

## KAPITEL 1

---

# Einführung

Pervasive Computing integriert mobile Kommunikationstechnologien, verteilte Computersysteme, Unterhaltungselektronik und die Technologie des Internets und schafft eine neue Erfahrungswelt für Benutzer von Computersystemen. Mehr als eine Milliarde Menschen auf der Welt haben bereits Zugang zu dieser Technologie und ihre Zahl wächst mit zweistelligen jährlichen Zuwachsraten an. Viele einzelne Technologieelemente sowie weltumspannende Forschung und Entwicklung tragen zur raschen Entwicklung bei. Die Mikroelektronik liefert Halbleiterbausteine und kleine Anzeigeeinheiten, die nur geringe Leistung verbrauchen. Mit Hochfrequenztechnologie und digitaler Datenübertragung werden effiziente mobile Netzwerke weltweit implementiert. Alle Komponenten werden basierend auf internationalen Standards in ein einheitliches, sicheres System integriert, das weltweiten Zugriff zu Daten und Diensten mittels eines einheitlichen Gebührensystems erlaubt.

Im folgenden wird Pervasive Computing ausgehend von der Entwicklung der Schlüsseltechnologien evaluiert und mögliche Einflüsse auf die persönliche Nutzung der Technologie sowie daraus folgende Auswirkungen auf Industrie und Geschäftsfelder aufgezeigt. Die notwendige Infrastruktur, moderne Anwendungen und neue Dienstleistungen, sowie Basistechnologien und Standards, werden beschrieben und ein Ausblick auf die Weiterentwicklung gegeben.

## **Der “Traum vom Weinstock und Feigenbaum“**

Das Streben nach einem besseren, friedlichen Leben war immer eine treibende Kraft in der Entwicklung der menschlichen Gesellschaft und immer hat es Menschen gegeben, die in der Lage waren die Wunschträume der Menschen in anschauliche

Bilder zu fassen. Der Traum des Propheten Micha ist eine dieser Visionen, die Menschen über Tausenden von Jahren in ihren Bann gezogen haben und auch heute noch Menschen bewegen.

*Sie werden ihre Schwerter zu Pflugscharen und ihre Speiße zu Sichel machen. Es wird kein Volk wider das andere ein Schwert aufheben, und werden nicht mehr kriegen lernen.  
Ein jeglicher wird unter seinem Weinstock und Feigenbaum wohnen ohne Scheu; den der Mund des Herrn Zebaoth hat's geredet.*  
Micha 4

Wir alle wissen, dass dieser Traum für die meisten Menschen auf der Erde noch immer noch nicht wahr geworden ist. Jedoch könnte unsere heutige Gesellschaft diesen Traum eher wahr machen als jede andere Gesellschaft vor uns. Eine große Zahl an Erfindern von den Werkzeugmachern der Steinzeit bis zu den Erfindern von Hochleistungscomputern haben hart gearbeitet, um Micha's Traum wahr zu machen. Im Gegensatz zu früheren Zeiten müssen wir nicht menschliche Arbeitskraft ausbeuten, um den Traum für eine privilegierte Schicht wahr zu machen, sondern können Maschinen und Systeme einsetzen, um unsere tägliche Arbeit zu verrichten. Erfindungen werden viel schneller verbreitet und eingeführt als früher, wo Erfindungen wie zum Beispiel 'das Rad' Tausende von Jahren gebraucht haben, um ausgehend vom Ort der Erfindung einen großen Kreis von Menschen zu erreichen. Nur zu häufig kam es vor, dass Erfindungen wieder vergessen wurden und neu erfunden werden mussten, weil keine geeignete Infrastruktur für die Kommunikation vorhanden war. Hochkulturen wie die chinesische oder römische Gesellschaft gründeten sich auf exzellente Infrastruktur für die Kommunikation. Eine einheitliche Sprache und Schrift sowie eine Infrastruktur für die Verteilung von Post ermöglichten Innovationen schnell zu kommunizieren und an vielen Orten gleichzeitig zu implementieren. Die Geschwindigkeit mit der Information verteilt werden kann ist deshalb kritisch für jede Gesellschaft.

Eine lange Reihe von Erfindern hat versucht Informationen unabhängig von physikalischen Medien zu transportieren. Signalisierungssysteme basierend auf Flaggenzeichen wurden bereits entlang der chinesischen Mauer und an den Küsten des Mittelmeers zu Zeiten der Römer eingesetzt und sind in der Schifffahrt zum Teil noch heute in Gebrauch. Das römische System konnte kurze Nachrichten schneller transportieren als konventionelle Post heute. Jedoch war die Übertragungskapazität gering und die Benutzung den Behörden vorbehalten. Gute Sichtverhältnisse waren für die Funktion des Systems zwingende Voraussetzung. Deshalb konnten diese Systeme in den nördlichen Ländern mit viel Regen und Nebel nie Fuß fassen.

Die Erfindung des ersten Telegrafen 1837 durch Samuel Finley Breese Morse, basierend auf der Übertragung eines elektrischen Signals über eine Leitung, brachte die entscheidende Verbesserung der Kommunikation. Obwohl Samuel Thomas von Sömmering bereits 1809 ein Telegrafensystem vorstellte, blieb es Morse vorbehalten, ein für den täglichen Gebrauch geeignetes System durch die Kombination des physikalischen Systems, einer Benutzerschnittstelle und des Morsealphabets zu entwickeln. Information konnte nun Kontinente ohne merkliche Verzögerung durchqueren. Einfachere Geräte zur Dateneingabe, Drucker für die Datenausgabe sowie ein optimiertes, einfaches Alphabet für die Codierung der Daten waren entscheidende Verbesserungen in den folgenden Jahren. Das ASCII Alphabet, das noch heute in den meisten Rechnern verwendet wird, entstand in den Pionierzeiten der Telegrafie – eine der Wurzeln unserer Internet Zeit.

### ***Das Pferd frisst keinen Gurkensalat***

Johann Philipp Reis machte den Traum des ‘Ferngesprächs’ wahr als er 1861 zum ersten Mal Sprache über eine elektrische Verbindung übertrug. Als echter Wissenschaftler übertrug er den Satz ‘Das Pferd frisst keinen Gurkensalat’ während

seiner ersten Vorführung. Offensichtlich war er mehr an der Wissenschaft als an der kommerziellen Nutzung seiner Erfindung interessiert. Das von Alexander Graham Bell 1876 entwickelte Telefonsystem zeichnete sich durch eine einfach zu bedienende Benutzerschnittstelle aus. Nun konnte man über weite Distanzen von zu Hause oder vom Büro aus mit anderen kommunizieren, ohne die Nachrichten in kryptische Sequenzen von Zeichen umsetzen zu müssen. Dem Telefon wurde schon immer besonderes Vertrauen entgegengebracht, da man den Gegenüber an der Stimme erkennen konnte. Selbst heutzutage benutzen viele Kunden lieber das Telefon für geschäftliche Transaktionen als das moderne Äquivalent zum Telegrafen – den Computer. Das Telefon ist damit eines der besten Beispiele dafür, welchen Einfluss eine einfache Benutzerschnittstelle für die Akzeptanz einer neuen Technologie hat.

Der Übergang von drahtgebundenen Telefonsystemen zu mobilen Telefonsystemen bringt einen weiteren Freiheitsgrad für die Benutzer. Die ersten Mobiltelefone wurden vom Militär, Feuerwehr, Ambulanzen und Taxis eingesetzt, weil die Geräte schwer waren, große Batterien und lange Antennen benötigten. Die ersten Mobiltelefone für privaten Gebrauch erschienen um 1970 auf dem Markt. 1982 wurde die ‘Group Special Mobile‘ (GSM später in Global System for Mobile communications umbenannt) gegründet, um eine Technologie zu definieren, die mobiles Telefonieren im europäischen Raum ermöglichen sollte [1]. In USA wurde 1983 das erste kommerzielle mobile Telefonsystem (AMPS Advanced Mobile Phone System) eingesetzt, das größere Verbreitung fand. Die Standardisierung von GSM und die darauf basierende Entwicklung der Geräte und der Infrastruktur benötigte mehr Zeit hat aber letztendlich einen größeren Markt geschaffen.

Wesentliche Fortschritte in der Schaltungstechnologie sowie der digitalen Übertragungstechnik haben in den neunziger Jahren waren Grundlage für die modernen Mobiltelefonsysteme. Digitale Datenübertragung, Unterhaltungselektronik

und Rechnertechnologien wurden integriert und eine neue Umgebung geschaffen, in der Menschen, Datenübertragungstechnik und Computer unter dem Weinstock und Feigenbaum sitzend kommunizieren und ihrer Arbeit nachgehen können.

### ***Der Traum vom Frieden***

Obwohl unsere Gesellschaft recht erfolgreich bei der Einführung neuer Technologien war, die das Leben erleichtern, sind wir dem Ziel eines friedlichen Zusammenlebens der Menschen und Völker nicht entscheidend näher gekommen. Es bleibt zunächst nur die Hoffnung, dass Menschen, die miteinander kommunizieren und ihr Wissen sowie ihre Erfahrungen austauschen, erkennen, dass der Traum vom Leben unter dem ‘Weinstock und Feigenbaum‘ nur in einer friedlichen Umgebung möglich ist. Pervasive Computing ermöglicht moderne Industrie- und Verwaltungssysteme schnell und mit tragbaren Kosten auch in Gegenden aufzubauen, die nicht durch konventionelle, drahtgebundene System erschlossen sind. Dadurch können mehr Menschen am weltweiten Austausch von Information und an Internet-basierenden Geschäften teilhaben und dadurch mithelfen den ‘Traum vom Frieden‘ für sich und andere wahr zumachen.

## **Pervasive Computing**

*Nicht nur die Gesetze des Marktes beherrschen in unserer Zeit den Menschen, sondern auch die Entwicklung der Wissenschaft und der Technik. Erich Fromm, The Sane Society [2]*

Personal Computing und das Internet haben den Stil der Arbeit sowohl im Büro als auch im privaten Bereich wesentlich verändert. Pervasive Computing bringt nochmals eine wesentliche Erweiterung der Arbeitsumgebung und zusätzlich wird Pervasive Computing auch die Kommunikation mit Familie, Freunden und Geschäftspartnern erweitern und verändern. Kleine, persönliche digitale Assistenten

(PDAs) kombinieren schnelle, energiesparende Prozessoren, drahtlose Übertragungstechnik, permanente Speicherung von Daten in Halbleitern und Miniaturfestplatten, energiesparende Anzeigeeinheiten für Video sowie Spracherkennung für einfache Steuerung und Dateneingabe. Dadurch kann der Benutzer nicht nur jederzeit und überall kommunizieren sondern auch auf lokal gespeicherte oder im Internet verfügbare Daten und Anwendungen zugreifen. Typisch für diese neuen Technologien ist, dass sie nicht mit revolutionären neuen Anwendungen in den Markt eingeführt werden, sondern dass sie mehr und mehr Anwendungen durchdringen. Vor einigen Jahren nutzten nur Computerexperten die Möglichkeit, Nachrichten in Echtzeit an andere Benutzer zu schicken, während im Jahr 2000 über 200 Milliarden Nachrichten mit Short Message Services (SMS) weltweit von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen versandt wurden. Digitale Kameras beginnen konventionelle Kameras zu ersetzen, weil diese sich nahtlos in die digitale Infrastruktur einfügen und digital gespeicherte Bilder im Internet verschickt werden können. Beide Technologien schaffen neue Märkte und verändern gleichzeitig die Kommunikation zwischen den Benutzern.

### ***Pervasive Computing Szenarien***

In den folgenden Szenarien werden die persönliche Erfahrungen, die Technologien und die wirtschaftlichen Aspekte von Pervasive Computing beschrieben. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Technologien und Anwendungen, die bereits heute zumindest prototypisch verfügbar sind und wahrscheinlich in den nächsten Jahren am Markt eingeführt werden.

**Automobil**

Der Fahrer eines modernen Autos der Luxusklasse findet wohl die am weitesten fortgeschrittene Pervasive Computing Umgebung vor. Mit einem Druck auf den elektronischen Autoschlüssel wird das Auto aufgeschlossen und Fahrersitz sowie die Rückspiegel passen sich an den jeweiligen Fahrer an. Nach dem Einsteigen und dem Einlegen des Mobiltelefons in die dafür vorgesehen Halterung wird das Diebstahlsicherungssystem deaktiviert und die Autoelektronik freigeschaltet. Nun kann der Zielort in das Navigationssystem eingegeben und dringende E-Mail in die Kommunikationseinheit des Autos durch Anwahl des Mailservers transferiert werden. Während der Fahrt kann dann diese Einheit die anliegende Post sprachgesteuert vorlesen.

Nun wird der Motor angelassen und im Fall eines dunklen regnerischen Morgens werden automatisch das Licht und die Scheibenwischer eingeschaltet. Die freundliche Stimme des Navigationssystems fordert auf, an der nächsten Ampel rechts abzubiegen. Während der Fahrt kontrolliert und optimiert eine große Zahl von Computersystemen die Steuerung des Motors und des Antriebs. Trotz dichtem Verkehr und schlechtem Wetter kann man sich sicher fühlen, da computergesteuerte Systeme sowohl die Übertragung der Antriebskraft als auch die Wirkung der Bremsen auf die Straßenverhältnisse anpassen. Auf der Autobahn kann man nun das sprachgesteuerte E-Mail System anschalten. Leider muss dafür das Navigationssystem abgeschaltet werden, da beide Systeme noch nicht perfekt integriert sind. Sollte das Auto je in einen Unfall verwickelt werden, so schützen die automatischen Airbag Systeme die Insassen und über den eingebauten mobilen Notrufdienst wird die Kundenzentrale und der Notrufdienst informiert. Im Falle eines leichten Unfalls kann ein Abschleppdienst und ein Ersatzfahrzeug bereit gestellt

werden, im Falle eines schwereren Unfalls können die Angehörigen verständigt und medizinische Notfalldaten an den behandelnden Arzt weitergeleitet werden.

Obwohl heute nicht alle diese Funktionen in allen Fahrzeugen eingebaut sind, ist zu erwarten, dass in wenigen Jahren diese oder ähnliche Funktionen zur Standardausstattung gehören werden. In diesem Szenario werden wesentliche Elemente von Pervasive Computing genutzt.

- Mehrere Funktionseinheiten wie zum Beispiel Fahrzeugschlüssel, Mobiltelefon, Audioanlage und Navigationssystem sind in einem System integriert. Bauelemente werden für mehrere Zwecke genutzt. Der Fahrzeugschlüssel öffnet die Türen, identifiziert den Benutzer für die individuellen Einstellungen und steuert die Fahrzeugelektronik integrierte elektronische Diebstahlsicherung.
- Eine große Zahl von Bedienungselementen, Anzeigeeinheiten sowie Sensoren sind nach ergonomischen Gesichtspunkten in einer optimalen Benutzerschnittstelle integriert.
- Autonome (offline) und zentral gesteuerte (online) Funktionen werden kombiniert. Die Motorsteuerung zum Beispiel arbeitet in der Regel autonom, kann aber bei der Diagnose mit dem zentralen Analysesystem verbunden werden.
- Zahlreiche spezialisierte Rechnersysteme sind durch lokale Busse verbunden und können über eine Kommunikationseinheit mit dem Internet verbunden werden.

- Drahtlose Kommunikation wird für kurze Strecken (Autoschlüssel) aber auch im Mobilfunknetz **Weitverkehr** eingesetzt.
- Sicherheitselemente werden in verschiedenen Bauelementen wie dem Schlüssel, der SIM-Karte im Mobiltelefon und der Autoelektronik zur Sicherung des Zugriffs zum System eingesetzt.
- Funktionen werden an den Benutzer angepasst. Die Benutzerschnittstellen müssen trotz hoher Komplexität der Systeme einfach und intuitiv bedienbar sein. Die Beherrschung von PC Schnittstellen wird nicht vorausgesetzt.

**Comment [SH1]:** ??? was ist das?

Ähnliche Funktionen und Methoden werden zunehmend am Arbeitsplatz, im privaten Bereich, im Haushalt und bei mobilen Diensten eingesetzt werden.

### **Der mobile Arbeitsplatz**

Traditionelle, stationäre Arbeitsplätze werden zunehmend mit dem Anstieg der Arbeitsplätze im Dienstleistungsbereich in mobile Arbeitsplätze umgewandelt oder durch mobile Funktionen ergänzt. Tragbare Computer, Mobiltelefone, digitale Assistenten (Personal Digital Assistants - PDAs), Drucker und Faxgeräte werden über drahtlose Netze lokal oder im Internet nahtlos miteinander verbunden. Neue Organisationsformen entstehen, in denen Arbeitszeit und -ort weitgehend selbständig gewählt werden können. Die jährliche Zuwachsrate der mobilen Arbeitsplätze beträgt in einigen europäischen Ländern bereits über 30%. Mobile Arbeitsplätze können dazu beitragen, die Verkehrsprobleme in den Städten zu verringern und zum Beispiel Eltern ermöglichen Familienleben und Arbeit besser zu koordinieren.

Mobile Arbeitsplätze sind nicht auf typische Büroarbeitsplätze beschränkt. In der Fertigung können mobile Geräte zur Kontrolle von Prozessen, zur Steuerung der Arbeitszeit und zur Verbesserung der Kommunikation innerhalb der Unternehmen eingesetzt werden. Für die Optimierung der Zulieferprozesse wird ebenfalls eine integrierte Pervasive Computing Infrastruktur benötigt. Serviceterminals werden immer kompakter und können mit den Geräten der Kunden, zum Beispiel Smart Cards, Mobiltelefonen und tragbaren Computern, kommunizieren und damit den Datenfluss und die Qualität der erfassten Daten verbessern. Speziell im Gesundheitswesen und bei Sozialdiensten können damit verbesserte mobile Dienstleistungen geschaffen werden. Pervasive Computing wird damit in Zukunft ein grundlegender Bestandteil der Infrastruktur aller Organisationen.

Zusätzlich zur Technik müssen neue Formen für Arbeits- und Privatleben entstehen, welche die Unabhängigkeit von Arbeitszeit und Arbeitsplatz effizient und innovativ nutzen.

### **Haushalt**

Pervasive Computing Geräte werden in vielen Haushalten bereits wie selbstverständlich benutzt. Mobiltelefone sind für viele Familien bereits ein wichtiges Mittel der Kommunikation, um die Termine von Eltern und Kindern abzustimmen. Fernsehgeräte, Videogeräte, Spielkonsolen, CD und DVD Geräte werden integriert und an das Internet angeschlossen. Neue Geräte wie drahtlose, tragbare Daten- und Videoanzeigeeinheiten und multifunktionale Spielkonsolen mit Internetanschluss werden bereits am Markt eingeführt. Moderne Hausinstallationssysteme verbinden Zutrittskontrollsysteme, Sensoren für Fenster und Türen, Heizungs-, Lüftungs- und Beschattungsanlagen sowie Haushaltsgeräte mit einer Steuerungszentrale. Diese kann über Strom- oder Telfonkabel oder auch über

das Mobilfunknetz an das Internet angebunden werden. Damit entsteht eine Infrastruktur mit der vielfältige neue Dienstleistungen für Unterhaltung, Kommunikation, Fernwartung und -diagnose, Sicherheit, Medizin und Energieoptimierung erbracht werden können. Hierfür müssen die zur Zeit eingesetzten Systeme weiter standardisiert und von möglichst allen Herstellern und Diensten unterstützt werden, um die Akzeptanz bei den Benutzern zu erhöhen.

### **Private Kommunikation**

Eine Vielzahl von Geräten wird heute wie selbstverständlich für die Kommunikation privat oder bei der Arbeit benutzt. Festnetz- und Mobiltelefone, Faxgeräte, PCs, Spielkonsolen, Digitalkameras, Audio- und Videoanlagen werden heute als eigenständige Systeme betrieben. Es werden zunehmend am Markt auch Geräte und Systeme angeboten, die mehrere Funktionen integrieren oder mit anderen Geräten zusammenarbeiten. Neue integrierte Funktionen werden angeboten wie z.B. Umleiten einer E-Mail zu einem Faxgerät, Programmierung eines Videorecorders mit dem PCoder Kontrolle der Heizung mit einem Mobiltelefon. Eine Vielzahl von Methoden und Verfahren wird für solche Dienste eingesetzt sodass es für den Kunden im Falle eines Fehlers sehr schwierig ist, einen Ansprechpartner zu finden. Der Kontakt wird zusätzlich durch eine Vielzahl von Telefon- und Internetadressen, Benutzernamen und Passworte erschwert, die zur Identifikation des Benutzers bei der Nutzung einer Dienstleistung benötigt werden. Deshalb wird für die Nutzung des Pervasive Computing eine durchgehende Informations- und Sicherheitsinfrastruktur benötigt. Diese Infrastruktur sollte ähnlich wie die GSM Infrastruktur aufgebaut sein, welche es den Kunden erlaubt, mit den ihnen vertrauten Geräten und Verfahren vielfältige Dienstleistungen unabhängig vom Ort zu nutzen. Kommunikationspfade sollten vom Benutzer zeitweise gesperrt oder umgeleitet werden können. So können

zum Beispiel eingehende SMS Nachrichten in Sprachnachrichten umgewandelt und im Sprachspeicher abgelegt oder in eine Mailbox umgeleitet werden. Eine als E-Mail gesendete Nachricht kann ähnlich in eine Sprachnachricht für einen Benutzer, der keinen PC benutzt oder als mobiler Benutzer keinen Zugriff hat, umgewandelt werden. Benutzer könnten zum Beispiel die kostengünstigste Art der Übertragung für große Datenmengen auswählen oder durch eine Kurznachricht sofort benachrichtigt werden sobald ein wichtiges Ereignis eintritt.

Die dritte Generation der mobilen Geräte, die mit GPRS und UMTS [5] zur Zeit eingeführt wird, basiert auf paketorientierten Netzwerken, die verschiedene Optionen für Verzögerung, Datenrate sowie Fehlerrate bei der Übertragung bieten. Im Gegensatz zum traditionellen verbindungsorientierten GSM Netz sind Benutzer permanent verbunden und bezahlen neben einer Grundgebühr nur für die übertragene Datenmenge. Damit wird die Benutzung des mobilen Datennetzes wesentlich erleichtert und zuverlässiger.

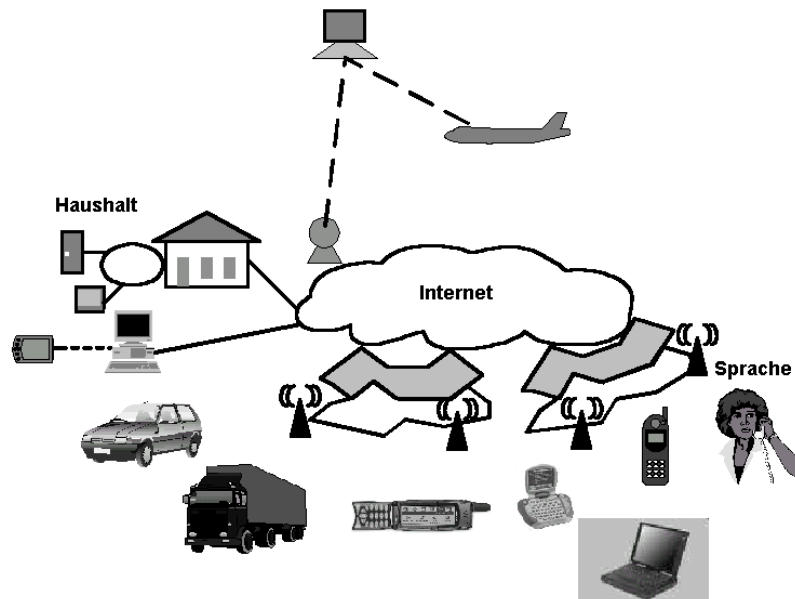
### **Ortsbezogene Dienste**

Die Position eines Mobiltelefons kann durch die Messung der Laufzeiten zu mehreren Sendern ermittelt werden. Das Satelliten gestützte Global Positioning System (GPS) kann zusätzlich oder alternativ verwendet werden, um die Position weltweit mit einer Genauigkeit von deutlich weniger als hundert Metern zu bestimmen. Gebäude, Berge, Bäume und Regen können allerdings die vom Satelliten gesendeten GPS Signale unterbrechen. Mobiltelefon Signale können eventuell empfangen werden, wo kein GPS Empfang möglich ist, und umgekehrt. In Automobilen kann zusätzlich noch die zurückgelegte Wegstrecke berücksichtigt werden, um die Position noch genauer zu bestimmen. Da die Position eines Mobiltelefons nicht wie im Festnetz von der Telefonnummer abgeleitet werden kann,

ist die Bestimmung der Position des Anrufers speziell bei Notrufen erforderlich. Die amerikanische Regierung hat deshalb die Positionsbestimmung bei Notrufen als vorgeschriebenen Dienst durch ein Gesetz festgeschrieben. Die Positionsbestimmung des Anrufenden ermöglicht es, das Internet mit der 'realen' Welt zu verbinden, zum Beispiel wenn der Benutzer zwischen lokalen Netzen und mobilen Netzen pendelt oder lokale Werbung oder Weghinweise empfangen möchte. Die Positionsbestimmung des mobilen Benutzers kann aber auch zur Überwachung des Benutzers eingesetzt werden, was manche als Verletzung ihrer Persönlichkeitsrechte empfinden werden, speziell wenn unaufgefordert Werbung übertragen wird. Deshalb sollte der Benutzer jederzeit in der Lage sein, die Meldung der Position, ähnlich wie die Meldung der Rufnummer bei GSM, jederzeit abzuschalten.

### **Bewegungsfreiheit**

Fortschrittliche Benutzer werden mehrere Geräte, zum Beispiel einen Multimedia PC für Büroarbeiten und Spiele, ein Fernsehgerät für Unterhaltung und ein Mobiltelefon für mobile Kommunikation verwenden. Im Auto wird ein angepasstes Kommunikationssystem mit Sprachausgabe und -steuerung verfügbar sein und am mobilen Arbeitsplatz ein persönlicher, digitaler Assistent (PDA). Kommunikation im privaten Bereich wird bevorzugt mit Sprache sowie E-Mail, und Kurznachrichten (SMS) erfolgen. Neue mobile Kommunikationsformen speziell für kooperatives Arbeiten und Übergänge zu anderen Medien werden sich entwickeln.



**Abbildung 1-1: Mobile Kommunikation**

Terrestrische Mobilnetze, Satellitennetzwerke und lokale Netzwerke in Büros, Läden und Haushalten ermöglichen den Zugriff zum World Wide Web jederzeit von jedem Ort. Pervasive Computing Geräte können auch in drahtlosen lokalen Netzen miteinander kommunizieren. Benutzer werden nicht nur verschiedene Netzwerke sondern auch verschiedenen Geräte benutzen und erwarten, dass alle Funktionen und Daten in einer völlig neuartigen Weise ohne viel Aufwand koordiniert und synchronisiert werden. Diese neuartige, offene Umgebung muss selbstverständlich die Privatsphäre und die Sicherheit der persönlichen Daten wahren, wenn ein Großteil der Bevölkerung erreicht werden soll. Im GSM System sichert das Subscriber Identity Modul (SIM), eine Smart Card, mit einem verlässlichen kleinen Computersystem die Systemadresse und die geheimen Systemschlüssel. Das SIM kann durch zusätzliche Sicherheitsfunktionen erweitert werden, sodass nicht nur Mobilfunkbetreiber sondern auch Benutzer, Banken oder Unternehmen die SIM Karte zur Sicherung ihrer Kommunikation einsetzen können. In der PC Welt ist eine ähnliche, standardisierte Sicherheitsinfrastruktur heute nicht verfügbar. Die

Integration asymmetrischer Verschlüsselungsverfahren und Public-Key Infrastrukturen (PKI) in PC Betriebssysteme, sichere Internet Protokolle und die gesetzliche Absicherung der digitalen Signatur sind die Bausteine für eine allumfassende Pervasive Computing Sicherheitsinfrastruktur, die auch die Abwicklung von geschäftlichen Transaktionen im mobilen Umfeld ermöglicht.

### Pervasive Computing Infrastruktur

Kommunikation und Datenaustausch zwischen Pervasive Computing Geräten, die nicht über das Internet verbunden sind, erfolgt zur Zeit noch weitgehend mit proprietären Methoden zwischen Geräten eines Herstellers oder mit Hilfe eines PCs zur Anpassung der Protokolle und Daten. In Zukunft gilt es aber, Millionen von Geräten, Identifikationsmodule, Festnetze, Mobilfunknetze, Vermittlungseinrichtungen, IP Konverter (zum Beispiel für WAP und Sprache), Server und Applikationen sowie weltweite Verwaltungs- und Abrechnungssystem zu integrieren. Internetmärkte, Banken und Kommunikations- und andere Unternehmen benutzen dann diese Infrastruktur, um ihre Dienstleistungen den Kunden anzubieten.

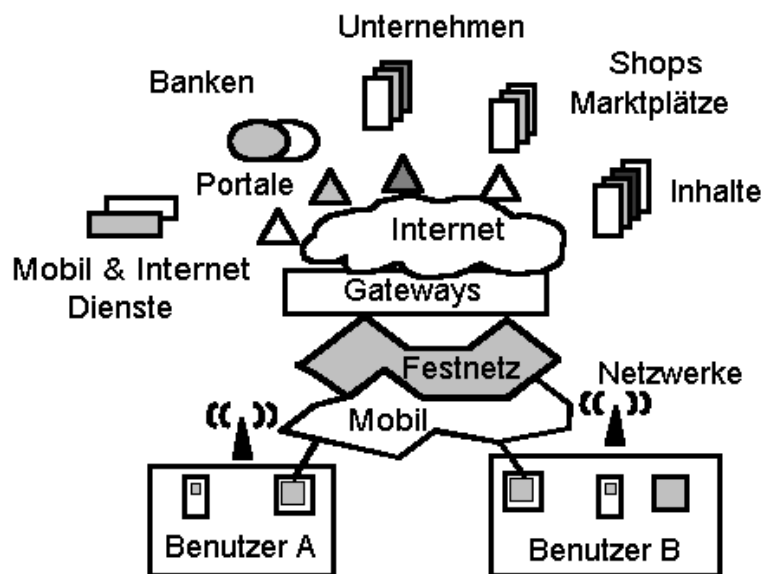


Abbildung 1-2: Mobile Infrastruktur

Pervasive Computing Gateways adaptieren spezielle Protokolle der Geräte an die Internet Protokolle. Personalisierung, Gerätemanagement, Sicherung und Datensynchronisation erfolgen in einem Portal mit dem Ziel, stabile Schnittstellen für die Applikationen unabhängig von den speziellen Eigenschaften der Geräte zu implementieren.

**Comment [SH2]:** oben heisst es Gateway, deshalb habe ich das ebenfalls gestrichen

Traditionell wurde der Telekommunikationsmarkt von Regierungen abgeschirmt, um integrierte, sichere und zuverlässige Systeme für alle Einwohner zu garantieren. Häufig gab es nur einen Telekommunikationsanbieter im Land, der Neuerungen nur sehr zögernd einführte. Das war der Preis den man für ein allgemein zugängliches System bezahlte. In der neuen deregulierten Welt der Kommunikation agieren mehrere Unternehmen über Preise und diversifizierten Angeboten, basierend auf neuen Technologien. In einer solchen Umgebung werden Interoperabilität und Standardisierung immer wichtiger für die gesamte Industrie. World Wide Web Technologien werden in der Kommunikationsindustrie eingesetzt, um Interoperabilität trotz schnellem Technologiewandel zu sichern. Industriekonsortien koordinieren die Arbeit in den technischen Standardorganisationen, welche die Kompatibilität der neuen Geräte und Verfahren sichern sollen. Obwohl viele Fortschritte bei der Zusammenarbeit im Webzeitalter erzielt wurden, ist Standardisierung weiterhin ein relativ mühsamer und langwieriger Prozess. Proprietäre, spezielle Lösungen können schneller entwickelt und marktreif gemacht werden. Häufig werden diese aber nach kurzer Zeit von den standardisierten Produkten und Lösungen überholt, da diese von mehreren Herstellern unterstützt werden und sich damit am Markt besser durchsetzen.

**Comment [SH3]:** 2x Trotz

Zwei Technologien spielen eine wesentliche Rolle bei der Einführung der dritten Generation (3G) der mobilen Systeme. Diese verfolgen zwei unterschiedliche Strategien bei der Einführung GSM/UMTS basierend auf der harmonisierten 3G

Radio Schnittstelle. Dieses System wird von den wesentlichen Organisationen zur Standardisierung der Telekommunikation und Harmonisierungsgruppe der Netzbetreiber (Operator Harmonization Group - OHG) unterstützt. Es erlaubt weltweite Mobilität und einen Migrationspfad von den existierenden GSM Systemen zu UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) das ebenfalls WAP (Wireless Application Protocoll) unterstützt.

- Das von NTT DoCoMo entwickelte i-mode System, ein proprietäres System der dritten Generation, basierend auf einem schnellen Paketvermittlungnetzwerk und dem Internet Protokoll (IP). Das System wurde in Japan entwickelt und wird zur Zeit in Europa und etwas später auch in USA angeboten.

Während Europa sich im wesentlichen auf den einheitlichen Standard GSM/UMTS für die mobile Kommunikation geeinigt hat, werden in USA unterschiedliche CDMA und TDMA Netzwerke eingesetzt. In den dicht bevölkerten Regionen im Osten und Westen der Vereinigten Staaten werden auch zunehmend GSM Netzwerke eingesetzt. Die speziellen Netzwerke in den Vereinigten Staaten repräsentieren weniger als 20% des gesamten Weltmarkts und werden mit unterschiedlichen Migrationspfaden in mobile Internet Netze transformiert. Die Vorteile des GSM/UMTS Systems liegen in der Unterstützung durch die Standardorganisationen und Hersteller sowie der großen Zahl von Kunden, die dieses System bereits benutzen. Die Vorteile des i-mode Systems liegen dagegen in der Vielfalt der verfügbaren Funktionen und der soliden Infrastruktur, die bereits großflächig im Einsatz erprobt wurde. Das i-mode System benutzt eine vereinfachte Version von HTML (compact Hyper Text Markup Language) anstatt WML (Wireless Markup Language) und erleichtert damit den Übergang von PC Internet

Anwendungen zu mobilen Anwendungen. Diese Strategie hat sich in Japan bewährt, wo Kunden eine Vielfalt von Anwendungen speziell im Bereich der Unterhaltung angeboten werden.

Die Verbreitung von WAP Anwendungen wurde durch langsamen Verbindungsaufbau, geringe Datenraten und mangelnde Zuverlässigkeit der ersten WAP Systeme gebremst. Die Einführung von schnelleren paketorientierten GPRS und UMTS Verbindungen wird die Qualität der WAP Dienste wesentlich verbessern.

Pervasive Computing Geräte mit höherer Rechenleistung und Multi-Protokoll fähigen Modulen für die Kommunikation werden es ermöglichen, mehrere Standards in einem Gerät verfügbar zu machen und damit die Weiterentwicklung der Technologien zu unterstützen.

### **Personalisierte Dienste und der Virtuelle Persönliche Ordner**

*Alle Dinge haben vor allem dem Menschen zu dienen.*

*R.H. Tawney [3]*

Pervasive Computing ist ein weiterer Schritt von der Angebotsökonomie zu einer Nachfrageökonomie, die durch die Kunden gesteuert wird [4]. Telefon und Internet werden sich in diversifizierte, auf die Bedürfnisse des Einzelkunden zugeschnittene Produkte und Dienstleistungen weiterentwickeln. Mobile Kunden erwarten Dienstleistungen, die einfach zu bedienen sind und die innerhalb von Sekunden Resultate liefern. Mobile Kunden sind nicht gewillt, ähnlich lange zu warten, wie es heute vielfach noch beim Internet üblich ist. Das persönliche Telefonverzeichnis im Mobiltelefon, welches das Wählen gegenüber herkömmlichen Telefonen erheblich beschleunigt, ist ein gutes Beispiel wie die Anforderungen der mobilen Kunden erfüllt werden können. Diese sind nicht gewillt, große Datenmengen mit kleinen Tastaturen oder Stiften einzugeben oder zu suchen. Auch Drucker werden nur an wenigen speziellen Geräten angeschlossen sein. Gegenüber PC Applikationen

müssen die Antwortzeiten verringert und die Zuverlässigkeit erheblich verbessert werden, um Akzeptanz beim Kunden zu finden. Hierfür werden weitgehend personalisierte, einfach zu bedienende Anwendungen für die Suche, die Darstellung sowie für die Bearbeitung der Daten, nötig sein, die den Kunden nicht mit umständlichen Verfahren zur Steuerung der Geräte, Systeme und Sicherheitseinrichtungen belasten.

Deshalb genügt es nicht, einfach PC Applikationen für das Web auf mobilen Geräte auszuführen. Information muss komprimiert und möglichst automatisch an Benutzer und Gerät angepasst und dargestellt werden. Formate und Dialoge sind auf die kleineren Bildschirme und limitierte Eingabemöglichkeiten anzupassen um damit kurze Antwortzeiten und optimale Abläufe zu erhalten. Mobile Benutzer möchten auch die ihnen vertrauten Programme, Schnittstellen, Benutzerprofile und persönlichen Daten unabhängig von Gerät, Ort oder Zeit vorfinden. Sie möchten vorgeben, auf welchem Wege und wann Nachrichten sie erreichen können. Die Überflutung mobiler Kunden mit Werbung ist wahrscheinlich weder willkommen noch erfolgreich, wohingegen auf die Bedürfnisse der Kunden zugeschnittene Dienstleistungen eine starke Kundenbindung erreichen können.

Ein spezielles Infrastrukturelement der 'virtuelle, persönliche Ordner' wird benötigt, um folgende Funktionen für mobile Benutzer zu unterstützen.

- Universelle Adresse, die unabhängig von Gerät und Ort ist. Darin sind zum Beispiel die Nummern von Telefonen und Faxgeräten sowie E-Mail und SMS Adressen sowie die Eigenschaften der verwendeten Geräte zusammengefasst.
- Gesicherter Zugriff zu Systemen und Daten inklusive Verschlüsselung sowie Verbindlichkeit von Transaktionen.

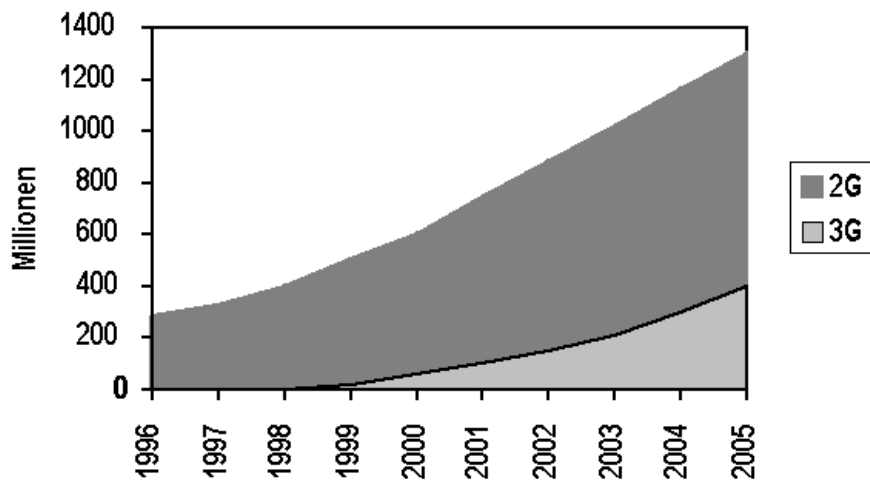
- Personalisierung von Geräten, Kommunikation und Dienstleistungen.
- Sicheres Datenschließfach für persönliche Daten wie Adressen, Bankverbindungen und Zahlungsmittel, Profile und Präferenzen sowie Bestellungen und Belegen.

Der virtuelle, persönliche Ordner wird typischerweise in einem oder mehreren Portalservern implementiert, da alle Geräte auf diese Daten zugreifen müssen. Benutzer legen eventuell unterschiedliche Ordner für private oder geschäftliche Zwecke an. Mobile Portale stellen diese Funktionen heute nur teilweise und häufig nur in Verbindung mit E-Mail Systemen zur Verfügung. Pervasive Computing Geräte und Anwendungen sind ohne vielfältige und optimal eingesetzte virtuelle, persönliche Ordner schwierig zu bedienen und werden von mobile Kunden sicherlich wenig akzeptiert. Umfangreiche Standardisierung der Funktionen, ihrer Schnittstellen und ihrer Verteilung in den Systemen ist jedoch notwendig, um die Benutzung zu vereinheitlichen und zu vereinfachen, wie dies bei Internet-Anwendungen im Laufe von wenigen Jahren erfolgte. Die dabei entwickelten Standardisierungsmodelle können mit Sicherheit auch auf Pervasive Computing angewendet werden.

## **Der Pervasive Computing Markt**

Innovation ist das wesentliche Kennzeichen des Pervasive Computing Marktes, der zunächst durch die Nachfrage nach einfachen, mobilen Sprachdiensten in Europa und Asien geprägt wurde, während die Entwicklung in USA mehr in Richtung mobiler Nachrichtendienste (Pager) und Internet Zugriff erfolgte. Die Grundfunktion der Geräte ist grundsätzlich einfach zu bedienen und spricht damit einen großen Kundenkreis an. Neue und komplementäre Produkte und Dienstleistungen werden fast täglich erfunden und eingeführt, die stark von den Gewohnheiten der

Konsumenten und der verfügbaren Infrastruktur in den verschiedenen Ländern abhängen. Neue innovative Produkte und Dienste beeinflussen das Kundenverhalten und führen zu starken Variationen im Kaufverhalten und Verschiebung der Marktanteile der einzelnen Anbieter. Deshalb ist es sehr schwierig, das Volumen des Pervasive Computing Marktes sowie dessen Weiterentwicklung abzuschätzen. Die Zahl der Benutzer von Mobiltelefonen ist ein guter Indikator speziell für die Dynamik des Marktes. Im Jahr 2000 benutzten 600 Millionen Menschen ein Mobiltelefon. Im Jahr 2005 werden nach aktuellen Schätzungen 1.3 Milliarden Menschen ein solches Gerät benutzen.



Quelle: UMTS Forum

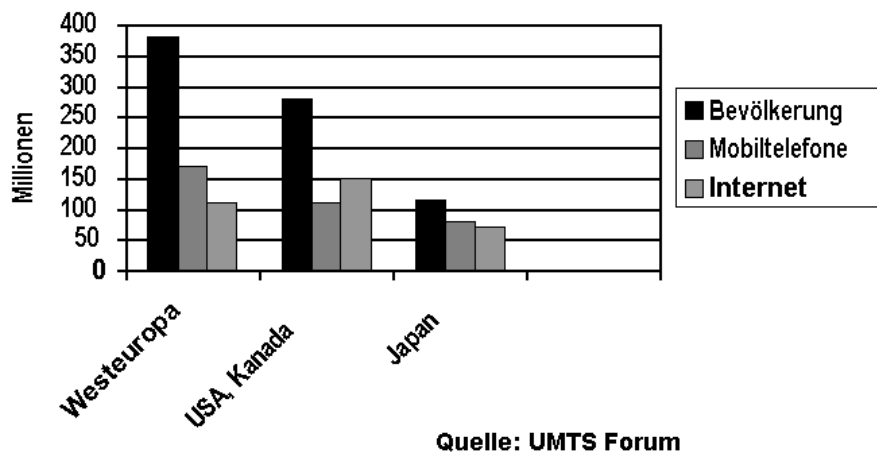
**Abbildung1-3: Entwicklung der Zahl der Mobilfunkteilnehmer weltweit [5]**

Die Vorhersagen für die Entwicklung der Zahl der Mobilfunkteilnehmer wurde anders als bei der Einführung vieler anderer neuer Technologien bisher übertroffen. Die anderen wesentlichen Segmente des Pervasive Computing Marktes steigen mit ähnlichen Raten.

- Eingebettete Systeme werden in der Regel vom Benutzer nicht wahrgenommen und sind in Autos, Elektronik- und Haushaltsgeräte eingebaut.
- Unterhaltungselektronik wie zum Beispiel Digitalkameras, Videorecorder, tragbare elektronische Bücher, MP3 Abspielgeräte mit Netzwerkanschluss enthalten Pervasive Computing Elemente.
- Tragbare Rechner in allen Größen und Ausführungsformen mit drahtloser Kommunikation, Mobiltelefone, Geräte für E-Mail und Kurznachrichten, PDAs sowie mobile PCs.

Der Umsatz bei Pervasive Computing Geräten und Dienstleistungen ist auf mehrere hundert Milliarden Dollar angestiegen. Das weitere Wachstum wird durch eine Kombination von innovativen Technologien mit neuartigen Dienstleistungen erzielt. Dabei wird der größte Teil des Umsatzes durch Dienstleistungen und nicht durch den Verkauf von Geräten erwirtschaftet. Diese werden häufig sogar vermietet und nicht verkauft, um den schnellen Austausch der Technologien zu unterstützen.

In manchen Ländern wie Finnland, Schweden oder Italien nähert sich die Zahl der Mobiltelefone der Zahl der Einwohner bereits an, während in anderen Ländern der Ausbau der Netze mit zweistelligen Zuwachsraten noch im vollen Gange ist. In Europa und Japan übertrifft die Zahl der Mobiltelefone bereits die Zahl der Internet-Anschlüsse.



**Abbildung 1-4: Mobiltelefone und Internetanschlüsse**

Die Verfügbarkeit von Internet-Anschlüssen und Angeboten für PCs beeinflusst offensichtlich den Pervasive Computing Markt. In Japan greifen die Benutzer von i-mode Mobiltelefonen häufiger auf das Internet zu als mit PCs, da einerseits ein Großteil der Angebote im Internet nicht in japanischer Sprache zur Verfügung steht und andererseits das i-mode System sehr verlässlich ist und viele Angebote in japanischer Sprache bereitstellt.

Die Mehrheit der Benutzer in USA favorisiert Kombinationen mit PCs und PDAs oder kleine Geräte zum Versenden von E-Mail welche die vorhandene drahtgebundene und drahtlose Kommunikationsinfrastruktur nutzen.

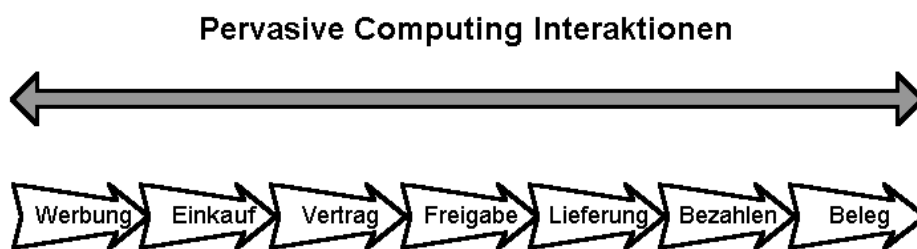
Der Markt in Europa wird dominiert von GSM Netzen und Diensten, da Mobilität und Kompatibilität für diesen Kundenkreis wichtig ist. Die meisten europäischen Gerätehersteller haben bei der Definition des GSM Standards mitgewirkt und sich damit auch wesentliche Marktanteile gesichert.

WAP Dienste werden in Europa bisher noch in geringem Umfang genutzt, da größere Stückzahlen von WAP fähigen Geräten erst im Jahr 2000 ausgeliefert wurden und die Akzeptanzrate sehr gering ist. In den meisten Ländern benutzen weit weniger

als 5 % der GSM Kunden WAP [7], da die ersten WAP Anwendungen nicht sehr attraktiv und nicht genügend zuverlässig für mobile Kunden waren. Die Einführung von GPRS wird hier wesentliche Verbesserung bei der Zugriffsgeschwindigkeit und der Zuverlässigkeit bringen. Zusätzlich müssen aber neue, attraktive Dienste für Geschäfts- und Privatkunden geschaffen werden, um diese von dem neuen Medium wirklich zu überzeugen. Daneben werden weiterhin Sprachdienste einen wesentlichen Teil der Einnahmen von Mobilfunkdiensten ausmachen. Fast alle Unternehmen werden in neue Anwendungen investieren, um ihren Marktanteil speziell mit hochwertigen Diensten zu erhöhen.

## M-Business

Pervasive Computing wird bei Anwendungen für Endkunden und speziell in im Automobil- und Transportsektor eine wesentliche Rolle einnehmen. Pervasive Computing Geräte werden nicht nur dazu benutzt werden, um Produkte für mobile Benutzer wie zum Beispiel Fahrkarten zu verkaufen oder E-Mail und Kurznachrichten zu verschicken, sondern um gesamte Prozessketten und die zugehörigen Dienstleistungen zu optimieren.



**Abbildung 1-5: Unterstützung einer Prozesskette**

Damit nimmt die Pervasive Computing Technologie eine Schlüsselstellung bei der Aufnahme und Pflege von Kundenbeziehungen ein. Einige Industriezweige wie zum Beispiel die Finanzindustrie müssen bereits massiv in diese Technologie investieren, da ihre Kunde früh und umgehend informiert werden wollen und

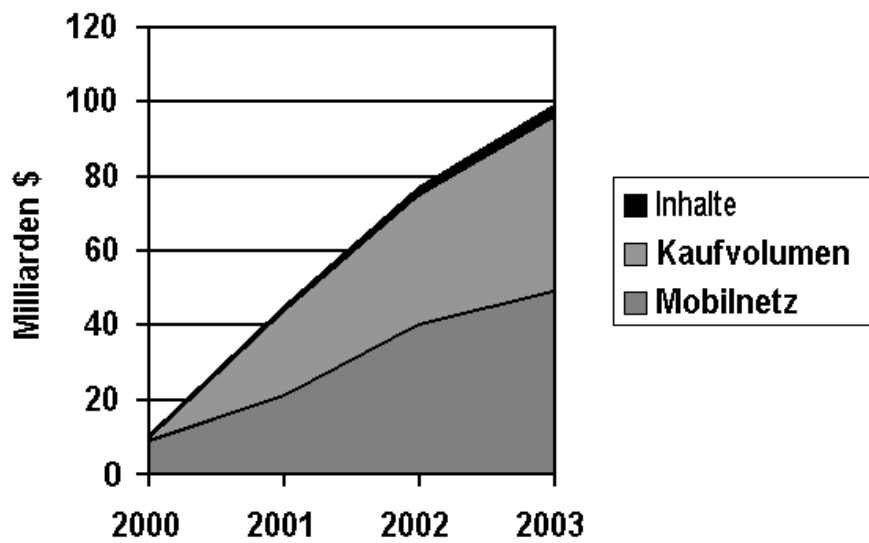
Finanzgeschäfte jederzeit und an beliebigen Orten auslösen und überprüfen wollen.

Schlüsselemente für erfolgreiche M-Business Lösungen sind:

- Attraktive Dienstleistungen für mobile Benutzer.
- Zuverlässige und leicht bedienbare Systeme, die allen Beteiligten in der Prozesskette zugänglich sind.
- Sicherungssysteme, die es dem Kunden erlauben sich zu identifizieren, Transaktionen zu autorisieren und seine Daten gesichert zu übertragen und zu speichern.
- Vertragsbedingungen, Organisation und Technik in die der Kunde vertrauen hat.
- Zahlungssysteme, die es erlauben, sowohl sehr kleine Beträge mit geringem Aufwand zu bezahlen als auch große Geldmengen mit komplexen Verfahren zu bewegen.

- Erfolgreiche Geschäftsmodelle für neuartige mobile Dienstleistungen

Die Wertschöpfung wird dabei zum großen Teil indirekt durch Optimierung der bestehenden und neuen Prozessketten erbracht. Es ist schwierig, den direkten Umsatz durch Verkäufe an mobile Benutzer zu schätzen, da der Markt sich gerade erst entwickelt und viele Annahmen betreffs der angebotenen Produkte und Dienstleistungen gemacht werden müssen. Die Entwicklung des M-Business wird auch sehr stark durch die generelle Entwicklung des Internet-Handels beeinflusst, dessen rechtliche und steuerliche Regeln noch nicht fest etabliert sind [6]



Quelle: The Boston Consulting Group

**Abbildung 1-6: Weltweiter M-Business Umsatz**

In einer Studie der Boston Consulting Group [7] wird der weltweite M-Business Markt im Jahr 2003 auf etwa 100 Milliarden US Dollar geschätzt, wobei etwa 50 % von den Mobilfunkunternehmen eingenommen werden. Dabei wird angenommen, dass ein Großteil der angebotenen Güter, wie zum Beispiel Musiktitel, Bilder und Spiele, einen recht niedrigen Preis haben werden und einen Umsatz von etwa 50 Millionen US Dollar generieren. Gemäß der Studie wird mit 50 Millionen nur ein geringer Teil der Umsätze von Anbietern von Informationen gemacht, da die Benutzer ähnlich wie im Internet für Information nicht bezahlen wollen.

Die Vorhersagen für die Umsätze im mobilen Umfeld beruhen weitgehend auf Erfahrungen, die man in einigen Märkten speziell in Japan gemacht hat. Neue Produkte und Dienstleistungen, die Qualität der Infrastruktur und die breite Verfügbarkeit von mobilen Zahlungssystemen wird das Wachstum des M-Business sehr stark beeinflussen.

## **Zusammenfassung**

Pervasive Computing eröffnet eine völlig neue Welt für Personal Computing indem jetzt Internet basierende Dienste für einen Großteil der Bevölkerung überall und jederzeit zur Verfügung stehen. Damit werden sich der persönliche Lebensstil, aber auch die Arbeitsabläufe in vielen Zweigen der Industrie wesentlich verändern. Pervasive Computing basiert auf leicht bedienbaren Schnittstellen zum Benutzer, neuartigen oder adaptierten Applikationen sowie der Konvergenz folgender Schlüsseltechnologien:

- Höchstintegration von Schaltkreisen für Computer, drahtlose Kommunikation sowie Anzeigeeinheiten
- Drahtlose Kommunikation im Nah- und Fernbereich
- Unterhaltungselektronik
- Internet Infrastruktur
- Sprachverarbeitung
- Standardisierung sowie kooperative, Web basierende globale Entwicklungsprozesse

Pervasive Computing ist heute ein Markt mit mehreren Hundert Milliarden US Dollar Umsatz und zweistelligen Zuwachsraten, der vorwiegend durch Innovationen und Kundennachfrage bestimmt wird. Ein Großteil der Umsätze wird mit Dienstleistungen für mobile Sprach- sowie Datenkommunikation erzielt. In Zukunft werden Zusatzdienste eine wichtige Rolle für die Differenzierung der Angebote und als zusätzlicher Umsatzträger einnehmen.

Kooperationen bei Technologie und Anwendungen sind Schlüssel zu rascher Markteinführung und Optimierung der Investitionen und operativen Kosten. Der Entwurf und die Implementierung von Pervasive Computing Systemen setzt erhebliche Kenntnisse in der Organisation, des Geschäftsumfelds, der Hardware-Technologien und der Software voraus. Lösungen müssen kontinuierlich an neue Geräte, Kommunikationsprotokolle und neue Standards ohne Betriebsunterbrechung angepasst werden. Dabei müssen hohe Sicherheitsstandards für sensitive persönliche Daten und Transaktionen mit hohem Wert in einer offenen, verteilten Umgebung mit vielen Teilnehmern in die Systeme integriert werden.

Deshalb beschreibt dieses Buch nicht nur Hardware und Software sondern auch einen exemplarischen Systementwurf für eine Pervasive Computing System, um alle wesentlichen Aspekte einer Systemarchitektur zu adressieren.

## **Die Zukunft**

In einem sich mit extremer Geschwindigkeit entwickelnden Umfeld sind Vorhersagen über zukünftige Entwicklung häufig überholt bevor sie veröffentlicht werden. Dies gilt vor allem für Pervasive Computing Geräte, die in immer neuen Variationen von Funktionen und Baugruppen angeboten werden. Die folgenden Entwicklungen und Technologien werden wahrscheinlich den Markt in den folgenden fünf bis zehn Jahren wesentlich beeinflussen.

Fast alle Industriezweige werden Pervasive Computing Technologie für Marketing und Logistik einsetzen. Erfolg werden Anbieter haben, welche spezielle, auf die Benutzer zugeschnittene Dienstleistungen mit flexiblen Kommunikationsmöglichkeiten und leicht bedienbaren Benutzerschnittstellen anbieten. Mobile Kommunikation und Internet konvergieren in eine umfassende mobile Internet basierende Infrastruktur (IPv6 [8]). Benutzer können damit das

Internet sowie lokale Funktionen überall und jederzeit nutzen, ähnlich wie heute mobile Benutzer weltweit telefonieren können. Hierfür bedarf es jedoch auch der notwendigen Anpassungen der Rechts-, Finanz- und Handelssysteme wie sie zum Beispiel vom Global Business Dialogue on Electronic Commerce [6] vorangetrieben werden. Web basierende Technologien für die Verknüpfung von Diensten wie zum Beispiel SOAP, UDDI und XAML [9] werden eine Schlüsselrolle bei der Konstruktion attraktiver Web basierender Angebote einnehmen. Benutzer werden mehrere, dem Zweck angepasste Geräte verwenden, die in ein schlüssiges Gesamtsystem mit Multimedia und Datenanwendungen eingepasst werden müssen. Public-Key Infrastruktur (PKI) ist dabei die Schlüsseltechnologie für die Sicherheit in verteilten Systemen. Neue Anwendungen werden durch die Verfügbarkeit neuer und verbesserter Geräte ermöglicht, die in der Regel aber auch verbesserte Infrastrukturen erfordert. Pervasive Computing Portale, gleichzeitig von Millionen Anwendern genutzt, stellen um Größenordnungen höhere Anforderungen an Leistung und Verfügbarkeit von Web-Anwendungsservern. Die Organisation und Koordination aller Funktionen eine Pervasive Computing Systems in einem schnell wechselndem Umfeld, wird dabei eine der größten Herausforderungen der nächsten Jahre sein.

## Referenzen

1. Prasad, R., Mohr, W., Konhäuser, W., Editors; *Third Generation Mobile Communication Systems*; Artech House, Boston - London, 1999
2. Fromm, E.; *The Sane Society*; Holt, Rinehart & Winston, Inc., 1955
3. Tawney, R. E.; *The Acquisitive Society*; Harcourt, Brace & Company, Inc., New York, 1920

Formatted: English (U.K.)

4. Levine, R., Locke, C., Searls, D., Weinberger, D., Perseus Books; *The Cluetrain Manifesto – The end of business as usual*;  
Cambridge, Massachusetts, 1999:  
<http://www.cluetrain-manifesto.com>
5. Shaping the Mobile Multimedia Future – An Extended Vision from the UMTS Forum: <http://www.umts-forum.org>
6. Global Business Dialogue on Electronic Commerce: <http://www.gbde.org>
7. The Boston Consulting Group, *Despite Initial Frustration, Mobile Device Users Are Confident About Future*: <http://www.bcg.com/>
8. IPv6 Forum: <http://www.ipv6forum.com>  
[media\\_center/media\\_press\\_release\\_subpage31.asp](http://www.ipv6forum.com/media_center/media_press_release_subpage31.asp)
9. Transaction Authority Markup Language: <http://www.xaml.org>