



ACADEMIA ENGELBERG

Unser Alltag im Netz der schlaunen Gegenstände

Kurzfassung der TA-SWISS Studie

**«Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft
Auswirkungen des Pervasive Computing auf Gesundheit und
Umwelt»**

Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung

Birkenweg 61, CH-3003 Bern

Tel. +41 (0) 31 322 99 63 / Fax +41 (0) 31 323 36 59

E-Mail ta@swtr.admin.ch / Internet www.ta-swiss.ch / www.publiforum.ch



**«Ich denke, es gibt weltweit
einen Bedarf für etwa fünf Computer.»**

Thomas Watson, IBM, 1943

Wenn Gegenstände miteinander flüstern

Tastatur, Bildschirm, ein paar Kabel – das sind die typischen Merkmale der heute gebräuchlichen Computer. Dies könnte sich bald ändern: Der Kugelschreiber, der Staubsauger, die Brille und andere Alltagsgegenstände werden in Zukunft winzige Computer enthalten und drahtlos untereinander vernetzt sein.

Gut 15 m lang, 2,5 m hoch und 35 Tonnen schwer war MARK 1, einer der ersten Computer, entstanden in den frühen 1940er-Jahren in den Werkhallen von IBM. Ein heutiger PC leistet millionenfach mehr als sein elektronischer Urahn und findet trotzdem bequem auf einem Schreibtisch Platz.

Miniaturisierung prägt den Fortschritt in vielen Bereichen der Technik – nicht nur in der Welt der Computer, wo der Schrumpfungsprozess besonders augenfällig ist. Auch in der Telekommunikation werden die Geräte immer handlicher. Wogen die ersten tragbaren Funkgeräte noch an die 15 kg, sind die Handys der jüngsten Generation mit weniger als 100 g Gewicht so klein geworden, dass sie zuweilen die Geschicklichkeit ihrer Benutzer auf die Probe stellen. Auch Sensoren, die Temperatur oder Luftfeuchtigkeit messen oder Bilder aufnehmen und Bewegungen aufzeichnen, bleiben von dieser Entwicklung nicht ausgenommen und wurden laufend kleiner und leistungsfähiger.

Im Prinzip lassen sich Computer, Sensoren, Sender und Empfänger, die auf mikroskopische Dimensionen verkleinert wurden, in den unterschiedlichsten Utensilien unterbringen. Dadurch können deren Leistungen gesteigert und ihre Einsatzmöglichkeiten erweitert werden. Unsere alltäglichen Gebrauchsgegenstände würden durch die Einbettung von Mikroelektronik «intelligent» – sie könnten nach Bedarf Daten erfassen, speichern und verarbeiten. Und dank der drahtlosen Kommunikation wären sie ausserdem imstande, sich unter einander zu vernetzen und die gesammelten Informationen auszutauschen.

Kleinstcomputer im Anzug

Noch haben ein Geschäftsanzug oder eine Brille auf den ersten Blick nicht viel mit einem Computer gemeinsam – dies könnte sich bald ändern. Im Revers des Anzugs wird sich vielleicht das multifunktionale Kommunikationsgerät der Zukunft befinden. «Pervasive Computing » oder «U-



biquitous Computing» nennen die Fachleute die Vision, nach der mikroskopisch kleine Computer dereinst in die unterschiedlichsten Dinge integriert und im täglichen Leben allgegenwärtig sein werden. In zehn Jahren könnte für eine Milliarde Menschen eine Billion elektronisch aufgerüsteter, vernetzter Gegenstände zur Verfügung stehen – zumindest, wenn die Erwartungen des Computerherstellers IBM sich erfüllen.

Äusserlich wird dem elektronisch angereicherten Gegenstand kaum etwas anzumerken sein. Die Chips lassen sich unauffällig einbauen, und die «smarten» Alltagsgegenstände werden nicht weniger handlich sein als jene, die wir heute kennen. In ihren Funktionen allerdings werden sie sich von ihren «dummen» Vorgängern erheblich unterscheiden. Sie werden auf ihre Umgebung reagieren und in der Lage sein, ihr Verhalten entsprechend anzupassen und die nach Bedarf erforderlichen Informationen auszugeben. «Kontextsensitivität » heisst diese Fähigkeit in der Fachsprache: So könnte etwa in Zukunft ein mit einem Sensor ausgestattetes Bierglas dem Bedienpersonal melden, dass der Gast ausgetrunken hat oder dass er das Glas gerade aus dem Lokal entführt.

Die Folgen sind noch unklar

Darüber, was uns der bevorstehende «Intelligenzschub » der Alltagsgegenstände bescheren wird, lässt sich erst spekulieren. Sind Auswirkungen auf unsere Gesundheit zu erwarten, wenn wir in einem Umfeld leben, das zahllose Gegenstände beherbergt, die unablässig Funkwellen aussenden? Was bedeutet es für die Umwelt, wenn der Abfall mit kleinsten Elektronikkomponenten durchsetzt ist, die im Recycling oder bei der Verbrennung Probleme bereiten? Wie wird sich unsere Energiebilanz verändern, wenn wir uns für die Organisation unseres Alltags mehr und mehr auf elektronisch hochgerüstete Utensilien verlassen, die auf eine Energieversorgung und eine dauerhaft betriebene Netzwerk-Infrastruktur angewiesen sind?

Mit diesen Fragen befasst sich die Studie «Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft» (TA 46/2003) des Zentrums für Technologiefolgen-Abschätzung TA-SWISS. Die vorliegende Kurzfassung bündelt die zentralen Aussagen daraus. Der Grundlagenbericht TA 43/2002 (A Basis for IT Assessment) zeigt ansatzweise weitere Auswirkungen von Informationstechnologien auf; sie sollen in nachfolgenden Studien noch besser ergründet werden.

**«Der Computer ist die logische
Weiterentwicklung des Menschen:
Intelligenz ohne Moral.»**

John Osborne

**Von blauen Zähnen und drahtlosen Netzen: Kleines Glossar**

Bluetooth: Blaue Zähne gehören nicht zu den Nebenwirkungen, die man beim regelmässigen Einsatz drahtloser Datenübertragung befürchten muss. Wenn die Erfinder eines neuen Funkstandards ihr Produkt dennoch mit diesem sonderbaren Namen bedacht haben, geschah es im Andenken an den König Harald Blåtand (englisch bluetooth, zu deutsch: Blauzahn), der im 10. Jahrhundert Dänemark und Norwegen regierte und die Nordvölker zum Christentum bekehrte. Den Übernamen «Blauzahn» soll der König seiner Vorliebe für Heidelbeeren zu verdanken haben. Und wegen seiner ausgeprägten Fähigkeit zu vereinen und zu vermitteln, schien er den Schöpfern des kleinen Chips, der durch Signale im Ultrahochfrequenz-Bereich Geräte im Umkreis von etwa 10 Metern drahtlos miteinander verbindet, ein passender Namenspatron für ihre Erfindung zu sein.

GSM: Das Kürzel stand ursprünglich für «Groupe spécial mobile», die anfangs der 80er Jahre einen zeitgemässen digitalen Mobilfunkstandard entwickeln sollte. Die drei Buchstaben wurden später zu Global System for Mobile Communication umgedeutet und bezeichnen nun eine zellulare Funktechnologie. Das GSM-System wurde ursprünglich für den 900 Megahertz-Bereich definiert. Die als Ablösung von GSM geplanten Mobilkommunikationsnetze (wie z.B.

UMTS) verwenden andersartige Modulationsverfahren und haben damit möglicherweise auch andere Einwirkungen auf Lebewesen.

LAN: Lokale Netzwerke (Local Area Networks) können sowohl auf Kabel (meistens über Internet) oder drahtlos (als WLAN für: Wireless Local Area Network) realisiert werden. Sie dienen der Datenübermittlung auf kurze Distanz, z.B. innerhalb eines Gebäudes.

Transponder: Das Wort wird durch den Zusammenschluss von Transmitter (= Sender) und Responder (= Antwortgeber). Chip zur Speicherung kleinerer Datenmengen, die drahtlos abgelesen werden können.

UMTS: Für Universal Mobile Telecommunications System. Funktechnologie der dritten Generation. Sie wird im Bereich von 2 Gigahertz betrieben und ermöglicht neben Telefondiensten auch die Bereitstellung von Multimedia-Anwendungen (Text, Bild, Ton).

Von der Handystrahlung zum Datensmog?

Seit das Handy seinen Siegeszug in der zwischenmenschlichen Verständigung angetreten hat, sind drahtlose Verbindungen nichts Neues mehr. Trotzdem ist noch unklar, welche Folgen die Funktechnik für den menschlichen Organismus nach sich ziehen könnte. Und nahezu völlig unbekannt sind die Auswirkungen von Pervasive Computing, das eine neue Form von «Wellensalat » in die Wohnzimmer und Fahrzeuge bringen wird. Auch werden wir mehr und mehr Sender direkt am Körper tragen.



An die vielbeschäftigten Zeitgenossen, die im Zug oder in der Strassenbahn mit dem Handy die neuesten Ereignisse am Arbeitsplatz oder zuhause abfragen, hat man sich mittlerweile gewöhnt. Und immerhin bieten die SBB auf den Hauptverkehrsachsen all jenen, die auf das Mithören privater Gespräche verzichten möchten, Ruhewagen an. Es gibt allerdings Menschen, die sich durch den überhandnehmenden Einsatz von Funktelefonen nicht nur belästigt, sondern sogar gesundheitlich gefährdet fühlen.

Besorgte Bürgerinnen und Bürger wehren sich gegen die so genannte nicht-ionisierende Strahlung (NIS), indem sie die Installation ortsfester Basisstationen zu verhindern suchen. Es dürfte nicht zuletzt auf die heftige öffentliche Debatte zurückzuführen sein, dass sich die Forschung den Auswirkungen von NIS auf Mensch und Tier angenommen und unzählige Studien durchgeführt hat. Diese beschränken sich dabei in der Regel auf die gepulsten Signale des GSM-Standards. Die heutigen, noch unzureichenden Erkenntnisse zu GSM sind aber nicht ohne weiteres auf Pervasive Computing übertragbar, weil hier in der Regel niedrigere Sendeleistungen, dafür aber eine grössere Zahl von Sendern zum Einsatz kommen.

Machen uns pulsierende Wellen krank?

Elektromagnetische Wellen wecken bei einigen Menschen Unbehagen. Gegner der Mobilfunktechnik befürchten, die auf 217 Hertz gepulsten Handysignale könnten die Gesundheit belasten, da das Nervensystem von Lebewesen mit ähnlich niedrigen Frequenzen arbeitet. Unter den Forschenden sind die Auffassungen geteilt: Nachdem mit entsprechend festgelegten Grenzwerten ein schädlicher thermischer Effekt (d.h. eine durch Strahlungsaufnahme erzeugte Erwärmung von Gewebe) ausgeschlossen worden war, hielten es die meisten Fachleute zunächst für unwahrscheinlich, dass sich Auswirkungen zeigen könnten, die nicht durch Erwärmung zu erklären sind. In jüngerer Zeit entstanden indes mehrere Tausend wissenschaftliche Studien zu diesem Thema, die etwa der Frage nachgehen, ob die nicht-erwärmenden Strahlen des Handys den Kalziumaustausch zwischen Nerven und anderen Zellen beeinflussen, oder ob sie sich auf das blutbildende System auswirken.

In jüngster Zeit haben Schlafforscher der Universität Zürich nachgewiesen, dass sich die Hirnströme schlafender Probanden verändern, nachdem diese zuvor Handystrahlen ausgesetzt worden sind. Diese Effekte treten nur bei gepulsten Signalen auf – sie bleiben aus, wenn die Versuchspersonen mit der ungepulsten Trägerfrequenz bestrahlt werden. Ob eine Veränderung der Hirnströme ihrerseits Folgen – seien sie positiv oder negativ – für die Gesundheit nach sich zieht, ist dabei nicht klar.

**Pervasive Computing kann mehr Strahlung bedeuten – oder weniger**

Es ist abzusehen, dass die künftig verwendeten Kleinstcomputer auf unterschiedlichen Trägerfrequenzen von 1 bis etwa 6 Gigahertz senden werden; typische Puls-Frequenzen liegen dabei bei 100 Hertz (bei UMTS) und 1600

Hertz (bei Bluetooth). Ob diese Wellen den menschlichen Organismus beeinflussen können, ist unbekannt.

Immerhin gibt es Szenarien, die voraussagen, dank neuen Funkstandards könnte mit Pervasive Computing die Strahlenbelastung insgesamt gegenüber dem heutigen Stand herabgesetzt werden. Voraussetzung wäre, dass die mobilen Geräte mehrere Funkstandards beherrschen und stets über jenes Netzwerk kommunizieren, das die geringste Sendeleistung erfordert. So würde z.B. in Reichweite eines WLAN über dieses der Kontakt zum Internet hergestellt und nur im «freien Feld» über das Mobilfunknetz (GSM oder UMTS), das höhere Sendeleistungen erfordert.

Gepulste Wellen

GSM, die zweite Mobilfunkgeneration, setzt heute den technologischen Ausgangspunkt für die weitere Entwicklung von Pervasive Computing. Damit im Einzugsbereich einer Basisstation (in einer sogenannten Funkzelle) möglichst viele Teilnehmer gleichzeitig telefonieren können, werden die Trägerfrequenzen in acht «Zeitschlitze» aufgeteilt – sie werden also durch einen Puls überlagert. Dadurch können acht Handys auf der gleichen Frequenz zeitversetzt – in einem je eigenen Zeitschlitz – senden und empfangen. Jedes Handy sendet 0,577 Millisekunden lang und ist nach einer Pause von 4,613 Millisekunden wieder an der Reihe; das ergibt eine Pulsfrequenz von 217 Hertz. Das einzelne Handy erhält dabei zwar alle Informationen, die auch von den anderen Apparaten auf der gleichen Frequenz empfangen werden. Aber es schlüsselt nur diejenigen Datenpakete auf, die in dem Zeitschlitz eintreffen, der ihm zugeteilt wurde.

«Der Computer ist eine grossartige Erfindung.

Es passieren genauso viele Fehler wie früher.

Aber niemand ist daran Schuld.»

Unbekannt

Neue Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine

Verkehr, Arbeit, Wohnen, Gesundheitswesen und Freizeitgestaltung könnten durch Pervasive Computing tiefgreifend umgestaltet werden. Das Potenzial, vieles zum Vorteil ihrer Benutzerin-



nen und Benutzer zu verändern, ist der neuartigen Technik gegeben – auch wenn gewisse Anwendungen zur Zeit noch verspielt anmuten.

Sie sind so winzig, dass man sie im Farbanstrich der Wände auftragen kann: sogenannte «elektronische Staubkörner», welche die für ihren Betrieb notwendige Energie aus den Temperaturschwankungen ihrer Umgebung gewinnen und sich über Antennen miteinander vernetzen sollen, um als «intelligente Wandfarbe» zu dienen. Diese könnte das Raumklima regeln oder auch als wandgrosser Bildschirm eingesetzt werden – das zumindest erhoffen sich die Tüftler, die an den E-Grains arbeiten.

Wenn Mikrochips auf nahezu jeder Oberfläche Platz finden, ist ihr Einsatzgebiet unbeschränkt. Ein Kunststoffplättchen oder textiles Gewebe kann als Träger dienen. Bei der Identifikation von Gütern wie auch von Personen, in der Arbeitswelt wie auch in der Freizeit stellt Pervasive Computing zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten in Aussicht.

Bahnbrechendes im Auto

Das Auto nimmt bei der Entwicklung «smarter» Anwendungen eine Vorreiterrolle ein. Im motorisierten Individualverkehr dürfte sich die umfassende drahtlose Vernetzung nach Ansicht von Fachleuten nämlich am schnellsten durchsetzen: Da es ein in sich geschlossenes System bildet und seine Energieversorgung stabil ist, bietet sich das Auto als Testplattform für die neuen Anwendungen der Informations- und Kommunikationstechnik geradezu an. Navigationssysteme, die dank drahtloser Datenübertragung aus der Verkehrszentrale laufend auf dem neuesten Stand gehalten werden, beginnen sich auf breiter Front durchzusetzen. Bordcomputer und TV-Monitore sind in Boliden der gehobenen Preisklasse schon heute anzutreffen. Auch der Sicherheit soll das elektronische Zubehör zugute kommen: Im «Phaeton» etwa, der Edelkarosse von Volkswagen, erhöhen Sensoren und elektronische Assistenten nicht nur den Komfort, sondern beugen auch Kollisionen vor: der Bremsassistent drosselt das Tempo, wenn vorne unverhofft ein Hindernis auftaucht, und die sogenannte Parkdistanzkontrolle unterstützt den Fahrer der 5m-Limousine beim Rangieren. Der «virtuelle Sicherheitsgürtel», der aus Sicht von Experten bis zum Jahr 2007 serienreif sein sollte, zeichnet sich hier bereits ab. Individueller Personenverkehr, aber auch Gütertransport und öffentlicher Verkehr werden durch drahtlose Vernetzung tiefgreifende Veränderungen erfahren. Eine separate Untersuchung des Zentrums für Technologiefolgen-Abschätzung befasst sich mit den Auswirkungen der sogenannten Verkehrstelematik («Auf dem Weg zur intelligenten Mobilität», TA-SWISS 45A/2003).

**Die Menge überblicken, dem Einzelnen auf der Spur bleiben**

Auch wenn die Schlange vor der Kasse im Supermarkt lang ist, hält sich die Geduldsprobe heute in Grenzen: Die Zeiten, als jeder Preis einzeln eingetippt werden musste, sind vorbei, denn die Kassiererin beschränkt sich darauf, den Strichcode mit dem Laserstrahl abzutasten. Die sogenannten Smart Labels könnten dereinst die Kassen ganz überflüssig machen: Der Kunde passiert im Kaufhaus der Zukunft eine Schranke, die mit einem Lesegerät ausgestattet ist. Dieses erkennt anhand der smarten Etiketten, welche Artikel den Regalen entnommen wurden. Die Ware braucht dazu nicht einmal mehr aus der Tasche gepackt zu werden, denn für Smart Labels ist Sichtkontakt nicht erforderlich. Über die Bankkarte wird der Kaufbetrag direkt vom Konto abgebucht.

Aufgebracht in Form von selbstklebenden Etiketten, vermögen die papierdünnen Transponder nicht nur Güter zu identifizieren, sondern auch die automatische Sortierung zu erleichtern. Dass sich Smart Labels berührungslos und ohne Sichtkontakt ablesen lassen, bietet z.B. grosse Vorteile bei der Gepäckbeförderung im Flugzeug oder bei der Postabfertigung. Auch Bibliotheken setzen bei ihren Leihsystemen zunehmend auf Smart Labels. Ihre Überlegenheit gegenüber anderen Identifikationssystemen ist offenkundig – können die smarten Etiketten doch auch Zusatzinformationen (etwa über die Zusammensetzung eines Produktes oder über Garantieleistungen) speichern.

Smart Labels lassen sich nicht nur an Produkte kleben, sondern – beispielsweise mit einem Armband – auch an einer Person anbringen: Sie vereinfachen Zugangskontrollen in der Disco, am Skilift oder in der Bahn. Dass sich die smarten Etiketten immer wieder neu mit Daten beschreiben lassen, erhöht ihre Marktchancen zusätzlich.

Wenn der Computer im Schuh Fuss fasst

Dynamisch, trendbewusst und mobil ist das Zielpublikum, dem die sogenannten Wearables auf den Leib geschnitten sind. So heissen die elektronischen Geräte, die am Körper getragen werden. Sie können z.B. in die Kleidung eingearbeitet sein. In Zusammenarbeit mit Philips hat der Jeanshersteller Levis in der Kollektion «Industrial Clothing Design» bereits Jacken entwickelt, deren Kragen mit Kopfhörer und Mikrophon ausgestattet sind.

Der Sport-BH, der den Puls misst und nützliche Daten für den Trainingsplan liefert, ist bereits auf dem Markt, und Schuhe, die mit integriertem Akku und Ortungssystem ausgestattet sind, stehen auf dem Entwicklungsplan der Industrie. Zur Zeit konzentriert sich diese noch auf Anwendungen im Freizeitbereich, zum Beispiel um Musik zu hören oder Sport zu treiben. Das Massachusetts Institute of Technology MIT setzt seinerseits auf die Entwicklung kontextsensitiver Kleidung:



Diese soll erkennen, welche Gegenstände der Träger bei sich führt, damit sie ihn warnen kann, wenn Geldbeutel oder Schlüsselbund verloren gehen.

Elektronik im Dienst der Gesundheit

In kaum einem Anwendungsbereich zeichnet sich die Zweischneidigkeit des Pervasive Computing schärfer ab als im Gesundheitswesen. Auf der einen Seite argwöhnen Gegner des «Elektrosmogs», die Gesundheit der Menschen drohe Schaden zu nehmen, wenn ihre Belastung durch die Signale des drahtlosen Datenaustausches ständig grösser werde. Auf der anderen Seite können gerade Kranke von den neuen Technikanwendungen profitieren.

Wenn das Martinshorn heult und das Blaulicht blinkt, ist jede Minute kostbar. Bereits sind die ersten Notebooks im Einsatz, die medizinische Befunde während des Rettungseinsatzes protokollieren und diese Daten per Funk ins Spital senden. Die Notfallstation empfängt die Daten, noch bevor der Rettungswagen eintrifft. Die heute verfügbaren Bandbreiten setzen dem Datenaustausch allerdings Grenzen; mit den zukünftigen Funkstandards werden auch hochauflösende Bilder übermittelt werden können, die für die medizinische Diagnose wichtig sind.

Dank miniaturisierter Computer und drahtloser Vernetzung wird es möglich, handliche Geräte zur persönlichen Gesundheitsüberwachung zu konstruieren, welche den Freiraum chronisch Kranker erheblich erweitern. Ohne dass die Patienten durch Kabel behindert würden, messen Sensoren, die am Körper getragen oder implantiert werden, kontinuierlich die lebenswichtigen Parameter – beim Infarktgefährdeten das EKG, bei der Asthmatikerin die Atemgeräusche, bei Diabeteskranken den Blutzuckerspiegel. Die lückenlosen Messreihen verbessern die Datengrundlage für die Diagnose. Verschlechtert sich der Gesundheitszustand, wird das medizinische Personal automatisch benachrichtigt. Fachleute versprechen sich von diesem «Personal Health Monitoring» beträchtliche Einsparungsmöglichkeiten, weil sich Aufenthalte in der Klinik oder die Betreuung in Pflegeheimen reduzieren lassen.

In der Chirurgie eröffnet sich ein weiteres Einsatzgebiet für die umfassende drahtlose Vernetzung. Ein winziger Schnitt genügt, um mikroskopisch kleine Operationsroboter ins Körperinnere einzuführen. Auf dem Bildschirm erscheint eine drahtlos übermittelte, vergrösserte Aufnahme des Gewebes, so dass die Eingriffe mit einer Präzision von wenigen Hundertstel Millimetern ferngesteuert werden können. Die weitere Miniaturisierung der Mikroelektronik wird schliesslich auch die Leistungsfähigkeit von Implantaten – etwa elektronischen «Sinnesprothesen» für Gehörgeschädigte oder Blinde – erheblich steigern.



Ganz frei von problematischen Nebenwirkungen dürften allerdings auch die neuen medizintechnischen Errungenschaften nicht sein. Besonders im Fall der Implantate oder anderer mikroelektronischer Komponenten, die ständig am Körper getragen werden, stellt sich die Frage, wie gut der Organismus den Fremdkörper verträgt. Eingehend überprüft werden sollte schliesslich die Wirkung von elektromagnetischen Strahlen, die in nächster Nähe von Gewebe ausgesendet werden: Die Einwirkung der Strahlung ist dann auch bei sehr niedrigen Sendeleistungen lokal hoch. Fachleute halten es gerade im Fall von Implantaten für möglich, dass langfristig der natürliche Austausch von Signalen zwischen den Zellen gestört werden könnte.

In jedem Fall wird es also darum gehen abzuklären, ob der Gewinn an Lebensqualität für die Kranken allfällige Risiken der neuartigen Behandlungsformen aufzuwiegen vermag. Kaum zu rechtfertigen ist vor diesem Hintergrund das Gedankenspiel, gesunde Menschen mit elektronischen Prothesen auszustatten, um ihre Leistungsfähigkeit zu steigern. Einige Forscher träumen von Implantaten, die den direkten Datenaustausch mit dem Gehirn ermöglichen – das Gedächtnis liesse sich dann elektronisch erweitern.

**Ein Haus, das aufs Wort gehorcht**

Rund zwei Millionen Euro liess sich Otto Beisheim, der Gründer der deutschen Handelskette Metro, seine Vision zukünftigen Wohnkomforts kosten. Im Dorf Hünenberg oberhalb des Zugersees liess er das Haus der Zukunft erbauen. Der Pilotversuch begann im Jahr 2000, als eine technikbegeisterte Familie ins futuristische Domizil einzog, um die neuartigen Applikationen im Alltag zu testen: So reagiert das hauseigene Computersystem auf die Stimme und schaltet auf den entsprechenden Befehl Lampen und andere Geräte an. Etwas Lernzeit war allerdings für die Benutzer und für die Software erforderlich: Zu Beginn kam es vor, dass das Computersystem Laute falsch interpretierte und den Pfiff aus dem Teekessel als Anweisung verstand, den Videobeamer in Betrieb zu setzen. Die Fenster schliessen sich in diesem Haus von selber, wenn es zu regnen beginnt, und selbst der solarbetriebene Rasenmäher zieht seine Runden ganz von alleine. Sogar einen Teil des Einkaufs besorgt das «Futurelife-house» eigenständig: Die Bestellung der Waren wird vom Küchencomputer eingegeben – dazu wird der Strichcode der gewünschten Artikel eingescannt – und der Grossverteiler depontiert das Gewünschte in der «Sky box», einer Art gekühltem Briefkasten. Dass die wichtigsten Funktionen des Hauses, etwa die Heizung, auch aus der Ferne gesteuert werden können, versteht sich von selbst. Im Unterschied zu anderen Pilotprojekten wie «Living tomorrow II» in Brüssel, respektiert das Hünenberger «Futurelife-house» immerhin die persönliche Privatsphäre seiner Bewohner: Es wurde zum Beispiel darauf verzichtet, ein Gerät zur Irisdiagnose in den Kosmetikspiegel zu integrieren oder im WC Analyseaggregate für den Stuhlgang einzurichten, die bei allfälligen Krankheitssymptomen sogleich Alarm schlagen. Weitere Informationen unter: www.futurelife.ch

«Eine Maschine kann die Arbeit von fünfzig gewöhnlichen Menschen leisten, aber sie kann nicht einen einzigen Aussergewöhnlichen ersetzen.»

Elbert Hubbard

Wenn Umwelt und Gesellschaft von digitalen Chips durchdrungen werden

Dank der umfassenden Vernetzung von Gegenständen lassen sich viele Prozesse wirkungsvoller abwickeln. Hier eröffnen sich Potenziale für den haushälterischen Umgang mit Ressourcen. Werden aber die Effizienzgewinne durch eine schiere Zunahme an Aktivitäten kompensiert, kann Pervasive Computing dennoch zu einem erhöhten Materialverschleiss und zu gesteigerter Hektik in unserem Alltag führen.



Wer hätte sich angesichts mühsamer Hausarbeiten nicht schon fleissige Heinzelmännchen herbei gewünscht? Bereits in naher Zukunft könnten smarte Kühlschränke, Staubsauger und Rasenmäher ihre Aufgaben selbstständig und unauffällig erledigen. Die Menschen würden von alltäglichen Routinetätigkeiten entlastet, und auch im Energiehaushalt wären dank einer optimal ausgestalteten drahtlosen Vernetzung positive Folgen zu verbuchen: Realisiert der mit der persönlichen Agenda der Hausbewohner verbundene Steuerungscomputer der Heizung, dass die Wohnung einige Tage leer bleibt, reduziert er die Zimmertemperatur. Und der Grossverteiler, der die automatisch bestellte Ware im gekühlten Kasten bei der Kundschaft abgibt und die Liefertour umsichtig plant, ersetzt zahlreiche individuelle Einkaufsfahrten.

Umweltprobleme bei der Entsorgung

Wenn wir effizienter und rascher handeln, beschleunigt sich auch unser Verbrauch: Die durch die umfassende Vernetzung vorangetriebene Beschleunigung unserer Lebensweise schlägt sich in einem rasanteren Materialdurchfluss nieder. Technische Neuerungen folgen auf dem Fuss: was gestern noch der letzte Schrei war, ist heute überholt, mit anderen Geräten nicht mehr kompatibel – oder einfach nicht mehr trendy. Zunehmend werden also auch Gegenstände entsorgt, die an sich noch funktionsfähig wären.

Mit ausgeklügelten Recycling-Systemen lassen sich die negativen Auswirkungen eines zunehmenden Materialverschleisses begegnen. Vorgezogene Entsorgungsgebühren könnten hier einen Beitrag leisten. Ausserdem könnten die Smart Labels Informationen zur Materialzusammensetzung eines Produktes aufführen und Hinweise für die sachgerechte Entsorgung geben. Allerdings wird es für die Wiederverwendung von Materialien zum Nachteil, dass immer mehr Gegenstände mit Elektronik durchsetzt sind, die sich nur durch aufwändige Verfahren heraus-trennen lässt: Leiterplatten etwa enthalten unter Umständen bis zu 400 unterschiedliche Werkstoffe. Giftige Inhaltsstoffe wie Schwermetalle können darüber hinaus bestehende Entsorgungskonzepte gefährden.

Wie viel Energie brauchen smarte Geräte?

Auch mit Blick auf die Energiebilanz ist Pervasive Computing zweischneidig. Zwar ist absehbar, dass elektronische Geräte, die ihren Energiebedarf auf die gegebenen Umstände optimal abstimmen, als Einzelne weniger Strom fressen als ihre weniger smarten Vorgängermodelle. Werden indes immer mehr Gegenstände elektronisch aufgerüstet, kann allein auf Grund dieser Mengenausweitung der Stromverbrauch zunehmen.



Die Solartechnik eröffnet dabei in vielen Bereichen eine umweltfreundliche Option. Damit Solarbatterien aber als Antriebsquellen ausreichen, muss der Energiebedarf von Wearables und anderen tragbaren Geräten noch reduziert werden. Fachleute erwarten, dass Mobiltelefone in wenigen Jahren ihren Energiebedarf mit Solarzellen werden decken können.

Nicht zu unterschätzen ist jedoch der Energiebedarf der Netzwerk-Infrastruktur – des Rückgrats der elektronischen Vernetzung. Dazu gehört auch das Internet, das weiterhin den weiträumigen Datentransport abwickeln wird. Server und andere für Netzwerke dauerbetriebene Geräte sind wahre Stromfresser. Allerdings verfügen sie über Sparpotenziale, sofern es gelingt, elektronische Schaltungen mit geringerer Verlustleistung zu entwickeln. Je nachdem, wie stark die Ausbreitung des Pervasive Computings forciert wird, rechnen Fachleute damit, dass bis zu 10% des gesamten Stromverbrauchs dereinst auf die Alimentation von Servern und sonstigen Elementen der Netzwerk-Infrastruktur entfallen könnten.

Wenn uns der Computer auf den Leib rückt

Was im Fall der herzkranken Patientin als segensreiches Hilfsmittel verwendet werden kann, das sie begleitet, zuverlässig ihren Pulsschlag überwacht und im Notfall Hilfe anfordert, wirkt im Fall des psychisch Auffälligen unter Umständen als entmündigende elektronische Fessel. Unklar ist ausserdem, ob selbst schwache Quellen elektromagnetischer Felder Auswirkungen auf die Gesundheit haben können, wenn sie über längere Zeit nahe am Körper getragen werden.

Smart Labels und andere Identifikationssysteme vermögen Gegenstände vor Diebstahl zu schützen und die Sicherheit zu erhöhen. Die gleiche Technologie kann allerdings in den Dienst eines Überwachungsstaates gestellt werden, bis hin zum implantierten Identifikations-Chip. Bewegungsprofile können mühelos erstellt werden, und es lässt sich auch nachzeichnen, wer mit wem welche Daten austauscht. Sollte sich Pervasive Computing mit seiner ganzen Stosskraft durchsetzen, würde ein weitgehender Verlust der Privatsphäre in Kauf genommen, wenn nicht geeignete rechtliche und technische Vorkehrungen getroffen werden.

Droht desorganisierte Verantwortungslosigkeit?

«Organisierte Unverantwortlichkeit» ist aus Sicht des deutschen Soziologen Ulrich Beck ein Merkmal der modernen Industriegesellschaft. Wenn nun neben den vielfältigen sozialen Akteuren – Individuen und Organisationen – auch Geräte und Apparate vermehrt ins Geschehen einzugreifen beginnen, wird die Lage kaum weniger verworren.



Denn wer trägt die Verantwortung, wenn auf Grund eines technisch bedingten Lesefehlers der smarte Kühlschrank statt zwei Packungen Lasagne deren zweitausend bestellt? Die Angestellte beim Grossverteiler, die angesichts der sonderbaren Bestellung nicht stutzig geworden ist? Der Hersteller der unzuverlässigen Software? Oder schlicht der Besitzer des doch nicht so cleveren Haushaltgerätes? Mag dieses Beispiel auch anekdotisch anmuten, sind doch dramatische Folgen des Versagens komplexer Computersysteme denkbar: Was geschieht, wenn ein Chirurg von falschen Informationen in die Irre geführt wird, die ihm sein Operationsroboter vorspiegelt? Oder wenn Autofahrer sich aus Gewohnheit auf den «virtuellen Sicherheitsgürtel» verlassen, dieser aber einmal ein Hindernis nicht erkennt?

«Ich glaube nicht, dass Computer an sich in Frage gestellt werden sollten. Es ist vielmehr die Art und Weise, wie unsere Kultur sich ihrer bemächtigt.»

Seymour Papert

Das Verursacherprinzip stösst an seine Grenzen, wenn Informatiksysteme eine Komplexität annehmen, die selbst ihre Entwickler weder durchschauen noch beherrschen. Dies ist heute bereits der Normalfall. Mit der Ausbreitung des Computers in alle Lebensbereiche werden die Konsequenzen unabsehbar. Auch sind in einer vollständig vernetzten Welt neue Formen der Computerkriminalität denkbar: Der Hacker, der sich einstweilen damit vergnügt, missliebige Homepages zu manipulieren, wird künftig möglicherweise die Badewanne in der High-Tech-Villa zum Überlaufen bringen. Überhaupt wird eine Gesellschaft, die mehr und mehr auf drahtlose Kommunikation und digitale Datenverarbeitung setzt, um Routineabläufe im Alltag zu bewältigen, für alle Formen von Cyberkriminalität wie Computerviren oder unbefugtes Umprogrammieren anfällig: Die Informationsgesellschaft ist verwundbar.

**Der Ball prallt zurück**

Im Prinzip verfügt Pervasive Computing über das Potenzial, Abläufe zu beschleunigen und effizienter zu gestalten. Durch die weitere Miniaturisierung könnte ausserdem der Verbrauch vieler Materialien gemindert werden. Beobachtungen aus der Praxis lassen allerdings befürchten, dass die Einsparungen an Zeit und Ressourcen durch die Ausweitung der konsumierten Mengen mehr als wettgemacht werden. So lässt sich der elektronische Briefverkehr (E-mail) zwar wesentlich rascher abwickeln als konventionelle, postalisch versandte Korrespondenz. Weil aber dank des schnellen elektronischen Mediums immer mehr Kontakte gepflegt werden, verbringen viele Menschen heute mehr Zeit mit E-mail als früher mit konventionellem Briefaustausch. Wird nur ein kleiner Teil der E-mails auch noch ausgedruckt, ist neben der Zeit selbst die erhoffte Einsparung von Papier und Energie nicht mehr gegeben. Fachleute sprechen hier von einem «Rebound-Effekt»: Wie ein Ball, der allzu schwungvoll gegen eine Wand geworfen wird, prallt der Zeit- und Materialverbrauch gewissermassen hinter den Ausgangspunkt zurück. Wenn effiziente elektronische Kommunikationsmittel zu zahlreicheren und intensiveren Beziehungen führen, wenn das gestiegene Freizeitbudget für mehr und weitere Ausflüge genutzt wird, wenn miniaturisierte elektronische Geräte in immer grösseren Mengen zum Einsatz kommen, wird unter dem Strich weder Zeit, noch Energie, noch Material eingespart – im Gegenteil.

Für Gesundheit und Umwelt sorgen

Noch ist Pervasive Computing vorwiegend Zukunftsmusik. Die Infrastruktur befindet sich im Aufbau, die meisten Anwendungen sind noch nicht marktreif. Gestaltungsspielräume stehen offen, die es zu nutzen gilt. In welcher Form sich die umfassende drahtlose Vernetzung schliesslich durchsetzen wird, steht zur Zeit noch nicht fest.

Wenn sich neue Möglichkeiten am technologischen Horizont abzeichnen, ist der Zeitpunkt gekommen, um den Gestaltungsspielraum zu nutzen. Nur so lassen sich die positiven Potenziale einer neuen Technik ausschöpfen und ihre negativen Auswirkungen begrenzen (vgl. Kasten Vorsorgeprinzip).

Den Umgang mit der digitalen Vernetzung lernen

In der Schulausbildung sollte der selbstbewusste und kritische Umgang mit einer digitalisierten und vernetzten Umwelt vermittelt werden. Heranwachsende sollten besonders auf die Manipulierbarkeit digitaler Inhalte hingewiesen werden und lernen, deren Vertrauenswürdigkeit einzuschätzen. An den Hochschulen wird es darum gehen, sich mit den Auswirkungen der umfassenden



den Vernetzung auf die Gesellschaft auseinander zu setzen und die Studierenden für das Gestaltungspotenzial der neuen Technologien zu sensibilisieren.

Transparenz herstellen und Risiken klären

Pervasive Computing darf nicht zu einem weiteren Anstieg des Energieverbrauchs führen. Eine Gegenmassnahme könnte darin bestehen, für Elektronikgeräte, die dauernd am Stromnetz angeschlossen sind, eine Energieetikette einzuführen. Für Haushaltsgeräte wie Kühlschrank, Waschmaschine oder Geschirrspüler sind Energieetiketten gemäss EU-Richtlinien seit Januar 2002 auch in der Schweiz Pflicht (s. auch unter: www.energieetikette.ch). Sie zielen darauf ab, die Kundschaft mit den erforderlichen Informationen zu bedienen, damit sich diese beim Kauf eines Gerätes für die energieschonendste Variante entscheiden kann. Für Geräte der Informations- und Kommunikationstechnologie wären entsprechende Etiketten zu konzipieren.

Ferner müssten die Hersteller oder allenfalls Importeure elektronisch ausgerüsteter Gegenstände verpflichtet werden, die genauen technischen Daten ihrer Produkte aufzuführen. Insbesondere Angaben zur Sendeleistung und Strahlungseinwirkung bei Normalgebrauch müssten detailliert aufgeschlüsselt werden – etwa, in welchem Betriebszustand mit welcher Leistung gesendet wird. Die Benutzenden sollen selbst entscheiden können, wie weit sie sich nicht-ionisierender Strahlung aussetzen. Die Strahlungseinwirkung von nahe am Körper benutzten Sendern ist am höchsten. Dass der Einzelne darüber hinaus anderen Strahlungsquellen ausgesetzt ist, lässt sich – ähnlich wie beim Passivrauchen – nur durch übergeordnete Massnahmen regulieren.

Dem Vorsorgeprinzip verpflichtet

Allzu oft werden erst dann Massnahmen getroffen, wenn ein Schaden bereits eingetreten ist oder absehbare Gefahr droht. Das Vorsorgeprinzip greift früher – nämlich bereits zu einem Zeitpunkt, wo noch keine akute Gefährdung gegeben ist. Es zielt darauf ab, auch solche Risiken zu minimieren, über die noch grosse Unsicherheit besteht. Mit Blick auf die Informationsgesellschaft erfordert das Vorsorgeprinzip, eine irreversible Ausbreitung von Technologien zu verhindern, die möglicherweise grossen Schaden anrichten. Damit dient es auch dazu, Freiräume für künftige Entwicklungen zu erhalten. Dies ist zugleich ein grundlegendes Element einer nachhaltigen Entwicklung, die Solidarität mit zukünftigen Generationen fordert.

Autonomie und Wahlfreiheit schützen

An der Gestaltung der zukünftigen Anwendungen von Pervasive Computing sollen möglichst alle gesellschaftlichen Gruppen mitwirken. Aufgabe der Politik wird es sein, Verhaltensweisen zu fördern, die den Anliegen der Allgemeinheit entgegen kommen und Minderheiten schützen. Der



Gebrauch smarterer Gegenstände sollte grundsätzlich freiwillig bleiben und dem Einzelnen nicht aufgezwungen werden.

Absehbarer Handlungsbedarf besteht beim Haftpflichtrecht. Pervasive Computing wird die Zusammenhänge zwischen einer Handlung und deren Folgen mehr und mehr verschleiern: Die Ursache von «Pannen» werden schwerer zu ermitteln sein; denn sie kann beim Hersteller eines Gerätes, bei dessen Benutzer oder bei der Programmiererin der Software, den Betreibern der Basisinfrastruktur oder gar bei den staatlichen Normungs-Instanzen liegen.

Auch im Datenschutz dürfte der Gesetzgeber gefordert sein. Smarte Gegenstände können Daten über den Aufenthaltsort und die Transaktionen ihrer Benutzer sammeln und weitergeben. Der in Artikel 4 des Datenschutzgesetzes festgehaltene Grundsatz, wonach Personendaten nur zu dem Zweck bearbeitet werden dürfen, der bei der Beschaffung angegeben wurde, dürfte zu Schwierigkeiten führen, wenn es darum geht, den jeweiligen Zweck abzugrenzen und zu benennen. Mit PubliForen, Runden Tischen und anderen Mitwirkungsverfahren könnte dafür Sorge getragen werden, dass die breite Öffentlichkeit bei der Gestaltung künftiger digitaler Netze nicht ausgeschlossen bleibt.

Schliesslich wäre dafür zu sorgen, dass sich die Menschen der totalen Vernetzung nach Bedarf entziehen können. Zumindest sensible Areale – etwa rund um Spitäler, Kindergärten oder Kultureinrichtungen – könnten als Zonen mit eingeschränktem Elektronikgebrauch ausgewiesen werden, wie dies heute aus Sicherheitsgründen im Flugzeug schon der Fall ist. Solche Zonen würden zugleich darüber aufklären, dass die allgegenwärtige Präsenz von Elektronik keineswegs dem Geschmack eines jeden entspricht, und damit zu einer Kultur der gegenseitigen Rücksichtnahme beim Gebrauch elektronischer Geräte anhalten.

«Die Möglichkeiten zur Kontrolle von Individuen und zur Beschränkung individueller Freiheiten zu ignorieren, die durch die Technologie eröffnet werden, ist genau so naiv, wie nur auf deren Nachteile zu fokussieren.»

Michael Lyons

TA-SWISS – Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung, Bern, 2003

Die Studien des Zentrums für Technologiefolgen-Abschätzung TA-SWISS sollen möglichst sachliche, unabhängige und breit abgestützte Informationen zu den Chancen und Risiken neuer Technologien vermitteln. Deshalb werden sie in Absprache mit themenspezifisch zusammengesetzten Expertengruppen erarbeitet. Durch die Fachkompetenz ihrer



Mitglieder decken diese so genannten **Begleitgruppen** eine breite Palette von Aspekten der untersuchten Thematik ab.

Diese Kurzfassung beruht auf der TA-SWISS Studie «Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft. Auswirkungen des Pervasive Computing auf Gesundheit und Umwelt». **Redaktion Kurzfassung:** Dr. Lucienne Rey, Bern und Erfurt.

Der TA-SWISS Bericht wurde von folgenden **Autorinnen und Autoren** verfasst: Prof. Dr. Lorenz M. Hilty, Projektleiter; Andreas Köhler; Claudia Som; Dr. Arend Brunink, alle EMPA, St. Gallen; Siegfried Behrendt; Lorenz Erdmann; Felix Würtenberger, alle Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin; Prof. Dr. Mathias Binswanger, Fachhochschule Solothurn Nordwestschweiz, Olten; Prof. Dr. Niels Kuster; Dr. Jürg Fröhlich, Foundation for Research on Information Technologies in Society, Zürich.

Betreuung des TA-SWISS Berichtes: Dr. Danielle Bütschi, Centre d'évaluation des choix technologiques, Genève

Die TA-SWISS Studie wurde unterstützt durch: Bundesamt für Gesundheit BAG, Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bern und, Bundesamt für Kommunikation BAKOM, Biel.

Der vollständige Bericht kann kostenlos bezogen werden beim:

Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung

Birkenweg 61, CH-3003 Bern

Tel. +41 (0) 31 322 99 63 / Fax +41 (0) 31 323 36 59

E-Mail ta@swtr.admin.ch / Internet www.ta-swiss.ch / www.publiforum.ch

ISBN 3-908174-07-4

TA-SWISS - Das Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung

Neue Technologien bieten oftmals entscheidende Verbesserungen für die Lebensqualität. Zugleich bergen sie mitunter aber auch neuartige Risiken, deren Folgen sich nicht immer von vornherein absehen lassen. Das Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung untersucht die **Chancen und Risiken** neuer technologischer Entwicklungen in den Bereichen «Biotechnologie und Medizin», Informationsgesellschaft» und «Mobile Gesellschaft». Seine **Studien** richten sich sowohl an die Entscheidungstragenden in Politik und Wirtschaft als auch an die breite Öffentlichkeit. Ausserdem fördert TA-SWISS den Informations- und Meinungsaustausch zwischen Fachleuten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und der breiten Bevölkerung durch **Mitwirkungsverfahren** (zum Beispiel PubliForen und publifocus). Das Zentrum für Technologiefolgen-



Abschätzung ist dem Schweizerischen Wissenschafts und Technologierat angegliedert. Der SWTR berät den Bundesrat in wissenschafts- und technologiepolitischen Belangen.