

Symposium zum Abschluss des Ladenburger Kollegs
„Leben in einer smarten Umgebung – Auswirkungen des Ubiquitous Computing“
am 21.–22. März 2005 in der ETH Zürich

Der Computer im 21. Jahrhundert

Die Informatisierung des Alltags

Perspektiven, Technologien, Wirkungen

Wissenschaftliche Leitung:

Prof. Dr. Friedemann Mattern, ETH Zürich, Institut für Pervasive Computing

Statements zu den Vorträgen

<i>Diethard Schade</i>	Interdisziplinäre Expedition in smartes Neuland	2
<i>Alois Ferscha</i>	Interaktion im Kontext: Dinge werden einander gewahr	4
<i>Gerhard Tröster</i>	Kleidsamer Gesundheitsassistent – Computer am Körper, im Körper	6
<i>Kurt Rothermel</i>	Sensornetze – Fenster zur Realwelt	8
<i>Michael Beigl</i>	Prozessoren in Prozessen: Hardware und Dienste	10
<i>Dirk Timmermann</i>	für allgegenwärtiges Rechnen	
<i>Friedemann Mattern</i>	Die Vision vom allgegenwärtigen Computer – wunderbare Zukunft oder märchenhafte Illusion?	12
<i>Elgar Fleisch</i>	Ubiquitous Computing: Betriebswirtschaftliche Anwendungen und deren Auswirkungen	14
<i>Peter Welzel</i>	Unternehmen und Märkte in einer Welt allgegenwärtiger Computer	16
<i>Rolf Pfeifer</i>	Intelligente Roboter: Das Zusammenspiel von Körper, Geist und Umwelt	18
<i>Albrecht Schmidt</i>	Symbiose von Mensch und Information – Interaktion mit unsichtbaren Computern	20
<i>Norbert A. Streitz</i>	Interaktion in smarten Erlebniswelten	22
<i>Lorenz M. Hilty</i>	Risiken und Nebenwirkungen der Informatisierung des Alltags	24
<i>Günter Müller</i>	Sicherheit im Ubiquitous Computing – Schutz durch Gebote?	26
<i>Marc Langheinrich</i>	Gibt es in einer total informatisierten Welt noch eine Privatsphäre?	28
<i>Alexander Roßnagel</i>	Datenschutz in einem informatisierten Alltag	30
<i>Vlad Coroama</i>	Wohin verschwindet der Computer? –	32
<i>Matthias Handy</i>	Ein kontroverser Wortwechsel	
<i>Günter Müller</i>	Podiumsdiskussion: RFID im Supermarkt – Rückkehr des Tante-Emma-Ladens?	34

Dr.-Ing. Diethard Schade

Mitglied des Vorstands der Gottlieb Daimler- und Karl Benz-Stiftung, Ladenburg

Interdisziplinäre Expedition in smartes Neuland



Diethard Schade (geb. 1936) studierte Physik an der Technischen Hochschule Darmstadt, an der er 1967 promovierte. Anschließend war er auf verschiedenen Gebieten in Forschung, Verwaltung und Industrie tätig. Von 1978–1992 leitete er in der Aufbauphase den Forschungsbereich „Technik und Gesellschaft“ der Daimler-Benz AG in Berlin. Danach leitete er bis 2002 in der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg den Bereich „Technik, Funktionalität, Lebensqualität“. Bis 1999 war er Sprecher des Vorstands der Akademie. In der VDI-Hauptgruppe „Der Ingenieur in Beruf und Gesellschaft“ war er zwischen 1991 und 1997 Vorsitzender des Bereichs „Technikbewertung“. Seit Gründung der Gottlieb Daimler- und Karl Benz-Stiftung im Jahr 1986 ist Diethard Schade Mitglied des Vorstands.

Welche Veränderungen die neue Technik der allgegenwärtigen Computer – des „Ubiquitous Computing“ – bewirken kann, ist noch nicht abzusehen. Sie legen aber die Vermutung nahe, dass sie das Verhältnis zwischen Mensch und Technik fundamental verschieben werden. Die mittels Chips und Sensoren zu selbstständigen Aktionen befähigten Alltagsgegenstände sind Ausdruck einer Emanzipation der Technik vom Menschen, lösen sich scheinbar in der Umwelt auf und bilden autonom Netze zwischen den Dingen. Ubiquitous Computing bewirkt somit ein Verschwinden der Grenze zwischen realer und virtueller Welt und schafft neue Umwelten und Umgebungen.

Die Gottlieb Daimler- und Karl Benz-Stiftung fördert interdisziplinäre Wissenschaft und Forschung zur Klärung der Wechselbeziehungen zwischen Mensch, Umwelt und Technik. Der Vorschlag von Professor Friedemann Mattern, gemeinsam ein Forschungsprojekt zum Thema „Ubiquitous Computing“ aufzubauen, stieß daher beim Vorstand der Stiftung auf offene Ohren. Ziel des interdisziplinären Forschungsverbundes war es, technische Projekte mit Untersuchungen über mögliche Auswirkungen des Ubiquitous Computing auf Wirtschaft, Gesellschaft und den Datenschutz zu verbinden.

Im Zentrum des 2002 gebildeten Ladenburger Kollegs „Leben in einer smarten Umgebung – Auswirkungen des Ubiquitous Computing“ stand das Datenschutz-Projekt von Professor Alexander Roßnagel. Gemeinsam mit den Entwicklungsprojekten der Informatiker untersuchte es die

Gefahren für die informationelle Selbstbestimmung, wie sie das deutsche Bundesverfassungsgericht 1983 definiert hat. Gleichzeitig lotete das Projekt – wiederum gemeinsam mit den Informatikern – aus, welche technische Vorkehrungen getroffen werden sollten, um den Ansprüchen des Datenschutz weiterhin Genüge zu leisten.

In den technischen Projekten wurden darüber hinaus Szenarien informatisierter Welten entwickelt, wie etwa beim Einkauf, Reisen oder im Gesundheitswesen. Prototypische Entwicklungen eines smarten Apothekenschanks oder völlig neuer Orientierungshilfen für Blinde untersuchten beispielhaft das Potenzial der neuen Technik.

Auf dem Symposium „Die Informatisierung des Alltags“ zum Abschluss des Kollegs, stellen Projektleiter und Mitarbeiter des Kollegs ihre Ergebnisse vor und diskutieren sie mit Wissenschaftlern und Experten der Praxis. Die Stiftung dankt der ETH Zürich, dass sie das Symposium in das wissenschaftliche Programm zur Feier ihres 150jährigen Jubiläums aufgenommen hat.

Univ.Prof. Dr. Alois Ferscha
 Johannes Kepler Universität Linz, Institut für Pervasive Computing

Interaktion im Kontext: Dinge werden einander gewahr.



Alois Ferscha leitet das Institut für Pervasive Computing und den Forschungsschwerpunkt „Pervasive Computing“, an dem alle Informatikinstitute der Universität Linz beteiligt sind, sowie die Initiative „Wireless Campus“ an der Universität Linz. Seine Forschungstätigkeit im Bereich der vernetzten eingebetteten Systeme umfasst „context computing“, Koordinationsmodelle, Multisensornetzwerke und Spontaninteraktion. Er beschäftigt sich mit Informationstechnologien, die mit alltäglichen Umgebungen verschmelzen (Smart Spaces), in Gebrauchsgegenstände unsichtbar integriert sind (Smart Things) bzw.

Lebensräume realisieren, die intelligent auf die Anwesenheit von Menschen reagieren. Zu den von der Arbeitsgruppe entwickelten Technologiedemonstratoren zählen sowohl Smart Things wie z. B. Echtzeit-SMS-Notifikation vom Laufschuh (Wienmarathon, Berlinmarathon), die „virtuelle Tafelkreide“, die Mehrbenutzerinteraktion auf „Virtuellen Walls“, Ad-hoc Interaktion auf Basis einer „Digitalen Aura“ („Smart Shopwindow“), eingebettete Interaktion in Form von „Tangible Interfaces“, bzw. Smart Spaces wie z. B. Team-Awareness in WLANs („Wireless Campus Space“, „MobiLearn“) oder Embedded Webservices („Internetkoffer“).

Die Epoche des „Allzweckcomputers“ steht vor der Ablöse: An die Stelle universell einsetzbarer Computer (bisher PCs) treten vermehrt aufgabenspezifische, miniaturisierte bzw. kaum sichtbare, d.h. in die Infrastruktur eingebettete Computer. Das „Personal Computing“ wird zum „Pervasive Computing“ (engl. für durchdringend) – „Der Computer“ ist nicht ein Gerät, sondern die Summe aller vernetzten Gebrauchsgegenstände, Fahrzeuge, Arbeits- und Wohnräume, Möbel, unsere Kleidung, ja selbst die Natur. Alle seine Funktionen dringen in Artefakte und Räume ein, und bilden so eine nicht mehr sichtbare Hintergrundintelligenz.

Kleinste versteckte Sensoren nehmen ihre Umgebung wahr, kleinste versteckte Aktuatoren steuern Systeme. Die Informationstechnologie „durchdringt“ alles und wird dadurch „allgegenwärtig“: Sogenannte „Smart Things“ vernetzen sich spontan von selbst und kommunizieren drahtlos miteinander – Arbeits- und Wohnräume werden zu „Smart Rooms“, die intelligent auf die Gewohnheiten, Absichten und sogar Emotionen des Menschen reagieren. In „Smart Clothes“ gekleidet und in seinen Lebensfunktionen durch „Smart Implants“ unterstützt spaziert der

Mensch an „Smart Shopwindows“ vorbei und erlebt am „Smart Ski“ eine durch Sensor- Aktuatornetzwerke geschützte „Smart Nature“.

Der Ausdruck „Ubiquitous Computing“ (engl. für allgegenwärtig) gilt als der historisch erste Begriff, welcher einen Paradigmenwechsel in der Gestaltung von Computersystemen und deren Benutzbarkeit fordert: „Ubiquitous computing has its goal in the enhancing of computer use by making many computers available throughout the physical environment, but making them effectively invisible to the user“. (Mark Weiser, 1993)
Treffender vermittelt der Begriff „Pervasive Computing“ den zugrundeliegenden Leitgrundsatz: auf die Funktion reduzierte, vom Gerät entkoppelte, intelligente Informationstechnologie, die omnipräsent ist, aber als Technologie nicht mehr erkennbar ist. Sie bildet eine unterstützende Hintergrundassistenten, die proaktiv und weitgehend autonom agiert.

Das Informationszeitalter hat eine neue Epoche: „Pervasive Computing“

Der erste Siebenmeilenschritt in dieser Epoche, „die Vernetzung aller Dinge“ (Connectedness), ist heute aus technologischer Sicht bereits sehr weit gekommen: Nahezu alles kann heute mit allem, jederzeit und ununterbrochen, drahtlos und ohne Sichtverbindung kommunizieren. Ein globales, alles umspannendes Datennetz (Internet) sichert dabei den Weitverkehrstransport, miniaturisierte Funktechnologie den „letzten Zentimeter“.

Die Frage, ob die Dinge trotz dieser „Datenaustauschmöglichkeiten“ in einer total vernetzten Welt einander auch wirklich gewahr werden können, also den Bedeutungszusammenhang („Kontext“) ihres Daseins oder Aufeinandertreffens selbst erkennen und danach handeln können, bleibt die Herausforderung des zweiten Siebenmeilenschritts dieser Epoche („Awareness“). Er wird von der Herausforderung technischer Lösungen für eine gegenseitige „Wahrnehmung“ zwischen Menschen und Dingen (mit eingebettetem Computer) bzw. von vernetzten Dingen untereinander geprägt sein.

Selbst unter der Annahme zufriedenstellender Awarenesslösungen bleibt letztlich aber dennoch die Frage: Werden diese Dinge trotz wechselseitiger Wahrnehmung einen „intelligenten“ Umgang miteinander haben? Technische Lösungen zur Implementierung von „Smartness“ – dem unsichtbaren, unaufdringlichen, kooperativen, planbasierten Handeln vernetzter Dinge im Hintergrund – stellen die dritte epochale Herausforderung im neuen Informationszeitalter dar.

Prof. Dr. Gerhard Tröster
ETH Zürich, Wearable Computing Lab

Kleidsamer Gesundheitsassistent – Computer am Körper, im Körper



Gerhard Tröster (geb. 1953) leitet als ordentlicher Professor für Elektronik seit August 1993 das Fachgebiet «Digitale Systeme» am Institut für Elektronik der ETH Zürich. Nach dem Studium der Elektrotechnik in Darmstadt und Karlsruhe promovierte er 1984 an der Technischen Universität Darmstadt über den Entwurf integrierter Schaltungen. Die Forschungstätigkeit an der ETH ist ausgerichtet auf die Schwerpunkte: Miniaturisierung mobiler Systeme, Multichipmodule, ‚Smart Textiles‘, ‚Personal Healthcare‘ und ‚Wearable Computing‘. Das von ihm gegründete ‚Wearable Computing Lab‘ an der ETH (www.wearable.ethz.ch) sucht

Lösungen für zukünftige anziehbare und kleidsame Computersysteme. Eingebunden in die derzeit grössten EU-Forschungsprojekte auf dem Gebiet ‚Wearable Computing‘ MyHeart und WearIT pflegt das ‚ETH Wearable Lab‘ Kontakte zu vielen Forschungslabors in Europa und Übersee.

Was kommt uns näher als unsere Kleidung, die immer bei uns ist, allen unseren Bewegungen folgt und hautnah dasselbe erlebt wie wir? Kleidung schützt uns und bietet uns eine Plattform zur Selbstdarstellung. Können wir diese Funktionalitäten erweitern und Kleidung so sensibilisieren, dass sie uns, unser Verhalten und auch unsere Gesundheit beobachtet, dass sie uns als ein sehr persönlicher Assistent tagtäglich begleitet und hilft, unseren eigenen Gesundheitszustand einzuschätzen und sogar Hinweise gibt, ihn zu verbessern? Wie könnte ein solcher Assistent aussehen?

Übergewicht, Bewegungsmangel, Rauchen und Stress sind dominante Risikofaktoren für Herz-Kreislaufkrankungen. ‚Intelligente‘ Fasern, Sensoren in der Kleidung oder direkt in unserem Körper, untereinander durch ein Netzwerk verbunden, messen kontinuierlich Vitalparameter wie EKG, Temperatur und Blutdruck; die Verknüpfung dieser Vitalparameter mit unserem Umfeld wie persönliche Aktivitäten, Ernährung, Stress, Erholung und Formen der sozialen Interaktion zeichnen ein aktuelles Bild unseres physiologischen Zustands. Zuhause werden die Daten auf unseren Computer überspielt und für uns in einem Gesundheitsindikator, dem ‚Life Balance Factor‘ LBF zusammengefasst. Sollte sich der LBF in den ‚roten‘ Bereich bewegen, empfiehlt der Gesundheitsassistent einen Besuch bei unserem Hausarzt.

Ein persönlicher Rückenmanager in Form eines Sensorhemdes erkennt Fehlhaltungen und einseitige Belastungen unseres Rückens – beispielsweise beim Sitzen vor dem Bildschirm – und warnt, bevor Komplikationen wie etwa ein Hexenschuss eintreten.

Viele ältere Mitbürger wollen möglichst lange sich selbst versorgend in ihrer gewohnten Umgebung verbleiben. Der persönliche Gesundheitsassistent als Teil ihrer Kleidung könnte ihrer Lebensqualität dienen, wenn er neben der Kontrolle ihres Gesundheitszustandes die Einnahme von Medikamenten und Getränken empfiehlt, ein Bewegungsprogramm offeriert, und es nahestehenden Verwandten ermöglicht, Kontakt aufzunehmen: Also, Arzt, Krankenpfleger, Trainer, Physiotherapeut und Kommunikationspartner in einem.

Prof. Dr. Kurt Rothermel

Universität Stuttgart, Institut für Parallele und Verteilte Höchstleistungsrechner IPVS

Sensornetze – Fenster zur Realwelt



Kurt Rothermel wurde im Jahre 1985 an der Universität Stuttgart zum Dr. rer. nat. im Fach Informatik promoviert. In seiner Dissertation hat er sich mit verteilten Transaktionssystemen befasst. Seit 1991 hat Kurt Rothermel eine Professur im Fach Informatik an der Universität Stuttgart inne und leitet das Institut für Parallele und Verteilte Systeme. Seine Forschungsinteressen liegen auf dem Gebiet der Verteilten Systeme und Rechnerkommunikation. Er hat in diesem Themengebiet mehr als 150 wissenschaftliche Artikel publiziert und ist Herausgeber mehrerer wissenschaftlicher Zeitschriften. Seit Januar 2003 ist er Sprecher

des DFG Sonderforschungsbereichs 627 „Digitale Weltmodelle für mobile kontextbezogene Systeme“, eines größeren interdisziplinären Forschungsverbunds an der Universität Stuttgart.

Geologische Abläufe, wie die Bewegungen eines Gletschers oder Veränderungen der Wassereigenschaften in den Ozeanen, können immer präziser und unaufdringlich beobachtet und ausgewertet werden. Voraussetzung hierfür sind die zunehmende Miniaturisierung von Mikroprozessoren und Sensoren, sowie die technischen Fortschritte bei der Entwicklung von drahtlosen Kommunikationstechnologien.

Dazu werden Netze von kleinsten Rechnern mit Sensoren, so genannten Sensorknoten, ausgebracht. Diese sind darauf programmiert, Beobachtungsaufgaben für die entsprechenden Anwendungen durchzuführen. Hierbei beobachtet jeder einzelne Sensorknoten in der Regel nur einen kleinen Ausschnitt eines relevanten Bereichs. Diese Teilbeobachtungen der einzelnen Knoten müssen deshalb im Sensornetz ausgetauscht, ergänzt und zu einem Gesamtbild für den Anwender zusammengefasst werden. Die dabei angestrebten Anwendungsbereiche sind vielseitig und die vorgestellten Prototypen erscheinen viel versprechend. In der Agrartechnik werden mit der Hilfe von Sensornetzen die Wachstumsbedingungen von Pflanzen überwacht, um die Erträge so zu steigern. Auch im militärischen Bereich wird die Einsetzbarkeit von Sensornetzen untersucht, um beispielsweise Position, Fahrtrichtung und den Typ von Fahrzeugen in einem Gebiet zu erfassen.

Die wissenschaftlichen Herausforderungen der Sensornetze sind überaus vielfältig. Da in vielen Fällen die einzelnen Sensorknoten mit Batterien betrieben werden, ist einer der wichtigsten Ansätze für eine lange Laufzeit

des Netzes der energieeffiziente Entwurf der einzelnen Systeme, sowohl bezüglich des Rechnens als auch für die Kommunikation miteinander. Dabei geht es nicht nur darum, stromsparende Mikroprozessoren zu entwickeln, sondern auch, diese auf gezielte Art und Weise abzuschalten, wenn sie gerade nicht gebraucht werden. Zusätzlich wird daran gearbeitet, die Kommunikation zwischen den Sensorknoten zu optimieren und zu minimieren, da auch das Senden und Empfangen von Daten viel Energie verbraucht und die Übertragungsgeschwindigkeit zwischen Sensorknoten sehr viel geringer ist als beispielsweise bei einem „Internet-Anschluss für zu Hause“.

Bei vielen Anwendungen von Sensornetzen werden des Weiteren verwertbare Informationen aus vielen verschiedenen Messwerten gewonnen. Deshalb müssen für viele Anwendungen Verfahren entwickelt werden, die solche „Rohdaten“ energieeffizient zu Informationen weiterverarbeiten, verdichten und speichern. Dabei spielt nicht zuletzt auch die korrekte zeitliche Ordnung der Messwerte eine Rolle, um so beispielsweise anhand von Beschleunigungs- und Temperaturwerten im Wasser plötzliche Strömungsänderungen zu erfassen und zu melden.

Dr. Michael Beigl

*Universität Karlsruhe, Institute for Telematics Telecooperation Office
und*

Prof. Dr. Dirk Timmermann

Universität Rostock, Institut für Angewandte Mikroelektronik und Datentechnik

Prozessoren in Prozessen: Hardware und Dienste für allgegenwärtiges Rechnen



Michael Beigl schloss sein Studium 1995 an der Universität Karlsruhe als Diplom-Informatiker ab und begann seine Tätigkeit am Telecooperation Office (TecO) der Universität Karlsruhe. Nach der Promotion im Jahr 2000 übernahm er die Leitung des TecO. Seine Forschungsinteressen konzentrieren sich auf Fragen der Kommunikation, Einbettung von Sensor- und Computertechnologie in Gegenstände des Alltags, Kontextsensitivität und Mensch-Maschine-Dialog im Ubiquitous Computing.



Dirk Timmermann promovierte 1990 zum Dr.-Ing. an der Uni Duisburg 1990 und war mehrere Jahre am dortigen Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Systeme tätig. 1993 erhielt er einen Ruf auf eine Professur für Datentechnik an der Uni-GHS Paderborn. Seit 1994 hat er eine Professur an der Universität Rostock inne und leitet das Institut für Angewandte Mikroelektronik und Datentechnik. Seine Forschungsinteressen sind Low Power, Sensornetze, Algorithmen und Architekturen der Kommunikationstechnik

Aktuelle Tendenzen der Hardware bilden das Fundament von Basistechnologien und neuartigen Anwendungen des Ubiquitous Computing. Moore's Gesetz von der Verdopplung der Transistordichte auf Mikrochips lässt sich – abgesehen von der Energiedichte von Energiequellen wie zum Beispiel Batterien – auf viele andere Leistungsparameter technischer Systeme ausweiten. Dieser Trend führt – zusammen mit der Entwicklung neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren – zu immer kleineren und leistungsfähigeren Prozessoren, Sensoren, Aktoren und Kommunikationseinrichtungen und

damit, als Verbund der Einzelkomponenten, zu miniaturisierten drahtlosen Sensorknoten.

Neue selbstorganisierende Ansätze in der Softwaretechnik erlauben es, eine Vielzahl dieser Sensorknoten zu lokalisieren, zu vernetzen und kooperativ zur Bewältigung von Überwachungs- und Steuerungsaufgaben einzusetzen. Ein derartiges Sensornetz soll dazu dienen, Phänomene der realen Welt besser zu erfassen, auszuwerten und zu deuten – anders ausgedrückt: Prozessoren in Prozesse „einzuweben“ (Marc Weiser). Spezialisierte Dienste, wie zum Beispiel verteilte Datenfusionsalgorithmen oder ressourcenschonende Kommunikationsmodelle, helfen dabei, gewünschte Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort in der richtigen Form bereitzustellen.

Drahtlos Sensornetze ermöglichen durch ihre spezifischen Eigenschaften eine Vielzahl neuartiger Anwendungen. Das Spektrum möglicher Applikationen reicht dabei von der Optimierung wirtschaftlicher Prozesse über eine Unterstützung bei Katastrophenprävention und Katastrophenmanagement bis hin zur Erhöhung der Lebensqualität für den Menschen.

*Prof. Dr. Friedemann Mattern
ETH Zürich, Institut für Pervasive Computing*

Die Vision vom allgegenwärtigen Computer – wunderbare Zukunft oder märchenhafte Illusion?



Friedemann Mattern ist seit 1999 an der ETH Zürich tätig und leitet dort das von ihm mitgegründete Institut für Pervasive Computing. Er studierte Informatik in Bonn und promovierte 1989 an der Universität Kaiserslautern; vor seinem Wechsel nach Zürich hatte er Professuren an der Universität des Saarlandes sowie an der Technischen Universität Darmstadt inne. Mattern ist an einer großen Zahl von Forschungsprojekten und Industriekooperationen beteiligt. Er koordiniert das Ladenburger Kolleg „Leben in einer smarten Umgebung“ und ist Mitbegründer des M-Lab Kompetenzzentrums, das in Zusammenarbeit mit der Industrie die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen des Ubiquitous Computing erforscht. Mattern ist im Technologiebeirat namhafter Konzerne vertreten, Mitglied mehrerer wissenschaftlicher Akademien sowie Herausgeber verschiedener Fachzeitschriften und Buchreihen.

erforscht. Mattern ist im Technologiebeirat namhafter Konzerne vertreten, Mitglied mehrerer wissenschaftlicher Akademien sowie Herausgeber verschiedener Fachzeitschriften und Buchreihen.

Der Trend zum „Internet der Dinge“

Der stete Fortschritt der Mikroelektronik, Kommunikationstechnik und Informationstechnologie hält weiter an. Damit rückt auch die Vision einer umfassenden „Informatisierung“ und Vernetzung der Welt und ihrer vielen Gegenstände immer näher. Funketiketten auf RFID-Basis, multimediafähige Handys und Chips in Kreditkarten und Ausweispapieren sind dabei nur die ersten Vorboten des kommenden Zeitalters des Ubiquitous Computing: Mikroprozessoren und ganze Computer werden immer leistungsfähiger, kleiner und preiswerter; bald lassen sich auch über Funk miteinander kommunizierende Sensoren, die ihre Umgebung erfassen, sehr billig in miniaturisierter Form herstellen und millionenfach in die Umwelt einbringen oder unsichtbar in Gegenstände einbauen.

Zusammen mit neuen Technologien zur Ortsbestimmung bekommen so gewöhnliche Dinge eine noch nie da gewesene Qualität – diese können dann wissen, wo sie sich gerade befinden, welche anderen Gegenstände oder Personen in der Nähe sind und was in der Vergangenheit mit ihnen geschah. Aus ihrem Kontext können sie vielleicht sogar einfache Schlüsse über die Situation, in der sie sich befinden, ableiten. Langfristig entsteht so

ein „Internet der Dinge“, das gewaltige Auswirkungen auf viele Wirtschaftsprozesse und Lebensbereiche haben dürfte.

Die Vision vom allgegenwärtigen Computer — wunderbare Zukunft oder märchenhafte Illusion?

Alte Märchen handelten von fliegenden Teppichen und magischen Spiegeln, stattdessen nutzen wir heute Flugzeuge und Fernseher. Verlieren bald auch smarte Alltagsdinge und andere phantastische Verheißungen des Ubiquitous Computing ihren Zauber und werden Wirklichkeit? Und was dürfen wir überhaupt von einer Zukunft allgegenwärtiger und gleichzeitig verschwindender Computer erwarten?

Mit Vorhersagen ist es bekanntlich so eine Sache. Vor 100 Jahren wagte man einen Blick in unsere Zeit und prognostizierte etwas Wunderbares: das Mobiltelefon. Damit würden dann nicht nur Kanzler und Monarchen ihre Geschäfte aus der Ferne erledigen können, sondern mit ihm würde die Glückszeit der Liebe eintreten – denn forthin wüssten die Paare stets, was der andere gerade macht!

Prognosen von heute verheißen auch vielfach Phantastisches durch technischen Fortschritt, ohne dass die sozialen, kulturellen und wirtschaftlichen Folgen tatsächlich abzusehen sind. Es dürfte wohl kaum der Milch einkaufende Kühlschrank sein, der die Welt verändert. Welche generellen Konsequenzen könnten aber Alltagsdinge haben, die aufmerksam sind, ein Gedächtnis bekommen und miteinander kooperieren? Wird die Welt gerechter, weil Dienstleistungen viel genauer abgerechnet werden können? Werden Sensornetze Pflegebedürftigen Schutz geben? Werden wir alles Verlorene wiederfinden, weil die Dinge wissen, wo sie sind? Haben wir demnächst überhaupt noch eine Privatsphäre?

Zweifellos leben wir in spannenden Zeiten! Nachdem nun alle Computer der Welt vernetzt sind, beginnen wir, die Dinge der Welt miteinander zu vernetzen – eine wunderbare Zukunft oder doch nur eine märchenhafte Illusion?

Prof. Dr. Elgar Fleisch

Institute of Technology Management, University of St. Gallen (HSG)

Department of Management, Technology and Economics, ETH Zurich

Ubiquitous Computing: Betriebswirtschaftliche Anwendungen und deren Auswirkungen



Elgar Fleisch (geb. 1968) ist Professor für Technologie-management und Direktor am Institut für Technologiemanagement an der Universität St. Gallen (HSG) sowie Professor für Informationsmanagement an der ETH Zürich. Er forscht in den Bereichen Operationsmanagement und betriebswirtschaftliche Auswirkungen des Ubiquitous Computing. Elgar Fleisch ist Co-Chair der Auto-ID Labs mit Standorten am MIT, in Adelaide, Cambridge, Shanghai, St. Gallen und Tokyo, die von über 100 der grössten Handelsketten und Konsumgüterherstellern der Welt sowie von EAN/UCC ins Leben gerufen wurden. Gemeinsam mit Prof. Friedemann Mattern (ETH Zürich) leitet er das M-Lab, eine gemeinsame Initiative von ETH Zürich und HSG und ist ausserdem Mitgründer der Intellion AG und Mitglied mehrerer Steuerungsausschüsse in Forschung Lehre und Praxis.

In der Wirtschaft ist ein starkes Interesse am praktischen Einsatz des „Ubiquitous Computing“ (UbiComp) zu verzeichnen, welches abseits des ebenso häufig zitierten wie naiven „intelligenten Kühlschranks“ auf die Verbesserung betrieblicher Prozesse und die Vermarktung smarter Produkte und Dienstleistungen abzielt. Hinter smarten Objekten steht dabei weniger eine einzelne Technologie oder Funktionalität als vielmehr ein Funktionsbündel, welches in seiner Gesamtheit eine neue Qualität des Computing entstehen lässt.

Aus betriebswirtschaftlicher Perspektive ist UbiComp ein logischer nächster Entwicklungsschritt der Informationsverarbeitung eines Unternehmens. Während heutige Informationssysteme die Verknüpfung von immer mehr Applikationen und Datenbanken verfolgen, strebt UbiComp deren Integration mit der realen betrieblichen Umgebung wie etwa dem Lagerhaus an. UbiComp-Technologien schliessen so die heute in vielen Fällen sehr kostspielige Lücke zwischen Informationssystem und Realität, auf die zahlreiche unternehmerische Probleme wie z. B. Produktrückverfolgbarkeit, Fälschungen, Out-of-Stock oder Diebstahl zurückgehen. Sie helfen, die Kosten der Abbildung realer Ressourcen und Vorgänge in Systemen zu reduzieren, sie übernehmen damit die Aufgaben eines Vermittlers zwischen realer und virtueller Welt. Mit RFID steht nun zum ersten Mal eine Basistechnologie zur Realisierung smarter Dinge vor

dem Masseneinsatz. Die automatische Identifikation physischer Güter durch Funklabels bietet einerseits eine Reihe von Vorteilen gegenüber dem klassischen Barcode und trägt zur Kostensenkung in zahlreichen bisher aufwendigen und fehleranfälligen Abläufen bei, ermöglicht aber auch eine ganze Reihe völlig neuer Lösungen.

Wie auch bei anderen Technologien vollziehen sich die beschriebenen Entwicklungen jedoch keineswegs im gesellschaftspolitischen Vakuum. Während die betriebliche Praxis als Technikbefürworter aus einer ökonomischen Perspektive heraus argumentiert, verstärkt sich in der öffentlichen Wahrnehmung der Eindruck eines Risikos für die Privatsphäre des Einzelnen durch zunehmende Überwachung. Hier einen Ausgleich zwischen – teilweise berechtigten – Befürchtungen in der Gesellschaft und dem grossen Innovationspotential von RFID zu finden, wird die Herausforderung sein, der sich Wirtschaft, Wissenschaft und Politik zu stellen haben.

*Prof. Dr. Peter Welzel
Universität Augsburg, Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre*

Unternehmen und Märkte in einer Welt allgegenwärtiger Computer



Peter Welzel (geb. 1958) beschäftigt sich in Forschung und Lehre mit dem Schwerpunkt Ökonomie der Informationsgesellschaft. Er studierte als Stipendiat der Studienstiftung des deutschen Volkes Volkswirtschaftslehre in Augsburg (Diplom 1984) und als McCloy-Stipendiat der Volkswagenstiftung Public Administration und Economics an der Harvard University (Master of Public Administration 1986). Nach Promotion (1990) und Habilitation (1996) in Augsburg hatte er Lehrstuhlvertretungen in München und Augsburg inne, ehe er 1998 einen Ruf an die Friedrich-Schiller-Universität Jena annahm. Im Jahr 2000

wechselte er auf seinen heutigen Lehrstuhl. Zu seinen Forschungsinteressen zählt insbesondere die Mikroökonomie der Informationsgesellschaft. Der Lehrstuhl bearbeitet u. a. Drittmittelprojekte der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur effizienten Koordination in elektronischen Märkten und der Infineon Technologies AG zur Industrieökonomik von Chip-Märkten.

Omnipräsente und hochgradig vernetzte Rechenleistung – so genanntes Ubiquitous Computing oder Pervasive Computing – wird Vertragsbeziehungen, die Organisation und das Verhalten von Unternehmen, sowie die Struktur und Eigenschaften von Märkten verändern. Offen ist derzeit, wie dies aussehen wird. In vielen Bereichen wird Ubiquitous Computing Entwicklungen, die zuvor von anderen Informationstechnologien, insbesondere dem Internet, angestoßen wurden, fortsetzen und verstärken. Prozesse auf sämtlichen Wertschöpfungsstufen erfahren eine Beschleunigung, Kommunikation und Koordination zwischen Geschäftseinheiten verbessern sich und Effizienzsteigerungen innerhalb einzelner Unternehmen, aber auch in miteinander vernetzten Unternehmen, sind realisierbar.

Durch physische und virtuelle Vernetzung so genannter smarterer Gegenstände kommt es zu starken Netzwerkeffekten und einer besonderen Bedeutung der Setzung von Standards. Die neue Vernetzung wird sich nicht nur auf Produkte beschränken, sondern auch Prozesse, Personen und Organisationen erfassen und die Bildung von globalen Unternehmensnetzwerken fördern. Sinkende Such- und Transaktionskosten führen zu einer Intensivierung des Wettbewerbs.

Für Anbieter erhöhen sich der Druck, aber auch der Anreiz und die technologischen Handlungsspielräume zur und für die Differenzierung

und Personalisierung von Produkten mit der entsprechenden Möglichkeit zur Abschöpfung von Zahlungsbereitschaft. Zusätzliches und besonders hohes Veränderungspotenzial hat Ubiquitous Computing überall dort, wo Informationsasymmetrien bislang effiziente Vertrags- und Marktlösungen erschweren. Hier kann es im gleichzeitigen Interesse der weniger informierten und der besser informierten Transaktionspartner sein, über Ubiquitous Computing private Information offen zu legen. Das Beispiel hierfür sind Kfz-Versicherungen beim Einsatz smarterer Fahrzeuge.

Prof. Dr. Rolf Pfeifer
 Universität Zürich, Institut für Informatik

Intelligente Roboter: Das Zusammenspiel von Körper, Geist und Umwelt



Nach dem Studium der Physik und Mathematik und einem Doktorat in Computerwissenschaften an der ETH Zürich war Rolf Pfeifer drei Jahre Post-doctoral fellow an der Carnegie-Mellon University und an der Yale University in the USA. Seit 1987 ist er Professor am Institut für Informatik und Direktor des Artificial Intelligence Laboratory an der Universität Zürich. Forschungsaufenthalte an der Freien Universität Brüssel, dem MIT Artificial Intelligence Laboratory, dem Sony Computer Science Laboratory in Paris, und am Neurosciences Institute in San Diego. 2003/2004 war er der „21st Century COE Professor Information

Science and Technology“ an der Universität von Tokio. Seine Forschungsinteressen sind: „embodiment“, Biorobotic, Dynamik und Fortbewegung, selbst-reconfigurierende und selbst-reparierende Systeme, „developmental robotics“, Computer-Modelle von Evolution and Morphogenese, hybride Systeme (neuro-nale-technische). Er verfasste über 100 wissenschaftliche Publikationen. Er ist Autor des Standardwerkes „Understanding Intelligence“ (MIT Press) und schreibt zurzeit an einem neuen – populärwissenschaftlichen – Buch über die Implikationen von „embodiment“ mit dem Titel „How the body shapes the way we think – a new view of intelligence“ (zus. mit Josh Bongard) (MIT Press).

Die Ansicht, dass Intelligenz im wesentlichen abstraktes Denken ist und somit als Computerprogramm, als Algorithmus, beschrieben werden kann, und dass Intelligenz vor allem eine Sache des Gehirns sei, ist immer noch weit verbreitet. Die Forschung im Gebiet der künstlichen Intelligenz hat denn auch versucht, Computer so zu programmieren, dass sie Texte verstehen, eine Konversation pflegen, Schach spielen, medizinische Diagnosen stellen, mathematische Beweise führen, oder Objekte in einem Kamerabild erkennen können.

Erfolgreich waren diese Versuche überall dort, wo es sich um abstrakte, formale Probleme, um logisches Folgern handelte. Schach ist ein Paradebeispiel eines formalen Spiels. Wir erinnern uns noch alle an die Sensation im Jahre 1997, als der Computer „Deep Blue“ in New York ein Turnier gegen den damaligen Weltmeister Garry Kasparow gewann.

Pattern Matching, Such- und Lernverfahren, die ihren Ursprung in der künstlichen Intelligenz haben, werden heute routinemässig in

Textverarbeitungssystemen und Internet-Suchmaschinen eingesetzt und haben sich längst als Teil der angewandten Informatik etabliert. In andern Bereichen wie etwa natürliche Sprache, oder maschinelles Sehen, ist dieser Ansatz weitgehend gescheitert, weshalb Rodney Brooks, Direktor des MIT Artificial Intelligence and Computer Science Laboratory (mit ca. 1000 Wissenschaftlern), Mitte der 80er Jahre argumentierte, dass Intelligenz einen Körper braucht. Intelligenz ist also nicht lediglich Programm, sondern basiert ganz stark auf dem Körper und seiner Interaktion mit der Umwelt.

Obwohl man in der künstlichen Intelligenz anfang, vermehrt mit Robotern zu arbeiten, die ja einen „Körper“ haben, waren die Anstrengungen nicht von grossem Erfolg gekrönt. Man konnte zwar Roboter entwickeln, die einigermaßen gut auf ebenem Boden gehen können, aber Roboter, die wie wir durch eine belebte lärmige Strasse gehen, dazu mit einem Freund plaudern, Schaufensterauslagen ansehen, und gleichzeitig ein Kind an der Hand halten können, sind noch in weiter Ferne.

Ein grundsätzliches Problem bei den meisten Ansätzen besteht darin, dass man von der Vorstellung ausgeht, die Intelligenz sei ausschliesslich im Gehirn, oder bei einem Roboter in einem leistungsstarken Mikroprozessor zu suchen oder zu platzieren: Man *programmiert* die Roboter, die dann von diesem Programm aus zentral gesteuert werden, was zu fast unüberwindbaren Problemen führt.

Intelligenz schließt aber auch die Materialien und die Morphologie mit ein – die Form des Körpers, der Arme und Beine, die Anordnung der Augen, der Sensoren auf der Haut. Viele Beispiele zeigen, wie die Morphologie eines Menschen oder eines Roboters, ausgenützt werden kann, um Aufgaben wie Gehen, Laufen oder Sehen zu bewältigen und so enorm viel einfacher – und schneller! – werden. Intelligenz sitzt nicht (nur) im Gehirn, sondern resultiert aus einem raffinierten Zusammenspiel von Gehirn, Morphologie, Materialien, und Umgebung, oder – etwas salopp gesagt – von Körper, Geist und Umwelt.

Dr. Albrecht Schmidt

Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Informatik

Symbiose von Mensch und Information – Interaktion mit unsichtbaren Computern



Albrecht Schmidt leitet an der Ludwig-Maximilians-Universität München die durch die DFG geförderte Nachwuchsforschungsgruppe „Eingebettete Interaktion“. Sein Hauptforschungsinteresse gilt neuen Benutzungsschnittstellen und Interaktionsformen, welche durch allgegenwärtige und vernetzte Rechen-systeme ermöglicht werden. Er promovierte an der Lancaster University in Großbritannien über das Thema „Ubiquitous Computing – Computing in Context“. Vorher war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Karlsruhe tätig.

Albrecht Schmidt erhielt ein Diplom in Informatik von der Universität Ulm und einen MSc in Computing von der Manchester Metropolitan University.

Computer sind heute in vielen Lebensbereichen selbstverständlich. Der Einsatz von Computern ist vielfältig und die Nutzung beschränkt sich nicht auf den PC im Büro. Computer sind eingebettet in zahlreichen Geräten und Gegenständen und werden nicht mehr wahrgenommen. Anwendungen werden im Kontext genutzt; die Bedienung von Computern geschieht in verschiedensten Situationen des täglichen Arbeits- und Privatlebens. Wird die physische Umgebung, in der die Benutzer interagieren, mit der Informationswelt verknüpft, bieten sich viele Chancen für neue Formen der Mensch-Maschine-Interaktion. In der Vision des unsichtbaren Computers sind sich die Nutzer nicht mehr bewusst, dass sie mit einem Computer umgehen.

Entwicklungen in der Rechentechnologie, den Kommunikationsnetzen, der Sensorik und den rechnergesteuerten Aktuatoren ermöglichen es, neue Benutzungsschnittstellen zu entwickeln, welche sich in Alltagsgegenstände, Kleidung und in die Umgebung einbetten lassen. Die Interaktion mit Informationstechnologie wird somit auch in die Interaktion des Benutzers mit seiner realen Umgebung eingebettet. Die Nutzung und das Erzeugen von Information werden inhärent mit der Interaktion des Menschen in seiner Umwelt verbunden.

In unseren Forschungsarbeiten untersuchen wir, auf technischer und konzeptueller Ebene, wie sich durch die Einbettung von Interaktion neue Wege für die Mensch-Maschine-Interaktion beschreiten lassen. Um ein

systematisches Verständnis für neue Interaktionsformen zu erhalten, entwickeln und testen wir neue Interaktionswerkzeuge. Dieser experimentelle Ansatz erlaubt es, grundlegende Eigenschaften von neuen Benutzerschnittstellen zu untersuchen. Ein weiteres Anliegen sind Architekturen, Werkzeuge und Methoden, welche den Entwicklungsprozess, insbesondere die prototypische Erstellung von neuen Interaktionsgegenständen, vereinfachen und beschleunigen.

An der Lancaster University und an der Ludwig-Maximilians-Universität München sind verschiedene Arbeiten entstanden, die sich mit neuen Interaktionsformen im Zeitalter des *Ubiquitous Computing* beschäftigen. Sie beschreiben die Vision einer Symbiose von Mensch und Information, die klassische Formen der Mensch-Maschine-Interaktion ablösen kann.

Dr. Dr. Norbert A. Streitz

*Fraunhofer-Institut für Integrierte Publikations- und Informationssysteme (IPSI) Darmstadt,
Forschungsbereich AMBIENTE – Smart Environments of the Future*

Interaktion in smarten Erlebniswelten



Norbert Streitz (Dr. rer.nat. in Physik und Dr. phil. in Psychologie) nimmt neben seinen Forschungen am IPSI auch einen Lehrauftrag am Fachbereich Informatik der Technischen Universität Darmstadt wahr. Er war zu Forschungsaufenthalten an der University of California, Berkeley, bei Xerox PARC und am ETL in Japan. Er hat 16 Bücher publiziert/herausgegeben und ist Autor/Koautor von mehr als 100 Publikationen. Er ist seit 20 Jahren ein ausgewiesener Experte in den Themenfeldern Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion, Interaktionsdesign für innovative Geräte, Hypermedia, computerunterstütztes kooperatives und

mobiles Arbeiten, Bürogebäude der Zukunft, Ubiquitous Computing, Ambient Intelligence, Smart Environments, Interaktive Spiele, etc. Mit seinem AMBIENTE-Team ist er u.a. durch die Roomware®-Komponenten (interaktive Wände, Tische und Möbel) bekannt geworden. Er ist Chair der Steering Group der EU-geförderten „Disappearing Computer“-Initiative.

Unsichtbare allgegenwärtige Computer

Smart Artefacts repräsentieren Bausteine einer zukünftigen Welt, in der der Computer, wie wir ihn bisher kennen, keine Rolle mehr spielen wird. Smart Artefacts resultieren aus der Integration von Informations- und Kommunikationstechnologie in Alltagsgegenstände unserer Umgebung oder werden als Elemente von umfassenderen Smart Environments neu konzipiert. Daran arbeiten wir im Forschungsbereich „AMBIENTE – Smart Environments of the Future“ am Fraunhofer-Institut IPSI in Darmstadt.

Zielsetzung ist das Design von Alltagsgegenständen, mit denen wir auf einfache und intuitive Art und Weise interagieren können, indem diese sowohl in reale als auch virtuelle Kontexte gestellt werden (hybride Welten). Die neuen Eigenschaften der Objekte unterstützen uns aktiv bei der Durchführung der Vielfalt unserer Aufgaben und Aktivitäten im täglichen Leben. Darüber hinaus erweitern sie unsere Wahrnehmung der physikalischen und sozialen Umgebung, indem sie uns mit eigentlich „unsichtbaren“ Beobachtungsdaten aus unserem Umfeld versorgen.

Informationswelten werden zu Erlebniswelten

Die Anwendungsgebiete sind überaus vielfältig. Unser allgemeines Ziel ist, neue Erfahrungen zu ermöglichen – entweder in bekannten Handlungskontexten oder in neu zu schaffenden Situationen. Informationswelten werden dabei zu Erlebniswelten erweitert.

Smarte Gegenstände können soziale Prozesse in Arbeitskontexten und die informelle Kommunikation unterstützen sowie Atmosphäre und Stimmungen vermitteln. Damit verbundene Fragen sind: Wie können die Orte in Bürogebäuden in soziale Marktplätze für Ideen und Informationen transformiert werden? Wie kann man mit Computern interagieren, die quasi ‚unsichtbar‘ werden? Wie kann ‚Privatheit‘ ermöglicht werden, wenn gleichzeitig die Position von Personen und Gegenständen über Sensoren erfasst werden? Wir haben diese Fragestellungen in dem EU-geförderten Projekt „Ambient Agoras“, das Teil der sog. „Disappearing Computer“-Initiative ist, untersucht.

Freizeitsituationen im Haus und Heim der Zukunft werden primäre Anwendungsfelder für smarte Erlebniswelten sein. Zukünftige Spielformen werden eine Brücke zwischen traditionellen Spielen und Computerspielen schlagen und in sog. „hybriden Spielen“ münden. Auch hierbei werden Aspekte der realen Welt mit der virtuellen Welt des Computers kombiniert. Im Zentrum steht die Förderung der sozialen Kommunikation beim Spielen. Während sich die Spieler gegenüber sitzen und miteinander lachen oder streiten, bringt der allgegenwärtig vorhandene, aber nur bei Bedarf in den Vordergrund tretende Computer die Vorteile des digitalen Mediums ein. Es entstehen Spielwelten, die sich dynamisch verändern und ‚smart‘ auf die Aktionen der Spieler reagieren.

Zur Schaffung dieser hybriden Spiele bedarf es neuartiger Interfaces und Techniken der Mensch-Computer-Interaktion, die von smarten Spielbrettern über gestenbasierte und multimodale Schnittstellen bis hin zur Nutzung stationärer und mobiler Displays reichen. Durch den Einsatz von Ambient Computing-Technologien und smarten, vernetzten Artefakten (Spielfiguren, Eingabegeräte etc.) entstehen hybride Spielwelten, ohne dass die Spieler sich in einer virtuellen Realität verlieren oder nur über den Bildschirm miteinander kommunizieren müssen. Hybride Spiele verknüpfen reale und virtuelle Welten und zeigen integrative Möglichkeiten zur Spielgestaltung auf, die den traditionellen Ansätzen versagt bleiben.

Prof. Dr. Lorenz M. Hilty

*Eigenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA, St. Gallen,
Abteilung Technologie und Gesellschaft*

Risiken und Nebenwirkungen der Informatisierung des Alltags



Lorenz M. Hilty, geb. 1959 in St. Gallen, leitet die Abteilung „Technologie und Gesellschaft“ der EMPA und ist Lehrbeauftragter der Universität St. Gallen. Nach einem Studium der Informatik und Psychologie an der Universität Hamburg, abgeschlossen mit Dissertation 1991, war er Projektleiter am Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW) bei Prof. Dr. F.J. Radermacher in Ulm und habilitierte sich 1997 zum Thema „Beiträge der Informatik zu einer nachhaltigen Entwicklung“. 1998 trat er eine Professur für Wirtschaftsinformatik mit dem Schwerpunkt auf Forschungsaufgaben an der Fach-

hochschule Nordwestschweiz in Olten an. Aus dem Forschungsprogramm „Nachhaltigkeit in der Informationsgesellschaft“ des ETH-Rates (2001–2005) ist unter seiner Leitung die heutige Abteilung „Technologie und Gesellschaft“ der EMPA hervorgegangen.

Der Einsatz von Produkten der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) kann unerwünschte Nebeneffekte haben, die gegen den erwarteten Nutzen abzuwägen sind. Anders als bei medizinischen Produkten und Behandlungsmethoden gibt es in der IKT jedoch kein ausgeprägtes Bewusstsein für Nebenwirkungen und daher auch wenig Bemühungen auf Seite des Benutzers, diese zu minimieren.

Ein Beispiel für eine Nebenwirkung der IKT ist der scheinbar paradoxe Effekt, dass der Übergang zu neuen, leistungsfähigeren PCs mit neuer Betriebssystemversion bestimmte Tätigkeiten des Büroalltags verlangsamen kann. Eine empirische Untersuchung eines von Lorenz M. Hilty geleiteten Forschungsprogramms hat diesen Effekt bestätigt.

Geht man von der Vision des „informatisierten“ Alltags aus, so sind eine Reihe von unerwünschten Effekten zu befürchten, die im Sinne des Vorsorgeprinzips frühzeitig zu minimieren wären. Diese Nebenwirkungen betreffen nicht nur den einzelnen Benutzer, sondern teilweise auch die Gesellschaft als Ganzes und die natürliche Umwelt. Basierend auf einer Reihe von Projekten zur *Technologiefolgenabschätzung* für zukünftige IKT vertreten wir die folgenden Thesen:

- Zeitsparende Innovationen in Arbeit, Verkehr oder Haushalt führen nicht automatisch zu einem stressärmeren Leben. Vielmehr ist zu

erwarten, dass entsprechend steigende Leistungserwartungen und zusätzlicher Stress durch schwer beherrschbare Technik den Entlastungseffekt kompensieren.

- In einem stärker informatisierten Alltag wird letztlich der Mensch zum Engpass werden. Die Situationen werden zunehmen, in denen der Benutzer die Vorteile der IKT nur dann nutzen kann, wenn er unbeherrschbar komplexen Systemen bzw. deren Anbietern blind vertraut. Tritt ein Schaden auf, sind die Ursachen immer schwerer aufzuklären.
- Aufgrund der fortgesetzten Miniaturisierung von Elektronikprodukten ist keine Verringerung der durch sie insgesamt verursachten Stoffströme zu erwarten. Die höhere Anzahl, die Einbettung in Alltagsgegenstände und die weitere Verkürzung der durchschnittlichen Nutzungsdauer könnten das Problem des Elektronikabfalls in Zukunft verschärfen. (Für den Spezialfall der „smart labels“ gilt dies jedoch nur mit Einschränkungen.)

Auftraggeber der Projekte: Schweizer Zentrum für Technologiefolgenabschätzung; Schweizer Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; Schweizer Bundesamt für Gesundheit; Deutsches Bundesamt für die Sicherheit in der Informationstechnik; Europäische Kommission; Europäisches Parlament.

Prof. Dr. Günter Müller

Universität Freiburg, Institut für Informatik und Gesellschaft, Abteilung Telematik

Sicherheit im Ubiquitous Computing – Schutz durch Gebote?



Günter Müller ist Gründungsdirektor des Instituts für Informatik und Gesellschaft der Universität Freiburg. Er leitet die dortige Abteilung Telematik. Nach seiner Promotion an der Universität Duisburg über das Thema „Informationsstrukturierung in Datenbanksystemen“ und einer Habilitation an der Wirtschaftsuniversität Wien über „Endbenutzersysteme zur Entscheidungsunterstützung“ zog es Günter Müller zunächst in die Industrie: Er war der für Entwicklung und Forschung zuständige Direktor bei IBM Deutschland. Zwischen 1994 und 1998 leitete er das Ladenburger Kolleg „Sicherheit in der Kommunikationstechnik“ der Gottlieb Daimler- und Karl Benz-Stiftung. 1999 übernahm er die ALCATEL-Stiftungsprofessur an der Universität Darmstadt. Ebenfalls seit diesem Jahr fungiert Müller als Sprecher des Schwerpunktprogramms „Sicherheit in der Informationstechnik“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen IT-Sicherheit, Ubiquitous and Agent Computing sowie E- und M-Commerce.

Durch die zunehmende Informatisierung werden zahlreiche Handlungen des alltäglichen Lebens von der Verlässlichkeit der unterstützenden Informationssysteme abhängig. Hierfür versucht man Sicherheit dadurch zu erreichen, dass man alle unerwünschten Ereignisse mit Hilfe von Verboten verhindert. Die Festlegung auf Verbote war in der Anfangszeit des Informationszeitalters ausreichend, jedoch wurden mit dem Aufkommen des Internet die Sicherheitsprobleme immer vielschichtiger. Die Anzahl der unerwünschten Ereignisse, die es zu identifizieren und verhindern galt, stieg exponentiell an. In der Forschung reagierte man auf dieses Dilemma, indem man einerseits versuchte, durch Reduktion der Systeme auf immer kleinere Einheiten, die Anwendung formaler Methoden zu ermöglichen. Andererseits versuchte man, durch immer ausgefeiltere Engineering Methoden, komplexe Systeme besser zu beschreiben und zu verstehen.

Für Sicherheit in Systemen des Ubiquitous Computing, die aus mobilen, spontanen und kontextsensitiven Komponenten aufgebaut sein werden, muss der bisherige, auf Verboten basierende Ansatz um Gebote ergänzt werden. Da solche Systeme nicht mehr am Reißbrett entworfen werden, sondern sich kontinuierlich weiterentwickeln werden, wird eine Beschreibung der unerwünschten Ereignisse schwierig, wenn nicht gar

unmöglich. Deswegen müssen neben den unerwünschten Ereignissen durch Gebote auch die Ereignisse beschrieben werden, die auf die Systemsicherheit einen *positiven* Einfluss haben.

Bedenkt man, dass die Konsequenzen des Fehlverhaltens Einzelner sich in der Regel auf das gesamte System auswirken, und dass der Schaden, den der Verursacher zu tragen hat, dabei deutlich geringer ausfällt, als der Schaden für das System als Ganzes, so bietet sich ein viel versprechender Ansatzpunkt für die Implementierung von Geboten: Die Einhaltung von Geboten wird durch ein System von Anreizen belohnt. Entzieht man denjenigen z.B., die sich nicht an die Gebote halten, Ressourcen, wird nicht nur danach gestrebt Gebote einzuhalten, sondern es können auftretende Schäden bei Missachtung von Geboten eventuell durch diese gemindert werden.

Für die Umsetzung einer Gesamtstrategie, die auch Gebote umfasst, identifiziert man diejenigen Einheiten, die das größte Risiko darstellen, und versucht, dieses Risiko durch ein Gebot zu reduzieren. Mit Hilfe dieses Prinzips versucht man beispielsweise im Gesundheitssystem die Gesamtkosten durch Bonusmodelle zu senken: Angehörige von Risikogruppen, wie z.B. Raucher, sollen durch höhere Beiträge angeregt werden, ihr persönliches Gesundheitsrisiko zu reduzieren.

Günter Müller gibt einen Überblick über gegenwärtige Probleme der Computersicherheit, beleuchtet die Anwendung vorhandener Mechanismen auf ein Krankenhausszenario des Ubiquitous Computing und schlägt die Ergänzung des Sicherheitskonzepts um Gebote vor.

Marc Langheinrich
ETH Zürich, Institut für Pervasive Computing

Gibt es in einer total informatisierten Welt noch eine Privatsphäre?



Marc Langheinrich studierte Naturwissenschaftliche Informatik an der Universität Bielefeld. Nach einem Jahr als Fulbright Stipendiat an der University of Washington in Seattle arbeitete er zwei Jahre im zentralen Forschungslabor von NEC Research in Tokyo. Seit 1999 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Pervasive Computing der ETH Zürich. Dort beschäftigt er sich mit der Konzeption und Implementierung technischer Datenschutzlösungen im Ubiquitous Computing und untersucht die gesellschaftlichen Folgen eines flächendeckenden Einsatzes dieser Technologien. Er ist Autor zahlreicher Konfe-

renz-, Buch- und Magazinbeiträge auf dem Gebiet der ubiquitären Datenschutztechnologie und Mitautor von P3P, einem Standard des World Wide Web Consortiums (W3C) für den Austausch von Datenschutzerklärungen im Web.

Die zunehmende Informatisierung des Alltags wird es in Zukunft ermöglichen, nahezu unser gesamtes Leben – im Büro, Zuhause, in der Schule; aber auch in Kindergärten, Krankenhäusern und Pflegeheimen – in digitaler Form zu erfassen. Unzählige kleinste Datenspuren werden sich zu einem immer umfassenderen Mosaik zusammensetzen und mit automatischen Verfahren durchsuchen lassen. Dies kann zunächst einmal vielerlei Vorteile mit sich bringen: Versicherungen werden vielleicht fairer, die Strassen sicherer, Verbrecher und Betrüger leichter gefasst, und alles wird womöglich billiger. Auf der Schattenseite dieser Entwicklung finden sich allerdings die Möglichkeit einer permanenten Aufgabe unserer Privatsphäre und die damit einhergehenden Phänomene des Vertrauensverlustes (besonders zwischen Bürger und Staat), der Manipulierbarkeit (durch allwissende Marketingfachleute) und der zwanghaften sozialen Konformität.

Was kann oder soll also Technik können dürfen? Eine maschinenstürmerische Generalverweigerung solcher Entwicklungen ist sicherlich ebenso unpassend (wenn nicht gar unmöglich) wie die unreflektierte Akzeptanz alles technisch Möglichen. Vielmehr gilt es, in einem gesellschaftlichen Diskurs frühzeitig soziale Richtlinien zu schaffen, die eine entsprechende Kalibrierung unser technischen Rahmenbedingungen („Was können wir?“) anhand der moralischen Notwendigkeiten („Was wollen wir?“) möglich machen. Technik muss vor allem helfen, komplementäre Lösungen zu schaffen, die diese Vielzahl an elektronischen Trans-

aktionen in der Zukunft für den Einzelnen transparent machen und sowohl Firmen als auch Datenschützer befähigen, das von der Gesellschaft gewünschte Niveau an Datenschutz durch ein rechtlich einwandfreies Datenmanagement und der Fähigkeit zu wirkungsvollen Datenschutz-Audits zu gewährleisten.

Prof. Dr. iur. Alexander Roßnagel

Universität Kassel, Institut für Wirtschaftsrecht (IWR) und Forschungszentrum für Informationstechnik-Gestaltung (ITeG), Fachbereich Wirtschaftswissenschaften

Datenschutz in einem informatisierten Alltag



Alexander Roßnagel ist seit 1993 Universitätsprofessor für Öffentliches Recht mit dem Schwerpunkt Recht der Technik und des Umweltschutzes und seit 2003 Vizepräsident der Universität Kassel. Er ist Wissenschaftlicher Leiter der „Projektgruppe verfassungsträgliche Technikgestaltung (provet)“ der Universität Kassel und Wissenschaftlicher Direktor des Instituts für Europäisches Medienrecht (EMR) in Saarbrücken. Seit 1988 ist er stellvertretender Richter des Staatsgerichtshofs für das Land Baden-Württemberg. Er berät die deutsche Bundesregierung in vielen Fragen der Multimediagesetzgebung und des Datenschutzes, hat

für diese unter anderem das Signaturgesetz und das Teledienstedatenschutzgesetz mit einem Gutachten vorbereitet, ein Gutachten zur Modernisierung des Datenschutzrechts und eine rechtliche Machbarkeitsstudie für einen digitalen Personalausweis erstellt. Er ist Herausgeber des Kommentars zum Informations- und Kommunikationsdienste-Gesetz und Mediendienste-Staatsvertrag sowie des Handbuchs Datenschutzrecht.

Das bisherige Konzept des Datenschutzes wird in allen seinen Bestandteilen durch die Entwicklung zu einer allgegenwärtigen Datenverarbeitung in Frage gestellt. Die unübersehbar vielen Datenverarbeitungsvorgänge im „Ubiquitous Computing“ werden von einer unbestimmten Vielzahl von verantwortlichen Stellen erbracht. Sie verhindern, dass die Instrumente des Datenschutzes greifen und seine Prinzipien umgesetzt werden können. Die geforderte Transparenz der Datenverarbeitung stößt an subjektive und objektive Grenzen.

Die gewünschte Selbstbestimmung führt zu einer Überforderung aller Beteiligten. Die Zweckbindung der Datenverarbeitung widerspricht der Idee, den Menschen spontan, unbemerkt und auch in komplexen Situationen zu unterstützen. Ein Verbot der Datenhaltung auf Vorrat und der Grundsatz der Datensparsamkeit werden von dem Verlangen überrollt, für den Nutzer Erinnerungsfunktionen für unvorhersehbare Zwecke zu bieten. Schließlich verlieren Mitwirkungs- und Korrekturrechte des Betroffenen wegen der Vielfalt und Komplexität der Datenverarbeitung an Durchsetzungsfähigkeit.

Gleichzeitig ist in einer solchen Welt informationelle Selbstbestimmung notwendiger denn je. Die Konzepte und Instrumente des Datenschutzes

müssen sich verändern, um dieses Grundrecht auch in einer Welt allgegenwärtiger Datenverarbeitung noch wirksam schützen zu können. Ansatzpunkte hierfür sind ein verstärkter Datenschutz durch Technik, der dem Betroffenen eine automatisierte Unterstützung bietet. Er bezieht sich vor allem auf Strukturen und Verfahren, die Technikhersteller und Systemgestalter stärker in die Pflicht nehmen, arbeitet aber mehr mit Anreizen und Belohnungen statt mit Ge- und Verboten. Statt des überforderten Einzelnen überprüfen professionell arbeitende Institutionen die Einhaltung des Datenschutzes.

Vlad Coroama

*ETH Zürich, Institut für Pervasive Computing
und*

Matthias Handy

Universität Rostock, Institut für Angewandte Mikroelektronik und Datentechnik

Wohin verschwindet der Computer? – Ein kontroverser Wortwechsel



Vlad Coroama studierte Informatik mit Nebenfach Volkswirtschaftslehre an der Technischen Universität Darmstadt bevor er im Juli 2000 seine Tätigkeit als Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand am Institut für Pervasive Computing der ETH Zürich aufnahm. Er beschäftigt sich mit den gesellschaftlichen (insbesondere sozialen und volkswirtschaftlichen) Auswirkungen des Ubiquitous Computing und ist (Mit-) Autor mehrerer Buchbeiträge und Artikel zu dem Thema.



Matthias Handy studierte Wirtschaftsingenieurwesen an der Universität Rostock und ist seit Oktober 2001 als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Angewandte Mikroelektronik und Datentechnik an der Universität Rostock beschäftigt. Forschungsgebiete: Auswirkungen des Ubiquitous Computing, Sensornetze, drahtlose Kommunikationstechnologien.

Beide Referenten nehmen am Ladenburger Kolleg „Leben in einer smarten Umgebung“ teil, das seit 2002 mögliche Auswirkungen des Ubiquitous Computing untersucht und sind Mitautoren der im Dezember 2003 erschienenen Studie „Leben in einer smarten Umgebung: Ubiquitous-Computing-Szenarien und -Auswirkungen.“

Die Durchdringung des Alltags mit Computern scheint unaufhaltsam voranzuschreiten, gestritten wird lediglich über mögliche Auswirkungen. Die einen sehen darin die Lösung zahlreicher Probleme: die Produktivität der Volkswirtschaft steigt, der Wohlstand wächst, Autos werden um Staus herum geleitet, die Umwelt wird entlastet, Behinderte gewinnen an Lebensqualität, chronisch Kranke und Senioren können aus der Ferne betreut werden, Kinder leben sicherer und Eltern sorgenfreier. Andere Forscher erheben warnend den Zeigefinger: die Privatsphäre sei in akuter Gefahr durch die nunmehr mögliche lückenlose Überwachung. Außerdem könnte der Mensch entmündigt werden, wenn auch die einfachsten

Entscheidungen von unsichtbaren Computern getroffen werden. Die digitale Spaltung würde sich weiter vertiefen und bald auch im Alltag offensichtlich werden. Eine Gesellschaft, die sich immer mehr von der korrekten Funktionsweise von Computern abhängig mache, würde im Chaos versinken, wenn diese ihre Dienste verweigern.

Das Streitgespräch verschiebt den Gegenstand des Diskurses: weg von den Auswirkungen, zurück zu Fragen nach der Sinnhaftigkeit und dem Stellenwert des Ubiquitous Computing. Sind es wirklich derart zukunftsrelevante und einflussreiche Technologien wie von den involvierten Forschern (gleichermaßen Befürwortern wie Gegnern) angenommen? Oder sprechen zu viele wirtschaftliche Argumente sowie Akzeptanz- und juristische Probleme dagegen, so dass letztlich weder die großartigen Verheißungen noch die Horrorszenarien eintreten werden?

Für die Diskussion dieser Fragen schlüpfen zwei Ubiquitous-Computing-Forscher in konträre Rollen: Auf der einen Seite steht der Verfechter der neuen Technologien, der sich zwar des Gefahrenpotenzials bewusst, gleichzeitig jedoch davon überzeugt ist, dass die nutzbringenden Auswirkungen überwiegen werden und schließlich zum Wohlergehen der Menschheit beitragen. Ihm gegenüber steht der Skeptiker, der schon an den Visionen zweifelt und einen hohen Stellenwert des Ubiquitous Computing auf der Bedürfnisskala der Menschheit verneint.

Von wem lassen Sie sich überzeugen?

Prof. Dr. Günter Müller

Universität Freiburg, Institut für Informatik und Gesellschaft, Abteilung Telematik
(Informationen zur Person siehe Seite 26)

Podiumsdiskussion

RFID im Supermarkt – Rückkehr des Tante-Emma-Ladens?

Moderation: Prof. Dr. Günter Müller

Diskussionsteilnehmer

- Prof. Dr. Alfred Bülesbach
Konzernbeauftragter für den Datenschutz, DaimlerChrysler AG,
Stuttgart
- Prof. Dr. Elgar Fleisch
Institute of Technology Management, University of St. Gallen (HSG)
Department of Management, Technology and Economics, ETH Zürich
- Prof. Dr. Oliver Günther
Humboldt-Universität Berlin, Institut für Informationssysteme
- Prof. Dr. Lorenz M. Hilty
Eigenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA,
St.Gallen, Abteilung Technologie und Gesellschaft
- Dr. Tobias Kiefer
Booz Allen Hamilton GmbH, München
- Prof. Dr. iur. Alexander Roßnagel
Universität Kassel, Institut für Wirtschaftsrecht (IWR) und
Forschungszentrum für Informationstechnik-Gestaltung (ITeG),
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
- Dr. Stefan Sackmann
Universität Freiburg, Institut für Informatik und Gesellschaft
- Dipl. Vw Historiker Jens Strüker M. A. (Berichterstatter)
Universität Freiburg, Institut für Informatik und Gesellschaft

Handelskonzerne wie Wal-Mart oder Metro nutzen WLAN-Technologie bereits in großem Umfang. Im letztem Jahr wurde begonnen, Paletten mit RFID-Chips auszuzeichnen und so das Lieferkettenmanagement zu optimieren. Gleichzeitig werden diese Funktechnologien zur Verbesserung der Kommunikation mit dem Kunden erprobt. So testet die Metro AG im Extra-Future-Store in Rheinberg bei Duisburg mobile Endgeräte als elektronische Einkaufshelfer. Eine viel versprechende Option ist hierbei die *Individualisierung der Kundenbeziehung*, die bislang dem Tante-Emma-Laden vorbehalten schien und von der alle Parteien profitieren können: Händler und Hersteller erhalten bessere Kenntnisse über ihre Kunden und können damit Einkaufsbedürfnisse exakter und auch weniger anonym befriedigen.

Der vorliegenden „Win-Win-Win-Situation“ steht eine folgenschwere Einsicht gegenüber: Im Tante-Emma-Laden war die Grundlage für eine individuelle Behandlung des Kunden eine gewachsene, nachhaltige *Vertrauensbeziehung*. Es ist daher zu fragen, ob und wie eine derartige Vertrauensbeziehung auch bei elektronischen Formen der Kundenkommunikation aufgebaut werden kann. Notwendig wird sie, um die Akzeptanz solcher Anwendungen beim Kunden sicherzustellen und das Horrorszenario eines „gläsernen Kunden“ zu verhindern.

In der Diskussion soll erörtert werden, wie *Vertrauen* in dem vorgestellten Szenario erzielbar ist. Hierbei treffen die Ansätze unterschiedlicher Disziplinen aufeinander: Aus wirtschaftlicher Sicht ist die Fähigkeit des Wettbewerbs zur Disziplinierung des Handels zu prüfen, so dass Kundendaten nicht gegen den Willen der Konsumenten genutzt werden. Aus juristischer Perspektive ist die Frage zu beantworten, ob der derzeitige gesetzliche Schutz im Hinblick auf einen adäquaten Umgang mit den Daten ausreichend ist. Die Informatik muss aus technischer Sicht beantworten, ob eine „sichere“ Vertrauensbeziehung aufgebaut werden kann. Im Ergebnis sollen Rückschlüsse auf den jeweiligen Anteil der drei genannten Bereiche deutlich werden, den diese zum Aufbau einer Vertrauensbeziehung in einer informatisierten Alltagswelt beitragen können.