. UbiComp-Applikationen sind entsprechend oft im Supply Chain Management (Beschaffung, Produktion, Vertrieb) und Customer Relationship Management (Marketing, Verkauf, Service) zu finden.

4.3 Mensch/Nutzerproblem

UbiComp-Lösungen sind nur dann nachhaltig erfolgreich, wenn sie ihren Anwendern – den Mitarbeitern, Kunden und Lieferanten – einen echten Nutzen stiften. Prinzipiell können deshalb folgende zwei Rollen unterschieden werden: (a) der *direkte Nutzer* des smarten Dings, wie z.B. der Lagerarbeiter, der ein smartes Produkt seinem nächsten Prozeßkunden weiterreicht oder der Patient, der von der smarten Pillendose genaue Anweisungen erhält, und (b) der *indirekte Nutzer*, wie z.B. der Lagerleiter oder Vertriebsmitarbeiter, der aus den Informationen der smarten Dinge genauere Kenntnis über Geschäfts- und Nutzerprozeß gewinnt und diese entsprechend weiterentwickelt.

4.4 Smarte Dinge

Smarte Dinge sind hybride Produkte. Sie setzen sich aus einer physischen (Atome) und einer datenverarbeitenden (Bits) Komponente zusammen. *Der datenverarbeitende Anteil eines smarten Dings verbirgt sich im Hintergrund*, d.h. er wird vom Nutzer oftmals nicht offensichtlich wahrgenommen. Beispiele für smarte Dinge sind der Autoreifen, der dem Fahrer seines Autos ein SMS sendet, wenn der Luftdruck abnimmt oder die Blutkonserve, die sich bemerkbar macht, bevor sie abläuft bzw. zu warm wird. Smarte Dinge sind autark, d.h. sie benötigen über weite Strecken keine Energiezufuhr von außen und sie können Informationen eigenständig sammeln, speichern, verarbeiten und weitergeben.

4.5 Mobile Geräte

Der primäre Zweck von mobilen Geräten ist die Verarbeitung und Kommunikation von Information. Mobile Geräte, Information Appliances oder Connected Smart Applications besitzen keinen physischen Bestandteil, der einen eigenen, andersartigen Zweck verfolgt. Beispiele für mobile Geräte sind „smart phones“, „smart cards“, elektronische Bücher, „weareable“ Computer, Palmtops, mobile Sende- und Lesestationen etc.

4.6 “Klassische” Informationssysteme

Effiziente Logistikprozesse setzen integrierte Informationsverarbeitung voraus. Ein Konzept zur Integration der mobilen Geräte und Dinge mit den klassischen Systemen muß Bestandteil jeder UbiComp-Lösung sein. Mobile Geräte und smarte Dinge verdrängen klassische Systeme nicht, sondern ergänzen sie entsprechend den Nutzerbedürfnissen.

4.7 Kommunikationsnetze

Wenn smarte Dinge zu kommunizieren beginnen, wird nach [Kelly 1998] der drahtlose Informationsaustausch die Festnetzkommunikation sehr bald überholen, da smarte Dinge meist mobiler Natur sind. Welche mobilen Kommunikationstechnologien sich als Marktstandards durchsetzen werden, ist heute nicht abschätzbar. Fehlende Kommunikationsstandards können die Entwicklung von UbiComp verzögern, weshalb die Integration von Kommunikationstechnologien ein fester Bestandteil von UbiComp-Architekturen ist.

4.8 Elektronische Services

Eine weitere wichtige Aufgabe bei der Gestaltung von UbiComp-Lösungen ist die Integration von Dienstleistern, die sogenannte elektronische Services anbieten und verschiedene Nutzenpotentiale adressieren. Elektronische Services übernehmen klar abgrenzbare Geschäftsaufgaben, erbringen ihre Leistungen großteils elektronisch, sind hoch standardisiert und lassen sich transaktionsorientiert abrechnen. Heute existieren die meisten elektronischen Services in den Bereichen Zahlungs- (ePayment), Auftrags- (eFulfillment) und Transportabwicklung (eLogistics).

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Betrachtung existierender UbiComp-Applikationen zeigt, daß sich sowohl unternehmensinterne als auch -externe Nutzenpotentiale identifizieren lassen und weitere Potentiale für innovative Entwicklungen von UbiComp in vielen Bereichen zu erwarten sind. Diese liegen begründet in generischen Nutzenpotentialen, die zwar höchst unterschiedlichen Nutzen stiften, aber in den existierenden UbiComp-Applikationen oftmals nur Nischenbereiche besetzen. Als zentrale Aufgabe für die weitere UbiComp-Forschung muß somit die Analyse der Übertragbarkeit von UbiComp-Systemen formuliert werden. Diese muß ausgehen

von der systematischen Identifikation möglicher Nutzenpotentiale und weitergeführt werden in einer methodischen Umsetzung bestehender bzw. aufzubauender UbiComp-Fähigkeiten (strategische Erfolgspositionen), die diese Nutzenpotentiale adressieren können.

Ausgehend von diesen betriebswirtschaftlichen Betrachtungen beruhen die abgeleiteten UbiComp-Bausteine auf der Reduktion der Medienbrüche, die durch dezentrale Datensammlung, -speicherung und -verarbeitung ermöglicht wird, und als Ziel die Integration der heute existierenden zahlreichen heterogenen Systemelemente hat.

In der gegenwärtigen Forschung sind die sozialen und ethischen Auswirkungen von UbiComp nur unzureichend untersucht [vgl. Mattern 2003]. So bietet sich mittels UbiComp beispielsweise die Möglichkeit eines Monitoring von Kindern, aber auch anderer Menschen. Die Fragen der Ethik und der sozialen Auswirkungen solcher Aspekte müssen im Rahmen der UbiComp-Forschung jedoch noch diskutiert werden.

UbiComp findet schon in vielen Bereichen Anwendung und weist ein großes Potential für weitere innovative Applikationen auf. Dieses zu erschließen muß Ziel der UbiComp-Forschung sein. Dazu sind breiter angelegte Untersuchungen notwendig, um die Allgemeingültigkeit der Aussagen abzusichern und konkrete Methoden zur Implementierung von UbiComp-Anwendungen zu entwickeln.

Literatur

- [Ferguson 2002] Ferguson, Glover T., Have your objects call my objects. In: Harvard Business Review, 80(6):138-144, June 2002
- [Fleisch 2003] Fleisch, E., Ubiquitous Computing / U-Commerce. In: Schildhauer, T.: Lexikon Electronic Business, R.Oldenburger Verlag, München Wien, 2003
- [Intellion 2000] Intellion AG, www.intellion.com, 2000
- [Kelly 1998] Kelly, K., New Rules for the New Economy, Viking Penguin, New York, 1998
- [Mattern 2001] Mattern, F., Das aktuelle Schlagwort: Pervasive Computing / Ubiquitous Computing. Informatik-Spektrum, 24 (3): 145-147, Juni 2001, <http://www.inf.ethz.ch/vs/publ/papers/PvCubi.pdf>
- [Mattern 2003] Bohn, J., Coroama, V., Langheinrich, M., Mattern, F., Rohs, M., Allgegenwart und Verschwinden des Computers - Leben in einer Welt smarterer Alltagsdinge. In: Grötter, R. (Ed.): Privat! Kontrollierte Freiheit in einer vernetzten Welt. Heise-Verlag, 2003
- [Pümpin 1992] Pümpin, C., Strategische Erfolgspositionen. Paul Haupt Verlag, Bern, 1992
- [Tennenhouse 2000] Tennenhouse, D., Proactive Computing, in: Communications of the ACM, 43(5):43-50, May 2000

[Weiser 1991] Weiser, M., The Computer of the 21st Century, in: Scientific American, 265(3):94-104, September 1991

[Weiser 1993] Weiser, M., Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing, Communications of the ACM, 36(7):75-84, July 1993

[Weiser/Brown 1995] Weiser, M., Brown, J.S., The Coming Age of Calm Technology, Xerox PARC, October 1996

Danksagung

Dieser Aufsatz wurde im Rahmen des Mobile and Ubiquitous Computing Lab (M-Lab) erarbeitet. Das M-Lab ist ein gemeinsames Forschungsprojekt der Universität St. Gallen und der ETH Zürich. Die Forschung erfolgt in Kooperation mit den Partnerunternehmen Novartis, Paul Hartmann, SAP, SAP-SI, Swisscom, UBS und Volkswagen sowie mit dem Auto-ID Center am MIT.

Prof. Dr. Elgar Fleisch
Universität St.Gallen
Institut für Technologiemanagement
Unterstrasse 22
CH-9000 St. Gallen
elgar.fleisch@unisg.ch

Prof. Dr. Friedemann Mattern
ETH Zürich
Institut für Pervasive Computing
Haldeneggsteig 4
CH-8006 Zurich
mattern@inf.ethz.ch

Dipl.-Ing. Stephan Billinger
Universität St.Gallen
Institut für Technologiemanagement
Unterstrasse 22
CH-9000 St. Gallen
stephan.billinger@unisg.ch

Schlüsselworte: Ubiquitous Computing, UbiComp, Pervasive Computing, RFID-Technologien, Nutzenpotentiale, Strategische Erfolgspositionen, UbiComp-Bausteine