

# **Die Vision von Marc** **Weiser**

Seminararbeit im Rahmen des Seminars  
Ubiquitous Computing

Angelika Leibscher

Vorgelegt am  
Lehrstuhl für Praktische Informatik IV  
Prof. Dr. W. Effelsberg  
Universität Mannheim

Februar 2002

# Inhaltsverzeichnis

<b><u>DIE VISION VON MARC WEISER</u></b> .....	<b>1</b>
INHALTSVERZEICHNIS .....	2
TEIL 1: UBIQUITOUS COMPUTING.....	3
1.1 Einleitung .....	3
1.2 Ziele des Ubiquitous Computing .....	3
1.3. Abgrenzungen zu anderen Visionen .....	5
1.4 Prototypen für das Ubiquitous Computing .....	7
1.5 Herausforderungen des Ubiquitous Computing .....	10
1.6 Kritische Würdigung .....	13
TEIL 2: VERGLEICH MIT DER HEUTIGEN ENTWICKLUNG .....	15
2.1. Technische Möglichkeiten .....	15
2.2. Umsetzung der Ziele des Ubiquitous Computing .....	18
2.3. Fazit.....	19
ANHANG.....	20
Literaturverzeichnis .....	20

# **Teil 1: Ubiquitous Computing**

## 1.1 EINLEITUNG

Anfang der 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts beschäftigte sich Marc Weiser, Wissenschaftler am XEROX Palo Alto Research Center (PARC), mit der Frage, wie die Computer für das 21. Jahrhundert aussehen könnten. Er prägte den Begriff des „Ubiquitous Computing“. Diese Vision der "Allgegenwärtigen Computer" soll im Folgenden erläutert werden. Der zweite Teil dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, inwieweit diese Vision in den letzten 10 Jahren umgesetzt wurde.

## 1.2 ZIELE DES UBIQUITOUS COMPUTING

*„Die tiefgreifendsten Technologien, sind diejenigen, die verschwinden“.*

Dieser Satz kann als Leitsatz der Vision Marc Weisers betrachtet werden.

Damit ist nicht gemeint, daß die Geräte physisch unsichtbar werden sollen. Vielmehr soll ihre Benutzung derart wenig Aufmerksamkeit erfordern, daß der Benutzer die Technologie nicht mehr bewußt wahr nimmt, sondern sich voll auf seine eigentliche Arbeit konzentrieren kann. Die Technologie soll so weit mit dem alltäglichen Leben verschmelzen, bis sie davon nicht mehr zu unterscheiden ist.

Als Beispiel für eine solche "verschwindende" Technologie führt Marc Weiser die Technik des Lesens und Schreibens an. Die Fähigkeit, Zeichen zum Abspeichern von Informationen zu verwenden, ermöglichte es, Wissen langfristig und unabhängig von der beschränkten Erinnerungsfähigkeit des Menschen zu speichern. Heute ist diese Fähigkeit (zumindest in den Industrieländern) so selbstverständlich, daß wir sie kaum noch bewußt wahrnehmen. Ständig sind wir von Schriftzeichen umgeben, ob das nun Bücher, Straßenschilder oder Werbeplakate sind. Die Aufnahme der Information erfolgt dabei völlig unbewußt und ohne daß wir uns speziell darum bemühen müßten. Auch wenn wir einen Aufsatz oder eine Notiz schreiben, müssen wir uns nur um den Inhalt Gedanken machen, nicht aber um das Schreiben der einzelnen Buchstaben.

So unbewußt und intuitiv soll nach Marc Weisers Vision auch die Benutzung von Computern sein. Die Computer sollen überall in großer Zahl verfügbar sein, aber keinerlei Aufmerksamkeit erfordern, sondern unauffällig Aufgaben erledigen, die dem Benutzer bei seiner Arbeit helfen. Dabei sollen sie sich voll in die normale Umwelt integrieren und den Benutzer nicht von seinen eigentlichen Zielen ablenken.

Außerdem soll eine barrierefreie Kommunikation möglich gemacht werden, bei der keine Ablenkung durch die Geräte die Interaktion zwischen zwei Teilnehmern stört.

Gleichzeitig soll auch der sooft beklagte „Information Overflow“ verringert werden. Das mag auf den ersten Blick paradox erscheinen, da doch durch mehr Computer auch mehr Informationen zu erwarten sind. Marc Weiser meint aber, daß die Informationen so einfach erreichbar sein sollen, daß wir keine Probleme mehr haben, relevante Daten herauszufiltern. Beim einem Gang durch ein Fußgängerzone fühlen wir ja trotz der vielfältigen Informationen, die auf Werbeschildern, Plakaten, etc. auf uns einströmen, keine Belastung. Ubiquitous Computing hat zum Ziel, computergespeicherte Daten genauso einfach zur Verfügung zu stellen.

Heutige Computer entsprechen diesen Anforderungen in keiner Weise. Ihre Benutzung ist kompliziert und der Benutzer muß sich erst komplexes Wissen aneignen, um sie effizient nutzen zu können. Marc Weiser vergleicht die Computernutzung unserer Zeit mit der Schreibkunst zu der Zeit, als ein Schreibkundiger genau soviel Wissen über die Herstellung von Federkielen und Tinte haben mußte, wie er über die Buchstaben Bescheid wissen mußte. Weiterhin sind Computer keinesfalls in die alltägliche Umgebung integriert. Sie bilden eine eigene, isolierte Welt, die mit den normalen Arbeitsvorgängen nichts zu tun hat. Zwischen der eigentlichen Arbeit in der realen Welt und der Computerwelt besteht ein Bruch, den der Benutzer überwinden muß, indem er mit dem Computer in einer Fachsprache kommuniziert. Dabei muß sich der Benutzer dem Computer anpassen und nicht umgekehrt.

Ein weiteres Hemmnis bei der Benutzung von Computern ist, daß der Fokus des Benutzers auf einen einzelnen Bildschirm gerichtet ist. Dadurch wird der Blick auf die reale Umgebung, also z.B. die Kollegen, die sich im selben Büro aufhalten, geschmälert.

Da der Computer so viel Aufmerksamkeit benötigt, damit er überhaupt benutzbar ist, lenkt er häufig von der eigentlichen Arbeit ab. Manchmal erfordert der Computer selber sogar mehr Zeit und Aufmerksamkeit, als man zur Lösung des eigentlichen Problems ohne Hilfe des Computers gebraucht hätte.

Diese Probleme sollen in der Vision des Ubiquitous Computing der Vergangenheit angehören. Hunderte von miteinander vernetzten Computern sollen dem Büroarbeiter der Zukunft unauffällig die Arbeit erleichtern und nicht schwerer zu benutzen sein als ein Stück Papier und ein Bleistift.

### 1.3. ABGRENZUNGEN ZU ANDEREN VISIONEN

Um seine Idee vom Ubiquitous Computing deutlich werden zu lassen, grenzt Marc Weiser sie von einer Reihe anderer Visionen und Konzepten ab.

#### 1.3.1. Virtuelle Realität

Die Vision von virtuellen Realitäten verfolgt Ziele, die denen des Ubiquitous Computing genau entgegengesetzt sind.

Mit Hilfe virtuelle Welten läßt sich vieles erfahren, was in der Realität nicht möglich ist. So kann man virtuell fremde Sterne oder das Innere des menschlichen Körpers erkunden oder aber ganz neue Welten produzieren, in denen andere Gesetze herrschen als in der realen Welt. Diese virtuellen Welten sollen dabei möglichst hautnah erfahrbar sein, so daß der Benutzer das Gefühl hat, die Objekte dieser Welten seien tatsächlich vorhanden. Meist ist ein großes Arsenal an Geräten wie Helme, Handschuhe, etc. nötig, um auch einen körperlichen Eindruck zu erwecken.

Die reale Welt wird allerdings völlig ausgeblendet.

Das Ziel des Ubiquitous Computing ist es aber gerade, den Computer in die reale Welt einzugliedern, so daß er die Abläufe der realen Welt nicht behindert, sondern befördert. Marc Weiser spricht von "Embodied Virtuality". Die computergespeicherten Daten sollen möglichst intuitiv zugänglich gemacht werden und damit die reale Welt anreichern, statt eine neue Welt zu simulieren. Die Fokussierung auf die Geräte, die für die Erzeugung einer virtuellen Realität nötig sind, hindert den Benutzer an der Wahrnehmung der tatsächlichen Umgebung. Genau dies soll aber bei Geräten für das Ubiquitous Computing verhindert werden.

### **1.3.2. Intelligente Agenten**

Auch von dem Gedanken Intelligenter Agenten lässt sich das Ubiquitous Computing abgrenzen.

Die Idee von Intelligente Agenten ist, daß diese autonom handeln. Sie sollen suggerieren, daß der Computer eine Art Mensch ist, der Arbeiten selbständig erfüllen kann, ohne dabei menschlicher Hilfe zu bedürfen.

Im Ubiquitous Computing soll dagegen der Mensch die volle Kontrolle über alle Tätigkeiten haben. Der Computer soll ihm die Arbeit lediglich erleichtern, nicht aber abnehmen.

Abgesehen davon bewegen sich intelligente Agenten in der virtuellen Welt des Computers und lenken daher die Aufmerksamkeit des Nutzers wiederum auf den Computer.

### **1.3.3. Mobile Geräte**

Kleine und mobile Geräte sind eine der Voraussetzungen des Ubiquitous Computing.

Trotzdem hält Marc Weiser PDAs und Laptops nur für einen kleinen Schritt auf dem Weg zum Ubiquitous Computing. Denn in ihrer heutigen Form sind sie nur eine verkleinerte Form des Konzepts des PCs. Ihre vielfältigen Funktionen machen ihre Benutzung ebenso kompliziert wie die des Desktop-PCs und durch ihre geringe Größe erfordern sie teilweise eine noch größere Aufmerksamkeit.

Außerdem davon geht Marc Weiser davon aus, daß durch komplette Vernetzung alle Informationen überall verfügbar sein sollen. Es soll also nicht nötig sein, ein mobiles Gerät, auf dem man alle relevanten Daten gespeichert hat, ständig mit sich herumzutragen, wie das bei Laptops der Fall ist. Nach seiner Vision sollen mobile Geräte überall verfügbar sein, so wie heute überall Papier und Stifte vorhanden sind. Durch die Vernetzung kann der Benutzer dann jederzeit seine Daten auf ein entsprechendes Gerät laden und verarbeiten. Das folgende Kapitel gibt Auskunft über einige Prototypen, die Marc Weiser und seine Kollegen für das Ubiquitous Computing entwickelt haben.

## 1.4 PROTOTYPEN FÜR DAS UBIQUITOUS COMPUTING

Ubiquitäre Geräte sollen in möglichst vielen Größen vorhanden sein, damit sie für alle möglichen Aufgaben genutzt werden können. In einem Raum sollen sich Hunderter von Computern befinden, die miteinander vernetzt sind und miteinander kommunizieren. Dabei lies sich Marc Weiser bei der Entwicklung von Prototypen von den Gegenständen inspirieren, die sich in einem typischen Büro oder einem Privathaushalt finden lassen, besonders natürlich solche Gegenstände, die etwas mit Informationsverarbeitung zu tun haben. Das Ziel dabei war aber gerade nicht, diese Gegenstände in einen Computer zu integrieren, wie das bei der heute verwendeten Desktop-Metapher mit Ordnern, Papierkörben, etc. der Fall ist. Dieses Vorgehen hätte ja wieder die Aufmerksamkeit auf den Bildschirm gelenkt. Vielmehr sollten diese Gegenstände durch kleine Computer ersetzt werden, die sich einfach bedienen lassen und den Medienbruch zwischen realer Welt und Computer möglichst gering halten.

Diese Geräte sollen überall verfügbar sein, und ähnlich nutzbar sein wie ein Stück Papier oder eine Tafel. Bei der Entwicklung stellt Marc Weiser zwei Themen in den Vordergrund. Einerseits soll es die Geräte in allen möglichen Größen geben, die auf die jeweiligen Aufgaben abgestimmt sind. Zum anderen ist es unabdinglich, daß die Geräte ihren Standort (zumindest innerhalb von Gebäuden) kennen. Für den Menschen ist dieses Wissen sehr fundamental und es würde auch den Computern, die Möglichkeit geben, situationsabhängig zu reagieren, ohne daß dafür besondere Entwicklungen in der künstlichen Intelligenz nötig wären. Generell gilt, daß die Stärke des Konzepts nicht in den Fähigkeiten der einzelnen Geräten, sondern im Zusammenspiel dieser Geräte liegen soll.

### 1.4.1 Tabs

Bei Tabs handelt es sich um zentimetergroße Geräte, die als aktive Notizzettel fungieren sollen. In einem Raum sollen sich Hunderte von Tabs befinden und zwar an allen Stellen, wo kurze Informationen oder Anzeigen nötig sind. Die Tabs sollen die Möglichkeit besitzen, ihre Position innerhalb eines Gebäudes zu bestimmen und untereinander vernetzt sein.

Einsatzmöglichkeiten von Tabs sind z.B. Notizzettel, Anzeigen an Thermometern oder Uhren und Aufschriften auf Büchern und



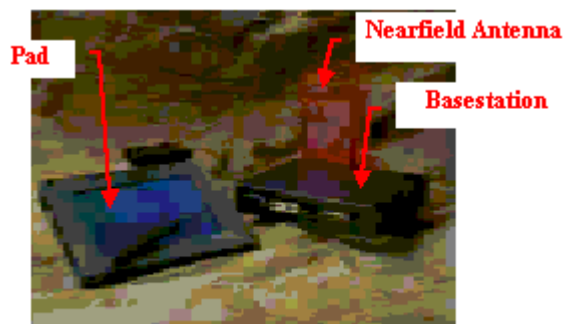
**Abbildung 1**

Zeitschriften. Ein mögliches Szenario, das Marc Weiser vorschwebt, ist etwa das Auffinden von Büchern in einer Bibliothek mit Hilfe von Tabs. Da das Tab die Beschreibung des Buches, sowie seine eigene Position kennt, könnte es den Benutzer direkt zu dem gewünschten Buch leiten.

Eine weitere Möglichkeit ist es, Personen innerhalb eines Gebäudes mit Tabs zu versehen, so daß sie leicht zu lokalisieren sind, wenn beispielsweise ein Telefongespräch für sie eingeht. Tabs sollen außerdem den PC auf dessen Umgebung ausweiten. So soll es möglich sein, ein Programm nicht nur innerhalb eines Desktops auf ein Icon zu schrumpfen, wie das heute üblich ist, sondern das Programm soll auf ein Tab geschrumpft werden. Dadurch kann das Programm in die Tasche gesteckt und mitgenommen werden, um es später an einem anderen PC wieder aufzurufen.

#### 1.4.2. Pads

Pads stellen eine Mischung aus Papier, Buch und Laptop dar. Im Gegensatz zu einem Laptop sollen sie aber keine individuelle Identität besitzen oder einem Besitzer zugeordnet werden. Sie haben eher die Eigenschaft von Schmierpapier, das überall herumliegt und von jedermann benutzt werden kann. Pro Raum sind etwa 10 bis 20 solcher Geräte vorgesehen. Mit Hilfe der Pads soll der Benutzer Aufgaben erledigen, die er sonst am PC durchführt, also z.B. Lesen und Bearbeiten von Texten, Bildern, etc. Im Gegensatz zum PC mit seiner Desktop-Metapher benutzen Pads aber den echten Schreibtisch. Man kann sie in Schubaden stecken, mitnehmen, sortieren, etc. und zwar in Wirklichkeit und nicht nur auf einem Bildschirm. Bedient werden die Pads mit Hilfe eines Touchscreens. Früher oder später sollen Pads auch die Maße eines Blatt Papiers haben.



**Xerox ParcPad**

**Abbildung 2**



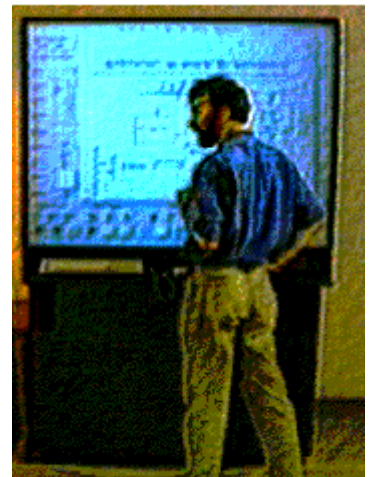
### 1.4.3 Boards

Boards stellen in der Welt des Ubiquitous Computing das Äquivalent zu Tafeln dar. Sie liegen in der Größenordnung von wenigen Metern. In jedem Raum sollen sich ein oder zwei dieser Tafeln befinden. Bedient werden die Geräte mit Hilfe von elektronischer Kreide.

Boards sollen alle bisherigen Präsentationsgeräte ersetzen. Sie dienen als Tafeln, Anzeigegeräte für Vorträge, Anschlagbretter, Fernseher, etc.

Dabei können sie auch verteilt genutzt werden, so daß Benutzer in verschiedenen Räumen das selbe Bild auf ihrem Board empfangen. In Verbindung mit Tabs ist vorgesehen, daß die Inhalte, die auf einem Board zu sehen sind, auf den Benutzer zugeschnitten werden, wenn dieser ein Tab trägt, daß ihn und seine Vorlieben und Interessen identifiziert.

Neben diesen Aufgaben können Boards auch als "elektronische Bücherregale" genutzt werden, von denen man sich Texte und Informationen auf ein Pad laden kann.



**Xerox Liveboard**

**Abbildung 3**

## 1.5 HERAUSFORDERUNGEN DES UBIQUITOUS COMPUTING

Ubiquitous Computing stellt eine Reihe von Anforderungen an die Informatik, die die Voraussetzung für das Funktionieren dieser Idee sind. Eine der größten Herausforderungen ist die Entwicklung von Geräten, die einerseits so klein und leicht zu bedienen sind, daß sie den Anforderungen der Benutzung entsprechen, andererseits aber so billig, daß sie zu Hunderten in einem Raum vorkommen können. Zusätzlich muß das Problem der Stromversorgung gelöst werden.

Eine weitere Herausforderung stellt die Entwicklung von leistungsfähigen Netzwerken dar. Auf diese und weitere Probleme, auf die Marc Weiser aufmerksam macht, soll im Folgenden eingegangen werden.

### 1.5.1. Billige, stromsparende, und kleine Geräte

Die Entwicklung der letzten Jahre zeigt, daß elektronische Geräte immer kleiner und billiger werden. Es ist daher durchaus realistisch, daß Prozessoren und Speicher so klein und billig werden, daß sie in Hunderte von Geräten eingebaut werden, ohne daß diese Geräte besonders teuer würden.

Die große Herausforderung liegt daher eher auf dem Gebiete der Stromversorgung. Bei der angestrebten großen Menge der Geräte ist nur schwer möglich, ständig Batterien zu wechseln. Da die Geräte mobil sein sollen, kommt eine Stromversorgung über das normale Stromnetz auch nicht in Frage.

Daher ist es einerseits nötig, über Alternativen zur Stromversorgung in Kleinstgeräten nachzudenken, andererseits kann auch mit den herkömmlichen Mitteln wie Batterien eine längere Stromversorgung garantiert werden, wenn bei der Entwicklung von Geräten, aber auch von Software und Protokollen nicht die Erhöhung der Leistung, sondern die Reduzierung des Stromverbrauchs im Vordergrund steht.

### 1.5.2. Netzwerke

Eine der wichtigsten Voraussetzungen für das Ubiquitous Computing, wie es Marc Weiser vorschwebte, ist die Vernetzung sämtlicher Geräte. Es kann davon ausgegangen werden, daß die Bandbreite immer billiger und höher wird. Die Herausforderung besteht darin,

transparente Verbindungen sowohl über Kabelverbindungen als auch kabellos herzustellen. Das größte Problem dabei ist, daß die Annahme, die Topologie sei im Allgemeinen statisch, nicht mehr gültig ist. Herkömmlichen Netzwerkprotokolle wie IP gehen von dieser Annahme aus. Im Ubiquitous Computing sollen die Geräte aber ständig ihren Standort ändern und dynamisch in Netze integriert oder entfernt werden. Diese Tatsache muß bei der Entwicklung von Protokollen berücksichtigt werden.

Außerdem sind Real-Time-Protokolle für Multimedia-Anwendungen notwendig.

### **1.5.3. Interaktion mit dem Computer**

Die Interaktion mit dem Computer muß im Ubiquitous Computing ganz andere Wege gehen als die übliche Interaktion mit Hilfe von Maus und Tastatur. Die Bedienung der Geräte soll möglichst intuitiv und einfach sein und soll nicht von der eigentlichen Tätigkeit ablenken.

Dies stellt besondere Anforderungen an die Benutzerschnittstelle.

Für Tastaturen sind die Geräte, die im Ubiquitous Computing verwendet werden sollen, oft zu klein (z.B. Tabs). Eine naheliegende Lösung wäre die Entwicklung einer Spracheingabe. Dies ist aber oft nicht besonders sinnvoll, z.B. wenn man sich mit anderen Personen in einem Raum befindet.

Marc Weiser bevorzugt die Benutzereingabe mit Hilfe von elektronischen Stiften. Im PARC wurde unter anderem ein Infrarot-Stift für Boards entwickelt, der den Bildschirm nicht direkt berühren muß, sondern auch von einiger Entfernung aus verwendet werden können. Aber auch die Ausgabe von Daten stellt eine Schwierigkeit dar, wenn die Geräte, wie Tabs sehr klein sind oder wie Boards von sehr unterschiedlichen Entfernungen aus lesbar sein müssen. Außerdem lassen sich klassische Interaktionselemente wie Menüs oder Fenster nicht einfach so auf ubiquitäre Geräte übertragen. Bei Boards ist zum Beispiel zu beachten, daß kleinere Menschen den oberen Rand nicht erreichen können.

### **1.5.4. Software Systeme**

Nach Marc Weisers Ansicht sind heutige Softwaresysteme nicht für das Ubiquitous Computing geeignet. Sie erfordern eine relativ statische Konfiguration. Im Ubiquitous Computing sollen Anwendungen aber unabhängig von bestimmten Geräten verwendet werden, d.h. sie können während der Laufzeit von einem Gerät auf ein anderes migrieren.

Dabei müssen sich die Applikationen auch den jeweiligen Bandbreiten der unterschiedlichen Geräte anpassen können.

### **1.5.5. Privacy**

Ein besonderes Problem stellt beim Ubiquitous Computing die Wahrung der Privatsphäre dar. Hunderte von Computern in jedem Raum bergen ein gigantisches Mißbrauchspotential, zumal auch sehr sensible Daten gespeichert werden müssen, wenn sie Systeme Sinn machen sollen (z.B. bei Identifizierung und Lokalisierung von Personen durch Tabs).

Es ist daher notwendig, daß kryptographische Techniken bei allen Systemen zum Einsatz kommen. Marc Weiser zitiert in diesem Zusammenhang Jim Morris, der eine generelle Methode vorschlägt, wie man die Privatsphäre auch im elektronischen Bereich schützen kann. Sein Vorschlag ist es, bei Computersystemen die selben Anforderungen zu stellen, wie in der realen Welt. So ist es zum Beispiel in den meisten Wohnungen möglich mit entsprechendem Aufwand einzubrechen. Der Besitzer der Wohnung wird den Einbruch aber zumindest sofort bemerken. Ähnlich muß nach Morris' Meinung ein Computersystem auch nicht hundertprozentig von Angriffen von außen geschützt sein. Der legale Nutzer sollte aber einen Angriff sofort feststellen können.

Wie dieses Konzept allerdings umgesetzt werden soll, bleibt eine Herausforderung.

## 1.6 KRITISCHE WÜRDIGUNG

Ubiquitous Computing ist ein Konzept, daß den Menschen in den Mittelpunkt stellt. Nicht die technische Machbarkeit soll bei der Entwicklung von elektronischen Geräten ausschlaggebend sein, sondern der Nutzen für den Anwender. Solche Geräte sollen sich auf diejenigen Funktionen beschränken, die der Benutzer auch tatsächlich braucht und nicht alles können, was technisch gerade möglich ist. Dadurch soll eine leichtere Bedienung ermöglicht werden. Weiterhin sollen die Geräte in den normalen Arbeitsablauf integriert sein, so daß der Benutzer nicht durch das Gerät von seiner eigentlichen Arbeit abgelenkt wird.

Durch solche Entwicklungen kann die Effizienz der Arbeit und die Akzeptanz der Benutzer sicherlich deutlich gesteigert werden. In dieser Hinsicht ist eine Entwicklung in die Richtung, die Marc Weiser aufzeigt, sehr begrüßenswert.

Es gibt aber auch eine Reihe von Gefahren, die eine solche Entwicklung mit sich bringt. Zum einen ist das schon angesprochene Problem des Datenschutzes zu nennen. Die Speicherung einer Vielzahl von sensiblen Daten einer Person birgt immer das Potential, daß diese Daten mißbraucht werden. Da das Ubiquitous Computing das Ziel verfolgt, Systeme zu bauen, die möglichst intuitiv nutzbar sind, wird der Benutzer sich nicht mit komplizierten Authentifizierungs- und Verschlüsselungsoperationen herumschlagen wollen. Trotzdem muß auf irgendeine Art die Datensicherheit gewährleistet werden.

Solange dieses Problem nicht gelöst ist, muß die Entwicklung von ubiquitären Systemen immer auch kritisch betrachtet werden.

Eine weitere Gefahr ist die zunehmende Abhängigkeit von Computern. Zum Einen steigt diese Abhängigkeit schon allein wegen der größeren Anzahl von Computern. Wenn in einem Veranstaltungsraum keine herkömmlichen Tafeln, sondern nur noch elektronische Boards verwendet werden, ist der Raum bei einem eventuellen Stromausfall nicht mehr zu gebrauchen. Eine normale Tafel dagegen kann unter fast jeden Umständen verwendet werden. Genauso verhält es sich mit allen anderen Gegenständen, die im Ubiquitous Computing durch Computer ersetzt werden sollen.

Zusätzlich erhöht aber auch die Idee des Ubiquitous Computing an sich die Abhängigkeit. Je weniger Wissen und Können die Verwendung eines elektronischen Geräts erfordert, desto weniger wird der Nutzer auch im Falle eines Fehlers die Ursache herausfinden können.

Ein weiteres Problem, das von Marc Weiser überhaupt nicht angesprochen wird, ist die Umweltbelastung durch eine wachsende Anzahl elektronischer Geräte. Schon heute stellt die Zunahme von Elektroschrott, der giftige Schwermetalle enthält und eigentlich gesondert

recycelt und entsorgt werden muß, ein großes Problem dar. Die Entwicklung von billigen und kleinen Geräten, die zu Hunderten und Tausenden in Einsatz kommen sollen, wird dieses Problem wesentlich verstärken.

Nichtsdestotrotz ist Marc Weisers Konzept ein beachtenswerter Ansatz, der wesentliche Verbesserung in der Computertechnologie bringen kann.

## ***Teil 2: Vergleich mit der heutigen Entwicklung***

Marc Weiser entwickelte sein Konzept von Ubiquitous Computing vor etwa 10 Jahren. Wieviel von seinen Vorstellungen ist heute schon technische möglich geworden? Welche Herausforderungen, die das Ubiquitous Computing an die Informatik stellt, wurden schon gelöst? Welche Probleme sind noch offen? Und welche Teile des Konzepts wurden überhaupt in die Praxis umgesetzt? Auf diese Fragen soll im folgenden Teil kurz eingegangen werden.

### **2.1. TECHNISCHE MÖGLICHKEITEN**

#### **2.1.1 Geräte für das Ubiquitous Computing**

Die von Marc Weiser entwickelten prototypischen Geräte werden heute schon in ähnlicher Form vielfach eingesetzt. So gibt es z.B. das Active Badge System, bei dem innerhalb eines Gebäudes die Position von Personen ermittelt werden kann. Weiterhin werden Tags in der Logistik für Tracking- und Tracing-Systeme verwendet, bei denen die Position eines Gegenstandes über den gesamten Lieferweg hinweg beobachtet werden kann.

Auch Boards und Pads sind schon in unterschiedlichster Form im Einsatz, z.B. als Webtablets, mit denen man drahtlos und einfach im Internet surfen kann.

In dieser Hinsicht haben viele Vorschläge des Ubiquitous Computing schon Einzug in die Technik gefunden.

#### **2.1.2. Positionserkennung**

Die Positionserkennung galt Marc Weiser als eine der wichtigsten Voraussetzungen des Ubiquitous Computing. Prinzipiell ist heute die Positionserkennung überall möglich. Mit Hilfe von Satelliten oder durch die Bestimmung der Mobilfunkeinwahlzelle kann die Position eines Gerätes überall erkannt werden. Bei diesen Methoden ist allerdings die Erkennung nicht besonders genau. Um z.B. die Position innerhalb eines Gebäudes festzustellen, reicht die Genauigkeit in der Regel nicht aus.

Systeme wie das oben erwähnte Active Badge System sind genauer, aber auch aufwendiger in der Einrichtung und nur innerhalb von Gebäuden nutzbar.

Zudem stellt sich wie so oft das Problem, wie sicher die Daten sind, die bei der Positionserkennung ermittelt, gespeichert und übertragen werden. Diese Daten sind extrem

sensibel, ermöglichen sie doch im Prinzip die totale Überwachung von Personen. Hier stellt sich die Frage, inwieweit der Benutzer bereit ist, solche Daten preiszugeben, um in den Genuß von ortsbezogenen Diensten zu kommen.

Insgesamt ist aber bereits eine Fülle von Anwendungen möglich und teilweise auch schon auf dem Markt, wie z.B. positionsbasierte Hotelführer und Navigationssysteme.

### **2.1.3. Stromversorgung**

Die Stromversorgung bleibt immer noch ein großes Problem.

Zum einen sind Batterien immer noch sehr groß. So ist beim "Smart Dust"Projekt, bei dem winzige Sensorknoten ein autonomes Netzwerk bilden sollen, die Batterie das bei Weitem größte Bauteil.

Auch bei mobilen Geräten, bei denen die Größe keine besondere Rolle spielt, ist die Stromversorgung kritisch. Die Akkulaufzeit ist zwar in der Regel ausreichend, wenn man nur einen einzigen Laptop benutzt, den man ohnehin ab und zu an ein Stromnetz anschließen kann. Für ein Gerätepark von Hunderten von Kleingeräten, die in der Vision des Ubiquitous Computing vorgesehen sind, ist dieser Aufwand aber zu groß.

Es gibt Ansätze den Stromverbrauch in mobilen Netzen durch "Power-Aware-Routing" zu verringern. Dabei ergibt sich aber ein Trade-Off zwischen der Laufzeit der einzelnen Geräte, dem gesamten Stromverbrauch und der Signalverzögerung.

In dieser Richtung ist noch viel Forschungsbedarf vorhanden.

Eine interessante neuere Entwicklung ist z.B. die Stromerzeugung durch Bewegung. Diese Technik soll in Schuhe integriert werden und genug Strom erzeugen, um Kleingeräte wie Mp3-Player oder PDAs versorgen zu können.

### **2.1.4. Miniaturisierung und Interaktion mit dem Computer**

Die Miniaturisierung ist schon sehr weit fortgeschritten. Mobile Geräte werden immer kleiner. Elektronische Geräte sollen sogar in Kleidungsstücke integriert werden (Wearable Computing).

Das Problem stellt daher heute weniger die Miniaturisierung, sondern vielmehr die Benutzerschnittstelle dar, da diese bei sehr kleinen Geräten oft nur sehr mühselig und umständlich zu bedienen ist. Hier hat sich noch keine ultimative Schnittstelle herauskristallisiert, auch wenn es viele erfolgsversprechende Ansätze gibt.



Die Bedienung mit elektronischen Stiften zum Beispiel ist heute schon zu einer Alltäglichkeit geworden. Auch Touchscreens kommen in vielfältiger Weise zum Einsatz.

Andere Möglichkeiten sind z.B. virtuelle Tastaturen und Gebärden- oder Spracherkennung.

Viele dieser Techniken aber noch nicht so ausgereift, daß sie im alltäglichen Leben gewinnbringend eingesetzt werden können.

#### **2.1.5. Netzwerke**

In der Netzwerktechnik wurden in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. Im Prinzip ist überall auf der Welt Verbindung mit dem Internet möglich, z.B. über Satellit oder Mobiltelefone. Die Allerdings ist diese Möglichkeit in der Regel sehr teuer und daher für den ständigen Einsatz nur bedingt zu gebrauchen.

Kabellose Netze, wie z.B. Funk-LANs werden an vielen Orten aufgebaut, sind aber noch nicht überall verfügbar. Außerdem ist die Einrichtung und Benutzung noch nicht so einfach, wie es wünschenswert wäre. Im Prinzip sind aber schon viele technische Möglichkeiten gegeben.

Dabei gilt aber weiterhin die Annahme relativ statischer Topologien. Ad-Hoc-Netzwerke bleiben eine technische Herausforderung.

#### **2.1.6. Datensicherheit und Datenschutz**

Das Problem der Datensicherheit und des Datenschutzes wird auf absehbare Zeit eines der Hauptprobleme der Informationstechnologie bleiben. Selbst in einem vergleichsweise statischen und überschaubaren System wie dem Internet ist es für den Benutzer oft schwer zu durchschauen, welche Daten zu welchen Zweck von wem gespeichert werden. Es sind aufwendige Sicherheitsmaßnahmen nötig, um seine Privatsphäre zu wahren und den eigenen Rechner vor Angriffen von außen zu schützen und dennoch die vielfältigen Angeboten des Internets zu nutzen. Sollten wir eines Tages tatsächlich von Hunderten von Computern umgeben sein, die untereinander drahtlos Daten austauschen, wird dieses Problem noch um einige Dimensionen größer werden.

## 2.2. UMSETZUNG DER ZIELE DES UBIQUITOUS COMPUTING

Wie das vorige Kapitel gezeigt hat, sind viele Aspekte des Ubiquitous Computing technisch zumindest teilweise schon möglich. Doch wie sieht es mit der Umsetzung der eigentlichen Ziele, nämlich der Einbettung der Computer in die reale Welt und dem "Verschwinden" der Computer aus?

Viele Entwicklungen im Bereich des Ubiquitous Computing befinden sich noch im Anfangsstadium ihrer Entwicklung. Daher ist für ihre Benutzung viel Aufwand und Aufmerksamkeit nötig. Dies widerspricht natürlich dem Gedanken des Ubiquitous Computing. Außerdem sind viele Geräte noch viel zu teuer, um in großen Zahlen zum Einsatz zu kommen.

Diese Probleme werden jedoch bei einer Weiterentwicklung sicher gelöst werden können. Betrachtet man jedoch die heute auf dem Markt befindlichen Geräte im Bereich der Informationstechnologie, stellt man fest, daß die meisten Entwicklungen gar nicht darauf abzielen, einfach und unkompliziert zu sein. Vielmehr werden in die immer kleiner werdenden Geräte häufig so viel Funktionen gesteckt, wie nur irgend möglich. Ein modernes Mobiltelefon muß zum Beispiel nicht nur zum Telefonieren nutzbar sein, es dient auch als Internetterminal, Terminalkalender, Spielkonsole und MP3-Player.

Der PC dagegen wird zur Multimedia-Maschine aufgerüstet, mit der man Musik hören, Videos aufnehmen und fernsehen kann.

Die Aufmerksamkeit des Benutzers wird dabei zunehmend stärker auf den Computer gelenkt und nicht auf die reale Umgebung, wie es vom Ubiquitous Computing gefordert wird.

Auch der Gedanke, daß Computer nicht einem bestimmten Benutzer zuzuordnen sind, sondern quasi als eine Art "Schmierpapier" überall verfügbar und nutzbar sind, hat sich bisher nicht durchgesetzt.

Bislang stehen immer noch der oft tot gesagte PC und seine mobilen "Ableger" wie Laptops und PDAs im Mittelpunkt.

### 2.3. FAZIT

Viele technische Möglichkeiten zur Umsetzung der Vision des Ubiquitous Computing sind heute schon gegeben oder in der Entwicklung befindlich.

Allerdings wird der Gedanke des Ubiquitous Computing bisher nur sehr selten umgesetzt. Die Computertechnologie ist noch keine Technologie geworden, die für den Benutzer verschwindet.

Ob die Vision, wie sie Marc Weiser vorschwebte, überhaupt wünschenswert ist, ist eine andere Frage.

Auf jeden Fall hat sie aber wichtige Impulse für die Entwicklung von Computersystemen gebracht und es wird sicher weitere Entwicklungen auf diesem Feld geben.

Es bleibt also weiterhin eine spannende Frage, wie der "Computer des 21. Jahrhunderts" aussehen wird.

# Anhang

## LITERATURVERZEICHNIS

1. The world is not a desktop, Marc Weiser, 7. November 1993  
<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/ACMInteractions2.html>
2. Ubiquitous Computing, Marc Weiser, 16. August 1993  
<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiCompHotTopics.html>
3. The Computer for the 21<sup>st</sup> Century, Marc Weiser, September 1991  
<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciADraft3.html>
4. Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing, Marc Weiser, 23. März 1993  
<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiCACM.html>
5. Allgegenwärtigkeit des Computers - Datenschutz in einer Welt der intelligenten Alltagsdinge, Marc Langheinrich, Friedemann Mattern  
<http://www.inf.ethz.ch/~langhein>