

Future Trends - Visionen des Mobile Computing im 21. Jahrhundert

Stephan Uhrig
Fachbereich Informatik
Fachgebiet Betriebssysteme
Technische Universität
Darmstadt

Abstract

Diese Arbeit setzt sich mit den zukünftigen Entwicklungen im Bereich des Mobile Computing und der Computertechnik in den nächsten fünf bis zehn Jahren auseinander. Schlagworte der Computertechnik zu Anfang des 21. Jahrhunderts sind hier Ubiquitous Computing, Augmented Reality, Assistenten und Agenten. Ein großer Teil der Arbeit beschäftigt sich mit Wearables. Sie können als „Nachfolger“ der heute am Markt erhältlichen Palm- und Laptops gesehen werden. Es werden heutige Wearables, deren Komponenten und Anwendungen, aber auch zukünftige Produkte vorgestellt. Desweiteren beschäftigt sich die Arbeit mit den Problemen, die bei heutigen Wearables bestehen. Es werden neue technische Entwicklungen aus den Bereichen Benutzerschnittstellen, Energieversorgung, Kommunikations-, Prozessor-, Speicher- und Displaytechnik beschrieben, die diese Probleme lösen könnten.

1 Einleitung

Es ist nicht einfach, eine Prognose abzugeben, wie sich die Computertechnik in den nächsten Jahren entwickeln wird, da es sich hierbei um einen höchst dynamischen Markt handelt. Um eine Richtung festzustellen, muß zuerst die Entwicklung der Technik in den letzten Jahren betrachtet werden. Seit Anfang der achtziger Jahre setzte sich der Computer immer mehr in allen Bereichen unseres Lebens - also in der Arbeitswelt, aber auch im Heimbereich - durch. Mit seiner Verbreitung ging die Digitalisierung der verschiedenen Medien einher. Die LP (Langspielplatte) wurde Mitte der achtziger Jahre durch die Compact Disk ersetzt. Ende der neunziger Jahre wurden dann das digitale Fernsehen (**D**igital **V**ideo **B**roadcast), das digitale Radio (**D**igital **A**udio **B**roadcast), das digitale Video (**D**igital **V**ideo) und die DVD (**D**igital **V**ersatile **D**isk) eingeführt.

Desweiteren wird es in den nächsten Jahren zu einer Integration verschiedener Geräte kommen. Zum Beispiel wird

das Mobiltelefon und der Organizer zu einem Gerät zusammengefaßt und durch steigende Bandbreite der Übertragungsmedien mit neuen Anwendungen, wie z.B. die mobile Bildtelefonie, ergänzt. Im Heimbereich wird das Fernsehen und der Computer ineinander aufgehen. Die unter dem Schlagwort „Ubiquitous Computing“ (vgl. Abschnitt 2) allgegenwärtige elektronische Unterstützung des Menschen durch unsichtbare, in das Umfeld des Menschen integrierte Computer, z.B. in der Mikrowelle oder in Möbeln, wird zunehmen. Eng im Zusammenhang mit dem „Ubiquitous Computing“ stehen auch die Wearables (vgl. Abschnitt 3). Bei Wearables handelt es sich um Computer, die am Gürtel getragen werden oder in der Kleidung eingnäht sind. Diese Computer werden neue Anwendungsgebiete, wie „Augmented Reality“ oder einen elektronischen Dolmetscher, für die Computertechnik ermöglichen. Diese Anwendungen werden in den Abschnitten 4.1 bis 4.3 behandelt.

Da die heute am Markt erhältlichen Wearables (Vorstellung in Abschnitt 3.2 und 3.3) nicht sehr benutzerfreundlich sind, müssen neue Technologien zum Einsatz kommen, um dieses Problem zu beseitigen. So wird sich z.B. die Benutzerschnittstelle Mensch-Maschine verändern. Um eine breitere Masse von Nutzern ansprechen zu können, wird diese einfacher und mehr auf die menschlichen Eigenschaften zugeschnitten sein (vgl. Abschnitt 5.1). Hier ist eine Steuerung durch Spracheingabe vorstellbar, welche im Moment nur unter bestimmten Voraussetzungen funktioniert. Dieses Problem kann durch die steigende Rechenleistung der Prozessoren beseitigt werden. Desweiteren wird mehr Speicherkapazität zur Unterstützung großer Datenmengen benötigt, die z.B. bei der „Augmented Reality“ und Spracheingabe anfallen. Neue Technologien in der Prozessor und Speichertechnik werden deshalb in Abschnitt 5.2 vorgestellt. Die neuen Benutzerschnittstellen und Bauformen der Geräte erfordern neue Konzepte bei der Displaytechnologie (vgl. Abschnitt 5.3). So wird in den nächsten Jahren das elektronische Papier (vgl. Abschnitt 5.3.1) eingeführt, daß die letzten nicht elektronischen Medien, wie Magazine und

Zeitungen, digitalisieren könnte. Um eine längere Laufzeit der tragbaren Computer zu ermöglichen, sind neue Konzepte bei der Energieversorgung der Systeme gefragt. Hier ist es vorstellbar, daß die Akkus mittels der in den Schuhen integrierten Lademechanik während des Betriebes aufladen (vgl. Abschnitt 5.4).

Um die allgegenwärtige elektronische Unterstützung des Menschen durch z.B. netzwerkfähige Hausgeräte zu ermöglichen, werden neue Protokolle (IPv6) und Konzepte bei Gerätekommunikation (z.B. Jini) benötigt. So wird vielleicht demnächst der Kühlschrank oder die Waschmaschine seine Dienste über das Internet bereitstellen. Ferner sind größere Bandbreiten bei der mobilen Kommunikation erforderlich, um die Datenmengen, die Wearables z.B. zur Unterstützung von „Augmented Reality“ brauchen, übertragen zu können. Diese Themen werden im Abschnitt 5.5 untersucht.

Aber diese neue elektronische Welt hat natürlich nicht nur Vorteile, sondern birgt auch Risiken, wie z.B. die vollkommene elektronische Überwachung oder auch die Einschränkung der zwischenmenschlichen Kontakte durch die Verlagerung der Arbeit in den Heimbereich. Diese Thematik wird in der Schlußbetrachtung im Abschnitt 6 näher beleuchtet.

2 „Ubiquitous Computing“

Nachdem bis zu den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts die vorherrschende Nutzung des Computers das Mainframe war, wurde diese vom Desktop Computing abgelöst. Zu Anfang des neuen Jahrtausends könnte nun die Ära des „Ubiquitous Computing“, der allgegenwärtigen elektronischen Unterstützung des Menschen durch unsichtbar in das Umfeld des Menschen integrierte Computer, beginnen. Dieser Begriff wurde von Marc Weiser¹ geprägt, der daran arbeitete den Computer in alle Lebensbereiche des Menschen zu integrieren. Bei den Rechnern wird es sich nicht um multifunktionale Rechner handeln, sondern sie sind auf eine Aufgabe, die sie ausführen sollen, spezialisiert. Beim Ubiquitous Computing soll der Rechner in eine für den Menschen gewohnte Umgebung integriert werden, um ihn die Nutzung der Technologie mittels der vertrauten Gegenstände zu vereinfachen. Analog dazu handelt es bei den Wearables im folgenden Abschnitt 3 um Computer die den Menschen allgegenwärtig unterstützen sollen. [1]

¹Marc Weiser: Technologie am Xerox Palo Alto Research Center (Xerox PARC). Gestorben 1999.

3 Wearable Computer

3.1 Allgemeine Beschreibung

Die Wearable Computer unterscheiden sich von anderen Computern dadurch, daß die Komponenten des Systems am Körper getragen werden. Ein Wearable erfüllt nach Rhodes [2] mindestens die Eigenschaft der Tragbarkeit, der handfreien Interaktion mit dem Benutzer, der Interaktion von Sensoren, des selbständigen Bemerkbarmachens, sowie des kontinuierlichen Inbetriebseins. Weitergehende Konzepte sehen ein Tragen des Rechners und der Komponenten in der Kleidung vor[37]. Es wird nun ein am Markt erhältlicher Wearable und ein Gerät, daß im Laufe des Jahres 2000 auf dem Markt kommt, vorgestellt.

3.2 Der „Mobile Assistant IV“ von Xybernaut

Der Mobile Assistant der Firma Xybernaut besteht aus den Komponenten: Zentraleinheit, HMD (Head Mounted Display) oder Flatpanel-Display, Minitastatur und optionaler Kamera. Die Zentraleinheit mit dem Gewicht von 795g beinhaltet einen Rechner mit einem Pentium MMX Prozessor mit 200 bis 233 MHz, eine Festplatte mit einer Kapazität zwischen 2,1 und 4,3 GByte, 32 bis 128 MByte RAM, Sound- und Grafikprozessor, zwei Cardbus Slots für PCMCIA Karten. Sie bietet Anschlüsse für das Display, den USB-Bus, einen Portreplikator und die Batterie. Die Ausgabe der Daten des Rechners erfolgt auf dem HMD oder dem berührungsempfindlichen Flatpanel-Display. Eingaben in den Rechner können über die Minitastatur oder die mitgelieferte Spracherkennungssoftware „Via Voice“ von IBM erfolgen. Das Betriebssystem des Rechners ist entweder Windows (95, 98 oder NT) oder Linux. Das Gerät kostet den Käufer je nach Ausstattung zwischen 10000 und 15000 DM. In der Abbildung 2 ist ein „Mobile Assistant IV“ im Einsatz zu sehen. [4]

3.3 Der „Wearable PC“ vom IBM

Der Wearable PC von IBM wurde auf der Cebit² 1999 erstmals dem Publikum vorgeführt. Er diente als Technologiestudie und um ein weiteres Produkt der Firma, den „MicroDrive“ - eine Festplatte im 1 Zoll Format mit Compact Flash Schnittstelle - vorzustellen. Nach Aussage von IBM soll der Wearable Mitte 2000 zum Preis von etwa 8000 bis 9000 DM erhältlich sein. Das Gerät hat in etwa die Größe eines Walkman und ein Gewicht von 299g. Der Rechner beinhaltet einen Pentium 233 MHz Prozessor, einen Graphik- und Soundchipsatz, 64 MByte RAM und einen Cardbus Controller zur Ansteuerung der 340 MByte

²Cebit: Computermesse in Hannover.



Abbildung 1. Der Wearable PC von IBM

„MicroDrive“-Festplatte. Die Steuerung des Rechners erfolgt mittels eines mausähnlichen Steuergerätes siehe (Abbildung 1). Die Bildschirmausgabe des Rechners erfolgt nicht über ein Flatpanel, sondern nur über ein Head Mounted Display der Firma Kopin [34]. Dieses besteht aus einem Graustufen-TFT-Mikrodisplay (später in Farbe) und einem Prisma zur Vergrößerung des Bildes. Dieses bildet zusammen mit dem Kopfhörer und Mikrofon eine Einheit zur Ein- und Ausgabe. Als Betriebssystem wird Windows 98 verwendet. Ende 1999 wurde von IBM in Japan das Nachfolgemodell des Wearable PC vorgestellt. [3]

4 Anwendungsgebiete von Wearables

In diesem Abschnitt sollen einige Anwendungsgebiete für Wearables vorgestellt werden. Bei den Heutigen steht meist handfreie Interaktion im Vordergrund, d.h. der Nutzer hat die Hände frei um zusätzliche Tätigkeiten auszuführen. Bei zukünftigen Anwendungen wird der Wearable den Benutzer in seinen Tätigkeiten unterstützen (z.B. als elektronischer Dolmetscher). Stellvertretend für alle Anwendungsgebiete sollen in diesem Abschnitt zwei im Moment realisierte Anwendungen und eine zukünftige Anwendung für Wearables vorgestellt werden.

4.1 Webreporterin

Die Messe Stuttgart setzte im Rahmen der Messen „Multimedia 99“ und „CAT 99“ erstmals eine Webreporterin ein, die mit einem Wearable der Firma Xyberonaut ausgestattet war. Die Idee der Messe war, eine neue Informationsplattform für die Messe im Internet zu schaffen. Im Gegensatz zu heutigen Reportern kann der Webreporter sofort die Bilder, Interviews und Informationen durch den am Körper getragenen Computer ins WWW stellen. Er muß nicht den Umweg über das Redaktionsbüro gehen und dort seinen Artikel ausarbeiten. Die Eingabe des Artikels erfolgte durch eine am Arm befestigte Minitastatur (vgl. Abbildung 1). Umgekehrt konnte die Reporterin über den Wearable auf Informationen des WWW zugreifen und war auch per E-Mail



Abbildung 2. Webreporterin auf der Multimedia 99 im Stuttgart

erreichbar. Der Einsatz von Wearables im journalistischen Bereich ist eine neue Form der Bereitstellung von Informationen, da die Informationen noch schneller verfügbar sind. [4][38]

4.2 Mobiles Geocomputing

Mobiles Geocomputing ist eine Anwendung, die in verschiedenen Arbeitsgebieten wie Geologie, Waldwirtschaft oder auch in der Versicherungswirtschaft eingesetzt werden kann. Im Vergleich zur heutigen Erfassung von Daten im Freien, kann der Einsatz von Wearables eine erhebliche Vereinfachung mit sich bringen. Das Institut für Geoinformatik in Münster und das Technologie-Zentrum Informatik der Universität Bremen [5] haben in Zusammenarbeit mit der Con Terra GmbH [6] in diesem Zusammenhang den Einsatz eines Wearables der Firma Xyberonaut [4] mit der von ihnen entwickelten Software GISPAD getestet. Die GISPAD-Software ermöglicht die Informationsaufnahme und -verarbeitung mittels tragbarer Computer im Freien. Die Software ermöglicht die Darstellung von Karten. Diese können mit den zu erhebenden Daten ergänzt werden. Die eingegebenen Daten speichert und verifiziert die Software in einer Datenbank. Ferner kann eine Ortsbestimmung durch GPS³ durchgeführt werden. Ein weiterer Vorteil für z.B. einen Kartographierender besteht darin, daß er beide Hände für die Arbeit frei hat, was durch ein Sprachinterface erreicht wird. [4][38]

³GPS: Global Positioning System. Vom U.S Department of Defense entwickeltes System zur satellitengestützten Ortsbestimmung.

4.3 Augmented Reality

Augmented Reality ist eine Technik, um reale Bilder mit Computerdaten zu überlagern. So können versteckte oder ergänzende Informationen zu Objekten aller Art sichtbar gemacht werden. Sie dient zur Lösung des Problems der heutigen Computerunterstützung, da die meisten Systeme von ihrer Umgebung (z.B. CAD⁴) isoliert arbeiten. Der Anwender bewegt sich somit in zwei verschiedenen Welten der Virtuellen des Computers und der realen Welt seiner Umgebung. Die Schwierigkeit für den Benutzer ist der kognitive Wechsel zwischen diesen Welten. Die Entwicklung der virtuellen Realität hat versucht, die reale Welt im Computer darzustellen und den Menschen in diese Welt zu integrieren. Da die reale Welt äußerst komplex ist, muß sich die virtuelle Welt auf eine kleine Anzahl von Objekten und deren Beziehungen zueinander beschränken. Die Augmented Reality hat nicht den Anspruch die Wirklichkeit nachzubilden, sondern versucht vielmehr die reale Welt zu nutzen und diese entsprechend der Möglichkeit des verwendeten Geräts und der Technik mit Informationen anzureichern. Der Nutzer ist hierbei mit einem Wearable ausgestattet, der verschiedene Sensoren zur Erkennung der Umgebung des Benutzers beinhaltet. Daher kann die Augmented Reality als die sensorische Integration von Rechnertechnik in das menschliche Umfeld sehen. Unter Sensoren können z.B. Ortssensoren, wie GPS zur Ortsbestimmung im Freien und die Trägheitsnavigation im Indoorbereich, verstanden werden. Diese können durch Bildsensoren und Audiosensoren, wie Kameras und Mikrophone, erweitert werden. Ferner wird der Wearable Signale senden und empfangen können, um so eine Rückkopplung mit der Umgebung und anderen Rechnern zu haben. Ein Anwendungsgebiet

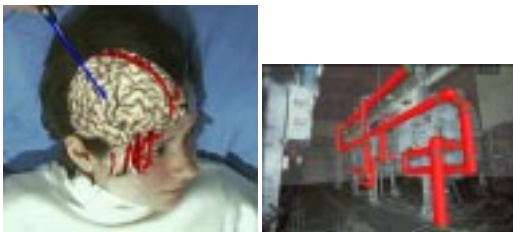


Abbildung 3. Anwendungsbeispiele von Augmented Reality in Medizin und Wartung [7]

für diese Technik ist z.B. die Medizin. Hier kann der behandelnde Arzt den Gehirntumor seines Patienten auf seinem Kopf projiziert sehen. Während der Operation kann der Arzt sehen, wo er im Moment die Behandlungssonde hinbewegen muß (vgl. Abbildung 3). Ein weitere Anwendung für Augmented Reality wird der Bereich der Wartung

⁴CAD: Computer Aided Design

und Reparatur sein. So kann der Automechaniker z.B. die betrachteten Autoteile mit zusätzlichen Informationen angereichert bekommen, die er in seinem halbdurchlässigen Display sieht. Ein anderes Beispiel ist der Wartungsarbeiter in einer Fabrik, der alle wichtigen Leitungen zu einem gestörten System anzeigt bekommt (vgl. Abbildung 3). Ferner sieht er auch noch die im Boden verborgenen Leitungen. Weiß er nicht weiter, so kann er seinen entfernten Kollegen kontaktieren. Dieser kann ihn dann über das Head Mounted Display (HMD) zur richtigen Stelle führen, da er mittels der integrierten Kamera dasselbe Bild wie der Arbeiter sieht. Der Mensch wird also in seiner Tätigkeit durch den Computer unterstützt und die menschlichen Eigenschaften wie Ermüdung, Konzentrationsabbau und Ablenkungsbereitschaft können minimiert werden. Neben diesen zivilen Anwendungsgebieten sind auch die Militärs an der Augmented Reality interessiert. So sollen die Soldaten mit Hilfe eines Wearables die Gefechtsfeldinformationen in ihrem HMD angezeigt bekommen. [7][8]

5 Zukünftige Entwicklungen

Wie die im Abschnitt 3 vorgestellten Wearables gezeigt haben, basieren die heute auf dem Markt verfügbaren Geräte auf Standard-PC-Komponenten, durch die verschiedene Probleme entstehen. So haben die Geräte nur kurze Laufzeiten oder sind teilweise in der Bauform noch sehr groß. Die verwendeten Betriebssysteme sind auf das Arbeiten an einem Desktop-PC und nicht für die handfreie Interaktion mit dem Benutzer ausgelegt. Ferner werden für die Augmented Reality (vgl. Abschnitt 4.3) größere Bandbreiten in der mobilen Übertragungstechnik und hochauflösende Mikrodisplays benötigt. Im Zusammenhang mit dem Ubiquitous Computing (vgl. Abschnitt 2) sind neue Konzepte zur Gerätekommunikation gefragt, die eine vereinfachte Anbindung der Geräte ermöglichen. Da die Datenmenge von zukünftigen Anwendungen größer wird, muß die Speicherkapazität der Geräte erhöht werden. Dieser Abschnitt stellt neue technische Entwicklungen vor, die bei kommenden Generationen von Wearables eingesetzt werden könnten. Es werden verschiedene Aspekte wie Benutzerschnittstellen, Prozessoren, Speichermedien, Displaytechnik, Energieversorgung und Kommunikation betrachtet. Zum Abschluß des Abschnitts wird ein Zukunftsausblick auf die Wearables der nächsten Generation gegeben.

5.1 Benutzerschnittstellen

Die Benutzerschnittstellen der heute auf dem Markt befindlichen Betriebssysteme zeichnen sich durch eine Fenster- und Mausclickarchitektur aus. Bei diesen Benutzeroberflächen muß sich der Mensch der Maschine in seinem

Bewegungsablauf anpassen. Zukünftige Benutzerschnittstellen werden sich eher den Gewohnheiten des Menschen anpassen. Da der Mensch seine Umwelt dreidimensional erfährt, ist es vorstellbar, daß zukünftige Benutzerschnittstellen ebenfalls so gestaltet sind. Die Abbildung 4 zeigt einen Webbrowser der die Webseiten in ihrer logischen Abfolge dreidimensional im Raum darstellt. Diese Möglichkeit der Benutzerschnittstelle wird am Heinrich Hertz Institut für Nachrichtentechnik [9] (HHI) in Berlin mit ihrem „3-D Visual OS“ (VOS) erforscht.

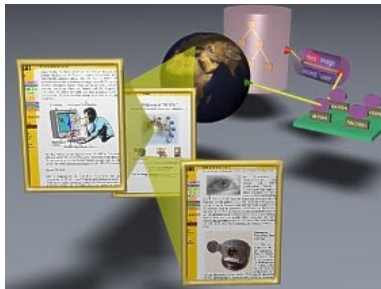


Abbildung 4. Studie eines 3D-Webrowsers am HHI [9]

Ferner nutzt der Mensch im Moment meist nur seine Hände bzw. Finger als Eingabemöglichkeit für Daten. Mit zunehmender Rechenleistung der Prozessoren wird die Spracheingabe von Daten zunehmen, da die zugrundeliegende Software eine bessere Analyse der Sprache vornehmen kann. So werden zukünftige Spracherkennungssysteme sprecherunabhängig arbeiten können. Ferner erforscht das HHI die Steuerung des Mauszeigers nach dem Prinzip der Augenverfolgung (eye-tracking), dieses wird auch beim 3D-Display (vgl. Abschnitt 5.3) benutzt. Desweiteren stellte IBM im Rahmen der Comdex⁵ ein neues Userinterface vor, daß allein durch Spracheingabe und Erkennung von Gesten gesteuert wird. Bei ihm kann der Nutzer z.B. eine Länge anzeigen und sagen „Mache das Objekt so groß“ Der Computer führt daraufhin den Befehl aus. Alle Entwicklung unterstützen die im Abschnitt 3 beschriebene Anforderung der handfreien Benutzung des Wearables. Die Ein- und Ausgabe der Informationen wird in Zukunft neben den bekannten optischen und akustischen Möglichkeiten durch haptische und eventuell synästische Varianten ergänzt. Haptisch bedeutet, daß „virtuelle Empfindungen“ in reale Gefühle umgesetzt werden. Ein einfaches Beispiel hierfür ist die Braille-Tastatur eines Blinden oder der Datenhandschuh, der durch das Erzeugen eines Drucks auf die Hand, ein Gefühl zu vermitteln versucht. Weitaus visionärer ist die synästische Variante, die ist eine direkte Schnittstelle

⁵Comdex: Amerikanische Computermesse. Findet mehrmals im Jahr an verschiedenen Orten statt.

zwischen Computer und Gehirn darstellt und von der Firma Virtual Words Inc. entwickelt wird. Hierbei wird das Gehirn über Magnetwellen durch die Schädeldecke stimuliert. Dabei werden die Muskeln und die Stimmung eines Menschen beeinflusst. Ferner erforscht z.B. das amerikanische Militär die Steuerung ihrer Kampfflugzeuge mittels Gehirnströmen. [8]

5.2 Prozessoren und Speichermedien

Die steigende Komplexität der Anwendungsprogramme und die Einführung von neuen Benutzerschnittstellen (vgl. Abschnitt 4.3 und 5.1) bedingen schnellere Prozessoren und größere Speicher in den Mobilien Computern. Einige ausgewählte Trends in diesem Bereich der Technik stellt dieser Abschnitt vor.

5.2.1 Der „Crusoe“ Prozessor

Im Januar 2000 stellte die Firma Transmeta einen Prozessor vor, der sich durch einige technische Neuerung von den anderen bekannten Prozessoren, z.B. INTEL Pentium III oder AMD K6/K7, unterscheidet. Der Crusoe Prozessor wird in zwei verschiedenen Varianten - als TM3120 bis maximal 400 MHz für Webpads⁶ oder als TM5400 mit maximal 700 MHz für den Einsatz in Notebooks - angeboten. Der Unterschied zu den anderen am Markt erhältlichen Prozessoren ist, daß die „Prozessor-Software“ zur Befehlsverarbeitung viel komplexer ist. Transmeta bezeichnet diese Software als „Code Morphing Software“ (CMS). Sie setzt die x86-Befehle in einfachere Befehle (Atome) um, die der 128-Bit-VLIW⁷-Prozessor zweifach oder vierfach parallel ausführt. Dies ist aber noch nicht der wesentliche Unterschied zu einem INTEL Pentium III Prozessor. Die Vorteile des Crusoe Prozessors liegen in Bereich der spekulativen Ausführung von Befehlen. Er unterstützt diese Technik weitergehend als andere Prozessoren durch Schattenregister, die parallel zu den 64 Allzweck- und 32 Fließkomma-Registern vorhanden sind. Die Ausführung der Befehle erfolgt erst auf den Schattenregistern. Nach erfolgreicher Beendigung der Befehle werden die Werte in die „offiziellen“ Register übertragen. Die angesprochene „Code Morphing Software“ kann, im Gegensatz zu dem heute bekannten Konzept der Realisierung von Befehlen in Mikrocode, die ausgeführten Befehle dynamisch optimieren und Befehlssequenzen erkennen. Nachteil der CMS ist ein erhöhter Speicherbedarf des Prozessors, der für die Optimierung der Befehle benötigt wird. Desweiteren beherrscht der Prozessor eine dynamische Takt- und Kernspannungs⁸-Anpassung (INTEL Pentium III mit SpeedStep nur 2 Stufen); je nach

⁶Webpad: Tragbarer Computer zur zum Arbeiten im Internet

⁷VLIW: Very Long Instruction Word.

⁸Kernspannung: Betriebsspannung des Prozessors

Auslastung des Prozessors führt z.B. der TM5400 seine Taktrate von 700 MHz bis 200 MHz und die Spannung von 1,65 V auf 1,1 V herunter. Im Durchschnitt benötigt der TM5400 ca. 1 W Leistung (Pentium III 500 MHz ca. 8 W) und erzeugt eine Prozessortemperatur von etwa 50°C (Pentium III bei 500 MHz 108°C ohne Lüfter). Daher kann bei diesem Prozessor auf einen Lüfter verzichtet werden, was eine weitere Senkung des Stromverbrauchs zur Folge hat. [28][29][30]

5.2.2 Polymerer Speicher

Bei Polymeren handelt es sich um lange Molekülketten, die aus beliebig vielen Einzelbausteinen - den sogenannten Monomeren - bestehen. Die Struktur der Polymere unterscheidet sich im Prinzip nicht von der Struktur von Kristallen, nur daß sie im Gegensatz zu ihnen, wie eine Kette, „eindimensional“ nacheinander aufgereiht sind. Polymere können je nach Material und Anschluß als Leiter, Halbleiter oder Leuchtdiode fungieren. Die norwegische Firma Opticom stellte Anfang 1999 einen Prototyp eines Nur-Lese-Speichers (ROM) vor, der eine Speicherkapazität zwischen 1 und 6 MByte hat. Der Vorteil von Polymeren ist, daß sie eine Zugriffszeit von 20 ns (heutiges SDRAM 7 ns) haben und der Herstellungsprozeß wesentlich einfacher als bei Speicherchips auf Siliziumbasis ist. Wiederbeschreibbare Speicherbausteine (RAM) in dieser Technik haben den weiteren Vorteil, daß der Speicherinhalt auch ohne Versorgungsspannung nicht verloren geht. Technisch gesehen besteht der vorgestellte Speicher aus einer Polymerschicht, die über eine Passiv-Matrix angesteuert wird. Durch das Anlegen eines elektrischen Feldes an der entsprechenden Koordinate, werden die Daten gespeichert. Die Treiberlogik zur Ansteuerung der Matrix wurde mittels Standard-Siliziumbauteilen realisiert. [10][11][32]

5.2.3 Die Fluorescent Multilayer Disc (FMD) und FMD Clear Card.

Die **Fluorescent Multilayer Disc (FMD)** wird von der Firma C3D Inc. entwickelt und soll in vier Bauformen angeboten werden. Analog zur heutigen CD-ROM gibt es die FMD ROM (**Read Only Memory**) Disk (vgl. Abbildung 5) als nur Nur-Lese-Speicher und die FMD Microm WORM (**Write Once Read Many**) als einmal beschreibbarer Speicher. Ferner wird es in der Größe einer Kreditkarte eine FMD Clear Card ROM Karte und eine FMD Clear Card WORM Karte geben. Im Gegensatz zur heutigen DVD, die Informationen in maximal zwei Schichten speichert, werden die Daten bei der FMD in zehn Schichten gespeichert. Die Pits⁹ sind im Vergleich zur CD-ROM nicht mit reflektierendem Material, sondern mit einem fluoreszierendem

⁹Pits: Kleine Gruben als Datenrepräsentation der Bits auf einer Compact Disk bzw. DVD.



Abbildung 5. FMD ROM Disk.

Material gefüllt. Trifft der Laserstrahl auf ein solches Pit, so leuchtet es rot. Die Lichtemission dieses Pits wird von der Optik wieder aufgefangen, wobei die Emission von weiter oben liegenden Schichten mit einer speziellen Optik ausgeblendet wird. Durch die Verwendung von zehn Schichten wird eine höhere Speicherdichte erzielt, sodaß die FMD ROM Disk ca. 140 GByte an Daten speichern kann. Die FMD Clear Card basiert nicht auf einem beweglichen Medium, sondern das Speichermedium wird mittels eines beweglichen Lasers und einer Optik adressiert. Die FMD Clear Card soll eine Speicherkapazität von etwa 1 GByte bieten. [31][33]

5.2.4 Fazit

Durch neue Konzepte beim Prozessordesign wird eine verringerte Energieaufnahme der Prozessoren und damit verlängerte Akkulaufzeiten erreicht (vgl. Abschnitt 5.2.1). Ferner werden Polymere (Erläuterung Abschnitt 5.2.2) als neuer Werkstoff bei der Herstellung von Prozessor- und Speicherbausteinen eingesetzt. Diese ermöglichen die Herstellung von flexiblen elektronischen Bauteilen (vgl. Abbildung 6). In der Speichertechnik bieten sie wegen des geringen Strombedarfs (vgl. Abschnitt 5.2.2) Vorteile gegenüber heutigen Speichern. Desweiteren wird die Transistordichte



Abbildung 6. Flexibles elektronisches Bauteil auf Polymerbasis [27]

der Prozessoren weiter zunehmen. So rechnet Philips Research [27] mit einer Strukturweite von 0,07 µm (heute zwischen 0,18 µm und 0,25 µm), sodaß noch schnellere

Prozessor hergestellt werden. Auch im Bereich der Massenspeicher sind neue Technologien in der Entwicklung; so könnte die erst vor kurzem eingeführte DVD recht schnell durch die FMD (vgl. Abschnitt 5.2.3) abgelöst werden. In ferner Zukunft sind auch holographische Speicher zu erwarten. Diese benutzen einen Laser, der die Daten in Form von 3D-Hologrammen in ein photosensitives Material schreibt. Dieses Material kann, wie beim von der Universität Mannheim entwickelten Tesa-Speicher, in mehreren Schichten übereinandergelagert werden.

5.3 Displaytechnik

Wie in der Prozessor- und Speichertechnik (vgl. Abschnitt 5.2) werden polymere Werkstoffe auch in der Displaytechnik Einzug halten. Der Hersteller Pioneer stattet heute schon einen Teil seiner Autoradios mit kleinen polymeren Displays aus. Mit fortschreitender Entwicklung der Technik werden größere und von der Bildwiederholfrequenz schnellere Polymerdisplays auf den Markt kommen. Diese brauchen analog zur Speichertechnik weniger Strom, da die Bildelemente im Gegensatz zu den heutigen TFT-Bildschirmen, die eine Hintergrundbeleuchtung benötigen, Licht emittieren. Ferner entwickelt Siemens im Moment ein holographisches Display, bei dem die Darstellung der Daten mittels einer dreidimensionalen Projektion erfolgen soll. Auch im Bereich der TFT-Bildschirme gibt es dreidimensionale Displays; so wurde ein vom Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik [9] in Berlin entwickeltes 3D-Display anlässlich der Cebit 2000 vorgestellt. Dieses funktioniert ohne eine spezielle Brille nach dem Verfahren der Irisverfolgung. Die Geräte sind zur Verwirklichung von 3D-Benutzerschnittstellen (vgl. Abschnitt 5.1) geeignet. Durch die Integration einer neuen Mikrodisplay-Generation [34] werden die bei Wearables benutzten Head Mounted Displays (HMD) kleiner und leichter werden. Ferner wird die Auflösung der Displays zunehmen um die komplexeren Benutzerschnittstellen darstellen zu können. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Projektion des Bildes auf die Netzhaut des Auges mittels eines „Retina-Display“, das mit Laserstrahlen und Spiegeln arbeitet. Dieser Ansatz wird von der Firma Microvision [12] in Seattle und vom MIT Media Laboratory [13] verfolgt. Einen ganz anderen Ansatz verfolgt das im folgendem Abschnitt 5.3.1 vorgestellte elektronische Papier. Dieses stellt eine billige und energiesparende Möglichkeit zur Anzeige elektronischer Daten dar.

5.3.1 Elektronisches Papier

Sowohl Lucent Technology und E Ink [14] als auch Xerox PARC [15] und MIT Media Laboratory [16] arbeiten an der Entwicklung von elektronischen Papieren. Das elektronische Papier besteht ebenso, wie die Polymerdisplays,

aus PVC. Im Gegensatz zu ihnen steht beim elektronischen Papier nicht die Wiederholfrequenz der Anzeige im Vordergrund, sondern es soll wie beim herkömmlichen Papier das Lesen von Informationen unterstützt werden. Ein Anwendungsgebiet für elektronisches Papier wäre z.B. eine elektronische Tageszeitung, deren Inhalt über das Internet verbreitet wird. Da der Bildinhalt auch ohne Versorgungsspannung erhalten bleibt, würde sich der Energieverbrauch des Displays enorm senken. Ein weiterer großer Vorteil sind die geringeren Herstellungskosten, da im Gegensatz zur Herstellung von heutigen TFT-Displays keine hohen Prozeßtemperaturen oder Reinraumbedingungen erforderlich sind.

Technisch gesehen basiert das elektronische Papier auf Transistoren auf Polymerbasis, die auf einem dünnen Substrat sitzen und von der elektronischen Tinte von E Ink überzogen sind. Bei der elektronischen Tinte handelt es sich um kleine Kapseln, die mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllt sind. In den Kapseln schwimmen zusätzlich mikroskopisch kleine weiße elektrisch geladenen Kugeln, die sich durch das Anlegen eines elektrischen Feldes ausrichten. Wird nun ein entsprechendes elektrisches Feld angelegt, bewegen sich die Kugeln zur Oberfläche und verdrängen dort die dunkle Flüssigkeit, so daß der Bildpunkt weiß erscheint. Wird die Spannung umgekehrt, so tritt der gegenteilige Effekt ein und die Kugeln wandern nach unten. Die dunkle Tinte zeigt dann ein schwarzer Bildpunkt an (vgl. Abbildung 7). Mit diesem Verfahren können wie bei der herkömmlichen Drucktechnik Bilder und Buchstaben durch die elektronischen Bildpunkte dargestellt werden. Ferner besteht auch die Möglichkeit der Darstellung von Graustufen durch das Anlegen einer entsprechenden Feldstärke. Farbliche Darstellung erfolgt durch die Benutzung von roter, grüner oder blauer Tinte.

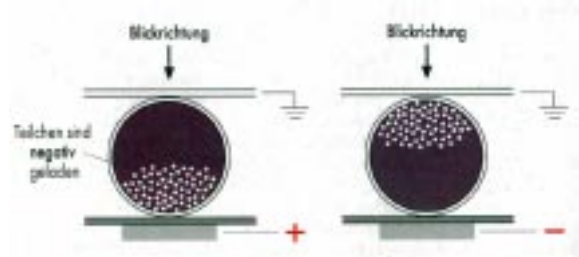


Abbildung 7. Funktionsweise des elektronischen Papiers von E Ink und Lucent Technology [35]

Die Firma Xerox verfolgt im Gegensatz zu E Ink einen etwas anderen Ansatz. Ihre Technik basiert ebenfalls auf geladenen Kugeln, die durch ein elektrisches Feld ausgerichtet werden. Allerdings sind die Kugeln bei dieser Technik selbst die Informationsträger, denn sie sind auf einer Sei-

te weiß und auf der anderen Seite schwarz. Durch das Anlegen eines entsprechenden elektrischen Feldes zeigt eine der beiden Seiten nach oben, sodaß der Bildpunkt entweder schwarz oder weiß erscheint. [15][35][36]

5.4 Energieversorgung

Um längere Laufzeiten für mobile Geräte - egal ob Handy oder Wearable - zu verwirklichen, gibt es zwei Möglichkeiten. Die erste Möglichkeit ist den Stromverbrauch der Komponenten (Prozessor, Display) zu senken (vgl. Abschnitte 5.2 und 5.3). Die Zweite besteht darin direkt bei der Stromversorgung selbst anzusetzen, entweder durch den Einsatz neuer Technologien (vgl. Abschnitt 5.4.1) oder durch das Wiederaufladen der Akkus während des Betriebes. Das Wiederaufladen könnte z.B. durch einen in die Schuhe integrierten mechanischen Generator erfolgen. Compaq hat sich das Wiederaufladen von Notebooks durch die Tastatur patentieren lassen. Ferner wird die Nutzung der vom Körper abgegebenen Wärme als Energielieferant erforscht.

5.4.1 Brennstoffzelle auf Methanolbasis

Anfang dieses Jahres stellten Forscher von Motorola eine nur fünfmarkstückgroße Brennstoffzelle auf Methanolbasis vor. Die Erfindung wird nach der Ansicht der Forscher in etwa fünf Jahren marktreif und für den Einsatz in Mobiltelefon oder Notebooks (bzw. Wearable) geeignet sein. Die vorgestellte Stromquelle soll zehn mal soviel Energie liefern, wie eine gleichgroße wiederaufladbare Batterie. Im Gegensatz zu den heute verfügbaren Brennstoffzellen funktioniert sie auch bei Raumtemperatur und ist eine „Luft atmende Zelle“, d.h. sie benötigt keinen Ventilator zur Luftzufuhr. Im Vergleich zu bisher bekannten Brennstoffzellen zeichnet sich die Erfindung von Motorola durch den weiteren Vorteil kleiner Abmessungen aus. Da Methanol ein flüssiger Brennstoff ist, sind die Behälter für Methanol deutlich kleiner als die für Wasserstoff. Ferner ist in jeder Zelle eine Zusatzelektronik integriert, die es ermöglicht die Ausgangsspannung zu erhöhen. Daher kann beispielsweise ein Notebook mit einer einzigen Zelle betrieben werden, anstatt mehrere Zellen zur Erzielung der Versorgungsspannung parallel zu schalten. [25][26]

5.5 Kommunikation

Die Kommunikationstechnik ist ein wichtiger Faktor für Computer, denn sie müssen mit anderen Rechnern kommunizieren, um benötigte Daten zu erhalten oder weiterzugeben. Hierbei handelt es sich nicht nur um kleine Datenmengen, sondern es kann sich z.B. im Bereich der Videoübertragung um große Datenmengen handeln, die eine breitbandige Verbindung benötigen. Ferner sind neue Konzepte bei

der Gerätekommunikation gefragt um die Vision des „Ubiquitous Computing“ (vgl. Abschnitt 2) Wirklichkeit werden zu lassen. In diesem Abschnitt wird hierzu eine neue Mobilfunkgeneration und ein Ansatz zur Gerätekommunikation vorgestellt.

5.5.1 Universal Mobile Telecommunication System (UMTS)

Das Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) ist die dritte Generation von Mobilfunksystemen und wird Ende 2002 eingeführt. Im Gegensatz zum heute verbreiteten GSM¹⁰ ist das System weltweit genormt, d.h. es arbeitet nicht auf verschiedenen Frequenzen. Ferner erlaubt das System Übertragungsbandbreiten bis zu 2 MBit/s, was der 200-fachen Übertragungsleistung des heutigen GSM-Systems (9600 Bit/s) entspricht. Auch das GPRS¹¹-System, das Ende 2000 eingeführt wird, erlaubt nur eine Bandbreite von 128 KBit/s zur Kommunikation.

	GSM	GPRS	UMTS
Bandbreite	9,6 KBit/s	128 KBit/s	2 MBit/s
Anwendung	Text + Sprache	Bilder	Video
Globales System	nein	nein	ja
Einführungsjahr	-	Ende 2000	2002 - 2003

Tabelle 1. Vergleich von heutigen und zukünftigen Mobilfunksystemen [20]

Ferner arbeitet das UMTS-System mit terrestrischen und satellitengestützten Komponenten, was eine fast weltweite Erreichbarkeit sicherstellt. Die große Bandbreite von UMTS ermöglicht völlig neue Anwendungen für den Mobilfunkbereich. So ist die Übertragung bewegter Bilder oder großer Datenmengen vorstellbar ist. Daraus folgt das die angebotenen Endgeräte sich von den Heutigen in der Art unterscheiden werden, daß sie ein größeres Display besitzen um die Videoanwendungen (z.B. eine Videokonferenzen) anzeigen zu können. Studien solcher Geräte sind in der Abbildung 8 zu sehen. Desweiteren kann ein UMTS-Mobiltelefon auch in anderen Geräten (z.B. einem Organizer) integriert sein (vgl. Abbildung 8). Das UMTS-System wird in Deutschland voraussichtlich von fünf Mobilfunknetzbetreibern angeboten. Ein wichtiger Erfolgsfaktor für einen Betreiber wird, neben dem Anbieten des Systems, das Bereitstellen von Mehrwertdiensten, also von zusätzlichen Diensten wie SMS¹² und Börsenkurse beim heutigen GSM, sein. [19][20][21]

¹⁰GSM: Global System for Mobile Communication, Mobilfunkstandard

¹¹GPRS: General Packet Radio Service. Mobilfunkstandard.

¹²SMS: Short Message Service. Ermöglicht die Übertragung von Textnachrichten bis maximal 160 Zeichen auf ein Mobilfunktelefon.



Abbildung 8. Designstudien von UMTS-Endgeräten von Ericsson und Nokia. Oben links Armbandorganizer mit UMTS-Mobilfunktelefon. Oben rechts Organizer mit integriertem UMTS. Unten Nokia Mobiltelefon mit Möglichkeit zur Übertragung von Videodaten.

5.5.2 Die Jini Technologie

Jini ist eine von SUN entwickelte Technologie, die auf Java aufsetzt, um verschiedenste Geräte über ein Netzwerk miteinander zu verbinden. Daß die Technologie auf Java basiert ist ihr großer Vorteil, denn bei Jini handelt es sich um eine „betriebssystemunabhängige“ Lösung. Java erzielt seine Plattformunabhängigkeit durch den Einsatz einer virtuellen Maschine, die auf dem entsprechenden Betriebssystem läuft und den Java Bytecode interpretiert. Es gibt für fast jedes Betriebssystem eine entsprechende Java-Implementierung, daher kann Jini auf den verschiedensten Plattformen eingesetzt werden. Ferner können auch andere Geräte mit Netzwerkanschluß, wie z.B. Telefone, DVD-Player, Kühlschränke und Fernsehen, durch den Einsatz einer in Hardware realisierten virtuellen Maschine, mit Java bzw. mit Jini ausgestattet werden. Die Jini-Technologie soll es ermöglichen, daß diese Geräte ohne die Installation von Treibern zusammenarbeiten. Jedes Gerät bietet hierzu Services an, welche die anderen Teilnehmer im Netzwerk nutzen können. Dabei erfolgt die Anmeldung der Geräte durch den Lookup-Service, der die zentrale Instanz im Netzwerk bestimmt. In der zweiten Phase schicken die Geräte zusätzlich ihre User- und Programmierschnittstellen (join-Prozeß), um die Kompatibilität und Verwendbarkeit sicherzustellen, an diese Instanz. Diese verwaltet die angebotenen Services, koordiniert die Anfragen und präsentiert allen registrierten Teilnehmern die Services an einem

schwarzen Brett, dem Blackboard. Bei der zentralen Instanz muß es sich nicht um einen PC handeln, sondern jedes Java-fähige Gerät kann diese Aufgabe übernehmen. Ferner kön-

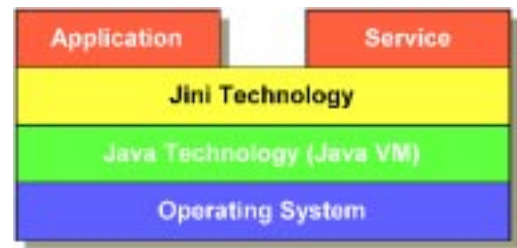


Abbildung 9. Die Komponenten des Jini Konzeptes

nen auch mehrere Server mit dedizierten Aufgaben in einem Netzwerk existieren. Desweiteren lassen sich die Jini-Geräte in sogenannten Federations anordnen, bei denen die Geräte untereinander verbunden und mit bestimmten Rechten versehen sind. Dadurch wird eine Abgrenzung ähnlich den Benutzergruppen bei einem Betriebssystem erreicht, sodaß mehrere Jini-Systeme auf einem gemeinsamem Netzwerk arbeiten können. Zur Kommunikation nutzt Jini die in Java integrierte **Remote Method Invocation (RMI)**, welches die Verteilung von Objektinstanzen in einem Netzwerk ermöglicht. [22][23][24]

5.5.3 Ausblick

Um die Mobilität des Benutzers zu unterstützen, erfolgt die Kommunikation in der Zukunft meist über drahtlose Netze. Stellvertretend für drahtlose Netze wurde das neue Mobilfunknetz UMTS (vgl. Abschnitt 5.5.1) vorgestellt. Zusätzlich könnten neue funkbasierte Dienste nach dem Broadcast-Prinzip hinzukommen, z.B. daß die Verkehrsbetriebe ihren Fahrplan in der U-Bahn über ein Funknetz verbreiten.

Bei den Transportprotokollen wird das heute allgemein verwendete IPv4 durch IPv6 (bzw. Mobile IPv4 durch Mobile IPv6) ersetzt werden, welches gerade im mobilen Bereich Verbesserungen z.B. im Routing bringt. Ferner können durch IPv6 mehr Adressen für am Internet beteiligte Geräte zur Verfügung gestellt werden. Zusätzlich zu dem von SUN entwickelten Jini (vgl. Abschnitt 5.5.2) gibt es noch weitere Ansätze im Bereich der Gerätekommunikation von verschiedenen Herstellern, wie z.B. „Universal Plug and Play“ von Microsoft, „Inferno“ von Lucent Technology oder „Chai“ von Hewlett Packard. Gemeinsam werden es die Technologien ermöglichen, daß die verschiedensten Geräte z.B. im Haushalt in einem Netzwerk zusammen arbeiten. Es wird z.B. der Kühlschrank oder die Waschmaschine einbezogen, von denen man sich heute noch nicht vorstel-

len kann, daß sie in einem Netzwerk arbeiten. Diese Techniken werden zur Unterstützung des „Ubiquitous Computing“ (vgl. Abschnitt 2) benötigt. So ist es heute schon möglich, einen Webserver in der Größe einer Streichholzschachtel zu bauen. Man kann sich völlig neue Szenarien für die Computeranwendung vorstellen. So kann die Waschmaschine sich die neuesten Waschprogramme über das Internet herunterladen oder im Falle eines Defektes direkt den Kundendienst und den Besitzer verständigen. Die Firma Merloni [17][18] bietet heute schon eine Waschmaschine an, die ihren Eigentümer per E-Mail oder SMS verständigt. Ebenso ist es möglich, sich mit seinem heimischen Kühlschrank zu verbinden und die in ihm vorhandenen Vorräte zu überprüfen. Ferner wird der im Kühlschrank integrierte Rechner Vorschläge für Gerichte geben, die mit den gelagerten Speisen möglich sind. Der Rechner wird beim Supermarkt Lebensmittel nachbestellen, falls diese für das gewünschte Gericht fehlen.

5.6 Wearables der nächsten Generation

Zukünftige Wearables vereinen neben dem Computer auch noch GPS zur Ortsbestimmung und Mobilfunk zur Mobilkommunikation in einem Gerät. Ferner werden sie noch handlicher und eventuell Bestandteil der getragenen Kleidung. Durch den Einsatz von Polymerdisplays bzw. dem elektronischen Papier ist es vorstellbar, daß bei zukünftigen Palmtops oder Wearables das Display aus dem Gehäuse heraus gerollt wird (vgl. Abbildung 10). Die Sprachunterstützung der Geräte wird zunehmen, wogegen der Anteil an mechanischen Eingaben über die Hände zurückgehen wird. Die Wearables werden sich von monofunktionalen Systemen zu multifunktionalen Geräten wandeln, d.h. sie unterstützen nicht nur eine Tätigkeit. Dieses ist die umgekehrte Richtung wie sie beim „Ubiquitous Computing“ eingeschlagen wird.



Abbildung 10. Designstudien der zukünftiger Rechner der Firma Philips [37]

So kann mit Wearables der nächsten Generationen so-

wohl telefoniert als auch eine Videokonferenz geführt werden. Ferner dienen sie uns als Navigationshilfe und stellen zusätzliche Information zu unserer Umwelt bereit. So könnte der Besucher eines Museums mittels seines Wearable zusätzliche Information zu den betrachteten Bildern bekommen. Ferner ist es vorstellbar, daß wir uns mit Leuten, die eine andere Sprache sprechen, direkt unterhalten können; die Übersetzung erledigt hierbei der vom Nutzer getragene Wearable.

6 Zusammenfassung

Die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellte neue „Computerwelt“ klingt im ersten Augenblick erst einmal sehr angenehm, aber sie sollte auch von der menschlichen und rechtlichen Seite her betrachtet werden. Es besteht zum Beispiel die Gefahr, daß der Nutzer eines solchen Systems bei mißbräuchlicher Benutzung der Kommunikationseigenschaften der Systeme völlig transparent wird. Aus diesem Grunde müssen gesetzliche und technische Voraussetzungen geschaffen werden, die einen solchen Mißbrauch verhindern, sonst könnte sich die Vision von Georg Orwell in seinem Roman „1984“ bewahrheiten und der Mensch wäre vollkommen kontrollierbar. Beispielsweise bietet der Einsatz von mobilen Agenten zur Informationsbeschaffung im Internet auf den ersten Blick den Vorteil der einfacheren Informationsbeschaffung, auf der anderen Seite hinterläßt der Nutzer aber auch Information (z.B. Vorlieben oder persönliche Daten) und Spuren im Netz. Da es im Moment keine weltweit einheitliche Regelung für den Datenschutz gibt, können diese über den Nutzer gewonnenen Informationen in anderen Länder verkauft werden, was in Deutschland nicht zulässig ist.

Ferner sollte die Auswirkung der Einführung solcher Geräte auf die Gesellschaft nicht außer Acht gelassen werden. So werden sich wie bei der Einführung des Computers zwei Gruppen entwickeln: Die einen, die diese Systeme nutzen und bezahlen können, und die anderen, die sie nicht nutzen oder sich die Computer nicht leisten können. So ist es möglich, das als Qualifikation für einen Beruf in der Zukunft der Umgang mit einem Wearable eine Einstellungsvoraussetzung ist und sich durch die unterschiedliche Akzeptanz der Geräte eine Zweiklassengesellschaft bildet. Akzeptanz ist ein weiterer gesellschaftlicher Aspekt, so können sich z.B. jüngere Leute eher mit diesen neuen Geräten anfreunden als ältere Mitmenschen, da sie aufgeschlossener gegenüber einer neuen Technik sind. Durch diese Eigenschaft wird sich die Qualifikation von jungen und älteren Mitarbeitern weiter auseinander bewegen. Auch das „Ubiquitous Computing“, also der allgegenwärtige Einsatz von Computern, muß erst einmal von der Gesellschaft akzeptiert werden.

Desweiteren müssen die sozialen Aspekte der Einfüh-

rung der neuen Technologien betrachtet werden. So kann es zum einen dazu kommen, daß sich einzelne Nutzer der neuen Techniken vollkommen in ihre virtuelle Welt zurückziehen und den Bezug zur realen Welt verlieren. Da die Wearables und die neuen Kommunikationstechniken eine Erledigung der Arbeit an einem beliebigen Ort ermöglichen, wie z.B. in der eigenen Wohnung, kann es zu einer Verarmung der zwischenmenschlichen Kommunikation kommen, wie sie durch die Arbeit an einer Arbeitsstelle gegeben ist. Auf der anderen Seite kann ein Wearable mit Dolmetscherfunktionalität (vgl. Abschnitt 10) die zwischenmenschliche Kommunikation erhöhen.

Als letztes sollen noch die Auswirkungen des Einsatzes der neuen Techniken bzw. Wearables auf den Menschen betrachtet werden. So kann es durch die allgegenwärtige elektronische Unterstützung zu einer Verarmung der menschlichen Sinne kommen. So fördert zum Beispiel ein Wearable, der uns vor Gefahren warnen würde, nicht unsere Reaktionsfähigkeit. Daraus folgt, daß dieser menschliche Sinn nicht trainiert würde und sich zurückbildet. Oder die allgegenwärtige Verfügbarkeit von Informationen kann dazu führen, daß der Mensch nicht mehr selbst über ein Problem nachdenkt. Daher sollte die Einführung einer neuen Technik nicht nur euphorisch begrüßt, sondern auch von allen anderen Seiten beleuchtet werden. Welche der vorgestellten Zukunftsvision sich letztlich am Markt durchsetzt, darüber wird der Käufer entschieden.

Literatur

- [1] M. Benning und J. Kuri, E-Mail, gefriergetrocknet - Das elektronische Familienglück: Heimautomaten und allgegenwärtige Computer, *c't - Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 4/2000, Seiten 170-175, 2000.
- [2] Rhodes, B.J., The Wearable Remembrance Agent: A System for Augmented Memory, Proc. 1st International Symposium on Wearable Computer, Cambridge, Massachusetts, USA, October 13-14, 1997.
- [3] URL: <http://www.jp.ibm.com/esbu/E/wpc/index.html>, IBM Wearable PC, Stand Dezember 1999.
- [4] URL: <http://www.xybernaut.com>, Xybernaut Corporation, Stand Februar 2000.
- [5] URL: <http://www.tzi.de>, Technologie-Zentrum Informatik der Universität Bremen, Stand Februar 2000.
- [6] URL: <http://www.conterra.de>, Con Terra GmbH, Stand Februar 2000.
- [7] Pease, A. F., Komplexität beherrschen - Realer als die Wirklichkeit, Siemens Forschung und Innovation, Heft 2/1999, 1999. Bezug unter URL: http://w1.siemens.de/FuI/de/zeitschrift/archiv/Heft2_99/artikel01/index.html, Stand Februar 2000.
- [8] Keine Angabe, Studie EM3 - Endgeräte Mobiles Multimedia, Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS), Physikalische Meßtechnik (IPM) und Graphische Datenverarbeitung (IGD), Seite 9, 1998. Bezug unter URL: <http://www.egd.igd.fhg.de/igd/abteilungen/a3/PROJECTS/EM3/Intern/>, Stand Februar 2000.
- [9] URL: <http://at.hhi.de>, Heinrich Hertz Institut für Nachrichtentechnik GmbH, Interactive Media and Human Factors Department, Stand Februar 2000.
- [10] URL: <http://www.opticomasa.com>, Opticom, Stand Februar 2000
- [11] Rink, Dr. J., Mit Nanostrukturen zu Terrabytes, *c't - Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 6/1999, Seite 175, 1999.
- [12] URL: Microvision Inc., www.mvis.com, Februar 2000.
- [13] URL: www.media.mit.edu/wearables/, MIT Media Laboratory Wearables Project, Stand Februar 2000.
- [14] URL: www.e-ink.com, E Ink, Stand Februar 2000.
- [15] URL: www.parc.xerox.com, Xerox PARC, Stand Februar 2000.
- [16] URL: www.media.mit.edu/micromedia/elecmedia.html, MIT Media Laboratory Electronic Paper Project, Stand Februar 2000.
- [17] URL: <http://www.margherita2000.com> und <http://www.merloni.it>, Merloni Elettrodomestici, Stand Februar 2000.
- [18] URL: <http://www.heise.de/newsticker/data/as-06.12.99-001/>, Heise Verlag Newsticker, Stand Februar 2000.
- [19] URL: <http://www.umts-forum.org>, UMTS Forum, Stand Februar 2000.
- [20] Ranft, S., Globale Kommunikation - Weltweite Geschwätzigkeit, *Computerwoche*, Sonderausgabe „Die Zukunft der Informationstechnik“, Seiten 194-195, 1999.
- [21] Borchers, D., Heinzelmännchen drahtlos - Generationswechsel der Handys, *c't - Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 3/2000, Seiten 104-109, 2000.

- [22] Seiler, M., So einfach wie Telefonieren, *Computerwoche*, Sonderausgabe „Die Zukunft der Informationstechnik“, Seiten 184-187, 1999.
- [23] SUN, Jini Technology Executive Overview, Bezug von: <http://www.jini.org>, Stand Februar 2000.
- [24] Ernst, N., Zaubernde Jini - Suns Jini hilft bei der Heimvernetzung, *c't - Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 4/1999, Seite 21, 1999.
- [25] URL: <http://www.heise.de/newsticker/data/as-20.01.00-001/>, Heise Verlag Newsticker, Stand Februar 2000.
- [26] URL: <http://www.motorola.com>, Motorola, Stand Februar 2000
- [27] URL: <http://www.reasearch.philips.com>, Philips Research, Februar 2000.
- [28] Stiller, A., Zu neuen Ufern - Transmeta enthüllt Crusoe Design, *c't - Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 3/2000, Seiten 32-34, 1999.
- [29] Klaiber, A., The Technologie behind Crusoe Processors, *Transmeta Corp.*, Januar 2000.
- [30] URL: <http://www.transmeta.com/>, Transmeta Corp, Stand Februar 2000.
- [31] URL: <http://www.c-3d.net/>, C3D Inc., Stand Februar 2000.
- [32] Stieler, Dr. W., Aus dem Reagenzglas - Plastik wird die Computertechnik verändern, *c't - Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 2/1999, Seite 78-81, 1999.
- [33] Stieler, Dr. W., Konkurrenz für DVD, *c't - Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 22/1999, Seite 60, 1999.
- [34] Kuhlmann, U., Kleinanzeigen - Mikrodisplays können den Mobilgerätemarkt revolutionieren, *c't - Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 4/2000, Seiten 300-303, 2000.
- [35] Kuhlmann, U., Faltbare Plastikdisplays mit elektronischer Tinte, *c't - Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 22/1999, Seite 58, 1999.
- [36] Rink, Dr. J., Die Geister die ich rief - Chancen und Risiken der elektronischen Bücher, *c't - Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 6/1999, Seite 192-202, 1999.
- [37] URL: <http://www.design.philips.com>, Philips Design Center, Stand Februar 2000.
- [38] Benning, M., Arbeitskleidung die für mobilen Wissensarbeiter, *c't - Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 04/2000, Seiten 168-169, 2000.