

Aus: Friedemann Mattern (Hrsg):
Die Informatisierung des Alltags –
Leben in smarten Umgebungen, 2007

Wohin verschwindet der Computer? Ein kontroverser E-Mail-Wechsel

Vlad Coroama¹, Matthias Handy²

¹ Institut für Pervasive Computing, ETH Zürich

² Institut für Angewandte Mikroelektronik und Datentechnik, Universität Rostock

Kurzfassung. „Computer werden laufend kleiner, billiger und zahlreicher, bekommen nun auch Sensoren zur Beobachtung ihrer Umgebung und können drahtlos miteinander kommunizieren. Bald werden sie praktisch unsichtbar in alle möglichen Alltagsdinge eingebaut...“¹ So oder so ähnlich beschreiben Vertreter des Ubiquitous oder Pervasive Computing die Zukunft. 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 herumgeleitet, 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 würden. 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 verweigerten.

Der nachfolgende fiktive E-Mail-Wechsel hebt den Gegenstand des Diskurses über die Auswirkungen hinweg zu Fragen nach Sinn und Stellenwert des Ubiquitous Computing. Sind es wirklich derart zukunftsrelevante und einflussreiche Technologien, wie von den involvierten Forschern (gleichermaßen Befürwortern wie Skeptikern) 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? Diese Fragen werden von zwei Wissenschaftlern diskutiert, die dafür in konträre Rollen schlüpfen: Auf der einen Seite steht der Verfechter der neuen Technologien, der sich zwar des Gefahrenpotenzials bewusst, jedoch 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?

¹ Siehe www.comp21.inf.ethz.ch.

Date: Tue, 03 Oct 2006 11:27:42
From: Vlad Constantin Coroama <coroama@inf.ethz.ch>
To: Matthias Handy <matthias.handy@uni-rostock.de>
Subject: Wohin verschwindet der Computer?

Lieber Matthias,

wir haben nun beide mehrere Jahre lang in dem von der Gottlieb Daimler- und Karl Benz-Stiftung² geförderten Kolleg „Leben in einer smarten Umgebung – Auswirkungen des Ubiquitous Computing“³ mit viel Begeisterung mitgearbeitet. Das Kolleg ging davon aus, dass die Technologien des Ubiquitous Computing in den nächsten Jahren eine breite und nachhaltige Wirkung entfalten würden. Idee des Kollegs war es, schon im Vorfeld dieser Entwicklungen anhand von Szenarien, konkreten Prototypen, aber auch in teilweise spekulativer und spielerischer Weise die Folgen der neuen Technologien und die möglicherweise auftauchenden Fragestellungen frühzeitig zu erkennen und zu untersuchen.

Eine der wichtigsten Aufgaben des Kollegs bestand darin, mittelfristig über den Kreis der Teilnehmenden hinaus in der Öffentlichkeit Aufmerksamkeit zu erzeugen und Wirkung zu erzielen, indem etwa Gesellschaft und Politik auf die aufkommende Technik und ihre Chancen und Risiken aufmerksam gemacht werden. Dadurch sollte auf der einen Seite die gesellschaftliche Diskussion frühzeitig angeregt und mit klaren Informationen versorgt werden, auf der anderen Seite der gesetzgebende Prozess gestalterisch begleitet werden. Anfang 2002, als das Projekt startete, erschien uns eine öffentlich kontrovers geführte Diskussion über die Chancen und vor allem über die Risiken des Ubiquitous Computing, ähnlich wie bei der Gentechnologie, nicht nur denkbar, sondern geradezu unvermeidlich.

Um dieser Diskussion und den darin auftauchenden Fragestellungen in geeigneter Weise begegnen zu können, hat sich seinerzeit eine breite und – aufgrund des fachübergreifenden Charakters des Themas – interdisziplinäre Gruppe von Wissenschaftlern im Kolleg zusammengefunden. Vertreten waren dabei neben Informatikern und Elektrotechnikern auch eine Reihe von Geisteswissenschaftlern: Datenschutzexperten und Rechtswissenschaftler, Psychologen und Soziologen, Volks- und Betriebswirte.

Nun, vier Jahre später, in denen etliche Demonstratoren sowie eine weithin beachtete Studie über Ubiquitous-Computing-Zukunftsszenarien und -Auswirkungen [Cor03] entstanden sind, fühle ich, dass die Zeit reif geworden ist für ein Fazit. Wenn ich zurückschaue, so kann ich mich des Eindrucks nicht ganz erwehren, wir hätten damals die Wichtigkeit des ganzen Gebietes „Ubiquitous Computing“ überbewertet und dementsprechend auch der Untersuchung der positiven wie negativen Folgen dieser Technologien eine zu große Wichtigkeit beigemessen. Dies ist auch der Grund, weshalb ich Dir schreibe – ich würde gerne Deine Meinung dazu wissen.

² www.daimler-benz-stiftung.de

³ www.smart-environment.de

Wieso denke ich, wir hätten das Gebiet überbewertet? Nun, zum einen weil in diesen vier Jahren zwar einige Aufregung über RFID-Technologie und Privatsphäre aufkam,⁴ der von uns damals erwartete gesellschaftsweite Diskurs über Ubiquitous Computing und dessen Folgen jedoch meines Erachtens so nicht stattgefunden hat. Man könnte dagegen argumentieren, dass dies nichts zu bedeuten hätte und die gesellschaftliche Diskussion kurz vor ihrem Ausbruch stünde. Ich möchte mich auf derartige Spekulationen nicht einlassen, sondern lieber meinem Verdacht nachgehen, dass wir dem Gebiet zu viel Bedeutung zumessen. Dafür werde ich versuchen, meine normale Sichtweise (die des Forschers, der täglich mit einem Gebiet in Kontakt kommt, das ihm dann fast zwangsläufig als essentiell erscheint) abzulegen und auf einer Meta-Ebene einige Fragen nach dem Sinn von Ubiquitous Computing und dessen Stellenwert auf der Bedürfnisskala der Menschheit zu stellen.

Sehr oft hört man nämlich in unserer akademischen Gemeinschaft, der Trend hin zur totalen Informatisierung des Alltags sei unaufhaltsam und werde viele Lebensbereiche verändern: das Arbeitsleben, die Freizeit, das Gesundheitssystem oder auch die Naturbeobachtung und die Katastrophenvorsorge und -bekämpfung. So heißt es zum Beispiel in einem typischen Artikel: „Denn nicht nur Mikroprozessoren und ganze Computer werden immer leistungsfähiger, kleiner und preiswerter, sondern 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 dagewesene 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 [...] Langfristig entsteht so ein ‚Internet der Dinge‘, das gewaltige Auswirkungen auf viele Lebensbereiche haben dürfte.“ [Mat05]

Ausgehend von derartigen technologisch motivierten Visionen ist ein ganzer Forschungszweig entstanden, der, wie auch unser Kolleg, mögliche Auswirkungen der neuartigen Technologien untersucht. Über die letzten Jahre wurden so auf wissenschaftlich hohem Niveau verschiedenste Konsequenzen von Pervasive und Ubiquitous Computing untersucht. Die im deutschsprachigen Raum wohl bekannteste Studie untersuchte mögliche gesundheitliche und ökologische Folgen [Hil03] und wurde auch ins Englische übersetzt. Unsere Forschungsgruppe an der ETH Zürich hat eine ganze Reihe von Artikeln zu sozialen und ökonomischen Konsequenzen sowie zum Schutz der Privatsphäre verfasst, z.B. [Boh05]. In der im Kolleg entstandenen Studie [Cor03] haben wir anhand ausgewählter Ubiquitous-Computing-Zukunftsszenarien eine recht große Bandbreite an potenziellen Auswirkungen untersucht, so zum Beispiel die zunehmende Systemabhängigkeit oder die möglich werdende subtile Beeinflussung von Menschen durch die „Ideologisierung“ alltäglicher Geräte. An der Universität St. Gallen wurde intensiv die

⁴ So hat beispielsweise die Handelskette Metro ein RFID-Pilotprojekt frühzeitig gestoppt, da das Thema in der Öffentlichkeit stark emotionalisiert wurde. Siehe auch www.heise.de/newsticker/meldung/45062.

betriebswirtschaftliche Auseinandersetzung mit Ubiquitous Computing vorangetrieben, so zum Beispiel in [Fle03]. Zudem gab es in den letzten Jahren vermehrt überdisziplinäre Dialoge zu den Zukunftsaussichten von Pervasive und Ubiquitous Computing, sei es bei der Academia Engelberg⁵, der Stiftung Risiko-Dialog⁶ oder den vielen von der Gottlieb Daimler- und Karl Benz-Stiftung organisierten Kolloquien im Rahmen unseres Kollegs.

All diese Studien, Fachartikel und Diskussionen basieren jedoch auf der Annahme, dass Ubiquitous bzw. Pervasive Computing mit Gewissheit ein wichtiger Teil unserer Zukunft sein wird, der tiefgreifende gesellschaftliche Veränderungen hervorrufen wird. Ist das wirklich so? Wie wichtig ist denn Ubiquitous Computing wirklich auf der Werteskala der Menschheit, und lohnt sich der immense Forschungsaufwand tatsächlich, der für das Gebiet getrieben wird? Um einige populäre Beispiele aus dem Gebiet aufzunehmen: Wen interessiert es denn wirklich, ein Telefon zu haben, das „automatisch“ erkennt, ob ich in einem Meeting bin und sich dann selbst ausschaltet? Oder: Es ist sicherlich schön, wenn ich immer in Erfahrung bringen kann, wo sich mein Schlüsselbund gerade befindet, doch wie wichtig ist das wirklich? Wer will denn ernsthaft einen Spiegel, der ihn (oder noch schlimmer: sie!) bei der Kleiderwahl berät?

Was will ich damit sagen? Ubiquitous Computing verspricht sicher einige sinnvolle Anwendungen, beispielsweise dass keine Kinder mehr verloren gehen können. Der Nutzen jedoch (und ich meine hier nicht den wirtschaftlichen, sondern den sozialen Nutzen) scheint insgesamt recht marginal zu sein. Es wäre auch schön, wenn keine Gletscher und keine Wälder mehr verloren gehen würden, wenn neuartige Medikamente oder die Gentechnologie Krankheiten wie AIDS heilen würden, und so weiter. Forschungsgelder wären in derartigen Bereichen gut aufgehoben. Was hat dagegen die Vision des Ubiquitous Computing zu bieten? Außer einigen wirtschaftlichen Anwendungen, etwa in der Logistik, gegen die ich gar nicht argumentieren möchte, besteht die Vision hauptsächlich aus einer Reihe von bestenfalls halbfertig durchdachten Szenarien von zweifelhaftem Wert.

Über eine Antwort würde ich mich freuen! Viele Grüße aus Zürich,

Vlad

⁵ Siehe www.academia-engelberg.ch/en/activities_con2003.html.

⁶ Siehe www.risiko-dialog.ch/pervasivecomputingdialog.htm.

```
Date:      Wed, 11 Oct 2006 17:04:12
From:      Matthias Handy <matthias.handy@uni-rostock.de>
To:        Vlad Constantin Coroama <coroama@inf.ethz.ch>
Subject:    Re: Wohin verschwindet der Computer?
```

Lieber Vlad,

habe ich da etwa einen Anflug von Frustration aus Deiner E-Mail gelesen? Oder sollte sich bei Dir eine ernsthafte Sinnkrise anbahnen? Was es auch immer ist, ganz so düster würde ich das Bild von der gesellschaftlichen Bedeutung des Ubiquitous Computing und seiner Anwendungen nicht zeichnen.

Ich möchte etwas Aufhellung ins Spiel bringen, denn ich denke, Du blendest bei Deiner Betrachtung wichtige Anwendungsfelder aus oder marginalisierst diese. Ich meine, es existieren zahlreiche Anwendungen des Ubiquitous Computing, die vielleicht nicht direkt „wichtige“ Menschheitsprobleme lösen, aber doch zumindest zur Lösung beitragen können. Nehmen wir als Anwendungsbeispiel drahtlose Sensornetze. Auch wenn es von Marc Weiser in seinem vielzitierten Artikel *The Computer of the 21st century* [Wei91] nur indirekt erwähnt wurde, so umfasst die Vision des Ubiquitous Computing nach Ansicht vieler Experten auch dieses Forschungsfeld [Lam02, Est02, Cul04, Mat05]. So wird zum Beispiel in [Est02] direkt auf Weisers Artikel eingegangen, in dem die Protagonistin Sal beim Blick aus dem Fenster „Spuren“ von den Morgenspaziergängen ihrer Nachbarn sieht. Diese Spuren könnten von smarten Pflastersteinen erfasst worden sein, die durch Drucksensoren Aktivitäten erkennen und durch Kommunikation untereinander die Richtung des Fußgängers ermitteln.

Anwendungen des Ubiquitous Computing sind zwangsläufig auf die Informationen von Sensoren angewiesen, um ein möglichst genaues Bild vom eigenen Zustand und dem Zustand der Umgebung zu erhalten. Viele vernetzte und mit Rechenfähigkeit versehene Sensorknoten können ein viel feineres Bild der Umwelt und des eigenen Zustands erzeugen, als dies ein einzelner herkömmlicher Sensor vermag. Wenn wir drahtlose Sensornetze als Element der Vision des Ubiquitous Computing sehen, dann sind auch die Nutzungsszenarien drahtloser Sensornetze Anwendungen des Ubiquitous Computing. Und für diese gibt es eine Vielzahl von nützlichen Beispielen [Aky02, Est02, Cho03, Cul04]. Nehmen wir etwa ein Sensornetz zur Eindämmung bzw. Erkennung von Waldbränden. Dafür können winzige drahtlose Sensorknoten in einer bestimmten Dichte über ein waldbrandgefährdetes Gebiet „verstreut“ werden. Diese Knoten werden dann Ausbreitung, Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit eines Brandherdes bestimmen. Überdies können Temperaturunterschiede und deren Verläufe innerhalb des Ausbreitungsgebietes gemessen werden. Weitere wichtige Anwendungen sind die Hochwasserbekämpfung, Präzisionslandwirtschaft, Gebäudeautomatisierung oder das Supply-Chain-Management. Wenn wir es noch weiter fassen, können wir auch ein Tsunami-Frühwarnsystem als Sensornetz ansehen. Und nun erzähle mir nicht, dies wären keine existenziellen Probleme der Menschheit!

Und wenn wir mit einer neuen Technologie existenzielle Probleme lindern können, dann wirst auch Du, Vlad, einen Gewinn an Bequemlichkeit als „Abfall-

produkt“ leichter akzeptieren: Wenn ich schon ein Telefon habe, das sich auf unterschiedliche Weise bei seinem Benutzer bemerkbar machen kann, dann ist es doch eine sinnvolle Weiterentwicklung, wenn es auch erkennt, in welcher Situation ich mich befinde. Und eine Ortungsmöglichkeit für Alltagsgegenstände ist doch auch eine nützliche Sache – und das nicht nur für Menschen mit Demenzerkrankungen.

Du siehst, die Schwarzmalerei will und kann ich so nicht gelten lassen und hoffe, Dich ein wenig optimistischer gestimmt zu haben, und verbleibe mit vielen Grüßen,

Matthias

```
Date: Fri, 13 Oct 2006 15:26:10
From: Vlad Constantin Coroama <coroama@inf.ethz.ch>
To: Matthias Handy <matthias.handy@uni-rostock.de>
Subject: Re: Wohin verschwindet der Computer?
```

Lieber Matthias,

vielen Dank für Deine Antwort! Es freut mich, dass offensichtlich ein Dialog zum Thema entsteht. Natürlich sind Hochwasser- oder Waldbrandbekämpfung wichtige Anwendungsfelder von Ubiquitous Computing oder jeglicher anderer geeigneter Technologie. Provokativ muss ich Dich dennoch fragen: Wie oft wurde bislang ein Waldbrand mit Hilfe von Ubiquitous-Computing-Technologien frühzeitig entdeckt?

Meine Skepsis ist nicht verflogen, ganz im Gegenteil: Je mehr ich darüber nachdenke, desto mehr Argumente finde ich für meine These! Ich möchte daher erneut auf den bereits in meiner ersten E-Mail angesprochenen Stellenwert von Ubiquitous Computing auf der Werteskala der Menschheit eingehen. Diesmal möchte ich die Analyse verfeinern und zwischen *Vision* und *Umsetzung* von Ubiquitous Computing unterscheiden.

Zur Umsetzung: Es geht ja nicht nur um Waldbrände, die noch nie mit Techniken des Ubiquitous Computing bekämpft wurden. Kannst Du mir ein einziges Beispiel nennen, in dem Ubiquitous-Computing-Technologien erfolgreich eingesetzt wurden, um Menschenleben zu retten, die Umweltverschmutzung erheblich zu reduzieren, benachteiligten Gruppen zu helfen, oder wo sie sonst irgendeinen deutlichen sozialen Effekt gehabt hätten? Ich bin überzeugt, dass die Umsetzungen einer Vision (oder auch deren Ausbleiben) einiges über die Qualität der Vision selbst aussagt.

Natürlich kann immer entgegengehalten werden, die Vision sei phantastisch, die Zeit der „richtigen“ Umsetzung sei jedoch noch nicht gekommen und die bisherigen Versuche seien nur als Anfangsschwierigkeiten eines jungen Gebiets zu interpretieren. Ich denke jedoch, dass in einem Gebiet, in dem seit über 10 Jahren

mit zum Teil erheblichem Aufwand geforscht wird, bereits bis heute deutlich mehr Sinnvolles hätte passieren sollen. Außerdem würde ich ein derartiges Argument schon deswegen nicht gerne gelten lassen, weil es mich zu stark an die Verharmlosung des Kommunismus erinnern würde. Es gibt ja die Meinung, die kommunistischen Visionen seien wunderbar, sie wären leider nur noch nicht richtig in die Praxis umgesetzt worden. Nachdem jedoch das System fast ein Jahrhundert lang auf vier Kontinenten ausprobiert wurde und unglaubliche Schäden angerichtet hat, kann man wohl ruhigen Gewissens sagen, dass dies nicht nur „falsche Umsetzungen“ waren, sondern dass vielmehr das Problem in der Vision eines totalitären Regimes selbst liegt – egal, wie hehr dessen Ziele sein mögen. Ähnlich (und ohne das Verhältnis zu vergessen) scheint mir, dass sich die Schonzeit des Ubiquitous Computing langsam dem Ende zuneigen sollte und es für das Gebiet höchste Zeit wäre, einige wirklich sinnvolle Anwendungen hervorzubringen, um sich zu bewähren.

Da sich mir die Parallele zur Nicht-Realisierbarkeit der kommunistischen Vision aufdrängte, möchte ich noch in Klammern anmerken, dass die Vision des Ubiquitous Computing in einem ganz anderen Zusammenhang schon gelegentlich mit dem Wort „totalitär“ in Verbindung gebracht wurde. So argumentiert beispielsweise Adamowsky: „Wer so auf die Idee von allüberall und alle besteht, plant ein Projekt, das auf Totalität abzielt und damit auch nah am Totalitären steht“ [Ada03]. Und Araya sah darin schon 1995 den Versuch einer gewaltsamen und gleichzeitig verheimlichten technologischen Eroberung des Alltagslebens, da in der Vision die Technik überall eindringen und unsichtbar sein soll [Ara95]. Ich möchte jedoch diesen Sorgen nicht weiter nachgehen, da sie auf einer eher eigenwilligen Auslegung der Weiser'schen Vision beruhen und sie mir ohnehin überzeichnet scheinen.

Zurück daher zu meiner Skepsis hinsichtlich der Relevanz von Ubiquitous Computing. Da sich in der Praxis nicht so viel tut, möchte ich nun die Zukunftsvisionen selbst unter die Lupe nehmen. Du hast einige Beispiele sinnvoller Anwendungen von Sensornetzen genannt. Doch schon in Deine nach positiven Anwendungen suchende Sichtweise mischen sich „Visionen“ ein, die mir von sehr zweifelhaftem Wert erscheinen, so etwa das Lesen von Spuren der Morgenspaziergänge der Nachbarn.

Insgesamt möchte ich jedoch zugestehen, dass sich im Bereich der Sensornetze viele überzeugende Anwendungen finden lassen. Sensornetzapplikationen sind dessen ungeachtet höchstens ein untergeordneter Teil der Ubiquitous-Computing-Vision. Die „klassische“ Auslegung der Weiser'schen Vision betrachtet neben Sensornetzen mindestens in gleichem Maße die Ausstattung vieler (im Extremfall aller) Gegenstände der Welt mit Prozessoren, Speicher und drahtlosen Kommunikationsmodulen [Wei91, Mat05]. Diese sollen dadurch „smart“ gemacht werden und so für uns Menschen außerordentliche Dienste leisten können. Es soll sich dabei explizit nicht nur um elektronische oder elektrische Geräte handeln, sondern tatsächlich um beliebige Alltagsgegenstände wie Tassen [Gel99], Zahnbürsten [Kaw05], Koffer und deren Inhalte⁷ oder Spielkarten [Roe02].

⁷ Siehe www.soft.uni-linz.ac.at/Research/Showcases/Web_Luggage/.

Soweit die Technologien. Die durchaus auch in seriösen Foren diskutierten Visionen, die durch den technologischen Fortschritt ermöglicht werden sollen, hören sich indessen teilweise recht skurril an. So schlägt die Information Society Technologies Advisory Group (ISTAG) der EU in einem Visionspapier zu Ambient Intelligence (ein von der Europäischen Union geprägter Begriff, fast deckungsgleich mit „Ubiquitous Computing“) vier Zukunftsszenarien vor, die mit den Technologien des Ubiquitous Computing realisiert werden sollten [IST01]. „Dimitrios and the Digital Me (D-Me)“ ist dabei noch eines der harmloseren. Das D-Me ist eine Art digitales Alter Ego von Dimitrios, dem Protagonisten des Szenarios. Das D-Me steht zwischen Dimitrios und seiner Umwelt und kann viele wundersame Dinge: „[...] following many other calls of secondary importance – answered formally but smoothly in corresponding languages by Dimitrios’ D-Me with a nice reproduction of Dimitrios’ voice and typical accent, a call from his wife is further analysed by his D-Me. In a first attempt, Dimitrios’ ‚avatar-like‘ voice runs a brief conversation with his wife, with the intention of negotiating a delay while explaining his current environment.“ Ich bitte Dich: Verschiedene Sprachen! Kann analysieren, ob ein Anruf meiner Frau wichtig ist! Und mit ihr einen Aufschub aushandeln! Wie soll dies mein Avatar können, wenn selbst ich das kaum schaffen würde?

Derartige weltfremde Visionen hört man andauernd in unserem Gebiet. Schlüsselbunde, die nicht mehr verloren gehen, intelligente Räume, die ihre Lichtintensität und Farbe dem gerade im DVD-Spieler laufenden Film anpassen,⁸ Puppen, die ihre Kleider selbst einkaufen können,⁹ und Tassen, die automatisch der Kaffeemaschine meine Präferenzen mitteilen, so dass mir die zwei Knopfdrücke erspart werden. Solcherart sind häufig die Visionen des Ubiquitous Computing, weniger die von Dir angesprochenen Sensornetzanwendungen gegen Waldbrände oder zum Beobachten von Tieren! Sehr viele dieser „Visionen“, die unser Leben „erleichtern“ sollen, bewegen sich in einer Grauzone zwischen Oberflächlichkeit und Bedeutungslosigkeit einerseits und Unsachlichkeit und „Orwell-ismus“ andererseits.

Insgesamt gibt es zu viele unscharfe, oberflächliche, unbedeutende Visionen und so gut wie keine Realisierung der besseren Ideen – vielleicht sollten wir wirklich, bevor wir über die Folgen des Ubiquitous Computing reden, erstmal über dessen Relevanz nachdenken!

Mit besten Grüßen, Dein

Vlad

⁸ Siehe www.research.philips.com/technologies/syst_softw/ami/ambilight.html.

⁹ Siehe www.accenture.com/xd/xd.asp?it=enweb&xd=services\technology\tech_autopurchase.xml.

```
Date: Thu, 19 Oct 2006 09:58:21
From: Matthias Handy <matthias.handy@uni-rostock.de>
To: Vlad Constantin Coroama <coroama@inf.ethz.ch>
Subject: Re: Wohin verschwindet der Computer?
Attachment: wirtshaus-campus.jpg (73 KB)
```

Lieber Vlad,

prinzipiell teile ich Deine Ansicht: Eine nüchterne Abwägung des Stellenwertes des Ubiquitous Computing ist notwendig und kann unter Umständen die Diskussion über mögliche Folgen dieser Technologien entpolemisieren. Zu Unrecht prangerst Du jedoch die Lücke zwischen Vision und Umsetzung des Ubiquitous Computing an. Weisers Vision wurde im Jahr 1991 publiziert, und es sind seitdem gerade anderthalb Jahrzehnte vergangen. Ein winziger Zeitraum, wenn man die Tragweite der ausgemalten Technologien und ihrer Anwendungen betrachtet. Da bedurften und bedürfen viele bahnbrechende Erfindungen und Entwicklungen eines deutlich längeren Vorlaufs. Nehmen wir etwa die Gentechnologie, speziell die Forschung an embryonalen und adulten Stammzellen. Ich erwidere Deine Frage, wie oft bislang ein Waldbrand mit Hilfe von Ubiquitous-Computing-Technologien frühzeitig entdeckt wurde, mit der Gegenfrage: Wie oft wurde bislang ein Multiple-Sklerose-Erkrankter durch Entwicklungen der Gentechnologie geheilt? Oder nehmen wir das Beispiel Kernfusion. In Versuchsreaktoren gelingt diese bereits. Erste kommerziell nutzbare Reaktoren werden jedoch nicht vor 2030 bis 2050 erwartet. Du willst sicherlich an dieser Stelle dazwischenrufen, dass Nutzen und Folgen der Gen- und Kerntechnik in der Öffentlichkeit äußerst kritisch diskutiert werden und dies doch auch ein Beleg für den höheren Stellenwert dieser Technologien gegenüber dem in den Massenmedien oft übergangenen Ubiquitous Computing sei. Dies mag stimmen, verglichen jedoch mit der Kern- und Genforschung sind die Forschungsetats der Ubiquitous-Computing-Gemeinde verschwindend gering (der Bau des Versuchsreaktors für die Kernfusion im südfranzösischen Cadarache soll 4,5 Milliarden Euro kosten, der geplante 20-jährige Betrieb der Anlage soll einen ähnlichen Betrag verschlingen). Folglich ist Forschung im Bereich des Ubiquitous Computing weder überbewertet noch überdotiert und auch lange nicht verspätet im Hinblick auf die Realisierung der Vision. Was hätte man einem Gottfried Wilhelm Leibniz vorwerfen können, dessen Entwicklung des Dualsystems Ende des 17. Jahrhunderts lange Zeit nur philosophische und theologische „Anwendungen“ hervorbrachte?

Du fragst nach sinnvollen Anwendungen? Ich antworte Dir: Sie wurden entwickelt oder befinden sich gerade in der Entwicklung. Bei Naturkatastrophen oder terroristischen Angriffen mit einer hohen Zahl ziviler Opfer kann eine ubiquitäre drahtlose Infrastruktur, wie sie etwa im Rahmen des Forschungsprojektes Code-Blue an der Harvard University entwickelt wird, helfen, Rettungskräfte schneller zu Hilfsbedürftigen zu leiten und lebensrettende Maßnahmen besser zu koordinieren [Lor04]. Code-Blue ist eine heterogene, drahtlose Infrastruktur, bestehend aus energiesparenden Vitalsensoren, PDAs und PCs, die im Katastrophenfall ei-

nen zuverlässigen, bedarfsgerechten und schnellen Datenaustausch zwischen den verschiedenen Rettungseinheiten ermöglicht. Auch zur besseren Betreuung alter und kranker Menschen werden Ubiquitous-Computing-Technologien bereits eingesetzt. So unterstützt eine von Intel ins Leben gerufene Initiative mit dem Namen „Computer-Supported Coordinated Care“ die Organisation der häuslichen Pflege älterer Menschen [Con04]. Ebenso profitieren behinderte Menschen von Entwicklungen des Ubiquitous Computing: An der Universität Washington wurde eine kostengünstige tragbare „Sehhilfe“ entwickelt, die Sehbehinderte warnt, wenn eine Kollision mit einem stationären Objekt droht [Bry04]. Und darf ich bei dieser Gelegenheit daran erinnern, dass Du selbst mit der „Chatty Environment“ eine sinnvolle Anwendung von Ubiquitous-Computing-Technologien entwickelt hast [Cor04]?

Du beklagst ferner die Unschärfe der Vision. Ich meine jedoch, eine unscharfe Vision ist der Regel- oder Normalfall und eine scharfe Vision die Ausnahme. Viele Visionen, die wir aus der Zeitgeschichte kennen, lagen in ihrer konkreten Ausprägung daneben, wirken rückblickend vielleicht sogar lächerlich. Sie waren im Kern jedoch richtig. Als Beispiel sei hier Jules Vernes Vision von der Reise zum Mond genannt [Ver76], ein uralter Menschheitstraum. Vernes Roman, der um das Jahr 1865 entstand, ist ein Spiegel des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes der damaligen Zeit: Als Antrieb wird eine Kanone verwendet, die Raumfahrer führen neben einem Vorrat an Nahrungsmitteln auch Sauerstoff und eine Kohlendioxid absorbierende Chemikalie mit, sie erleben die Schwerelosigkeit und wässern schließlich im Pazifik. Ungefähr 100 Jahre später wurde diese unscharfe Vision Realität mit der Mondlandung von Apollo 11. In der Anlage sende ich Dir ein Bild aus dem 19. Jahrhundert, auf dem die Vision eines virtuellen Campus, natürlich gezwängt in das Gewand des damaligen Standes der Technik, dargestellt ist.¹⁰ Studenten können bei Bier und Wein in der Kneipe sitzend die Vorlesung über Telefonverbindungen verfolgen. Heute ist dies sogar drahtlos per Videotelefonie möglich. Auch hier gilt wieder: Die Vision war unscharf, der Kern richtig. Auch Weisers Vision mag unscharf sein, viele der von ihm prognostizierten Entwicklungen könnten jedoch in der einen oder anderen Ausprägung Realität werden. Das gilt übrigens auch für Sensornetze, die ich im Gegensatz zu Dir nicht als untergeordneten Teil der Ubiquitous-Computing-Vision sehe, sondern als ein Kernelement. Wirf nur einmal einen Blick in einschlägige Zeitschriften und Tagungsbände aus dem Ubiquitous-Computing-Bereich!

Schließlich möchte ich noch auf zwei eher subjektiv gefärbte Argumente Deiner E-Mail eingehen (das Beste habe ich mir für den Schluss aufgehoben). Du rückst Ubiquitous Computing mit einem Zitat in die Nähe des Totalitären. Jetzt ist es an mir zu argumentieren, dass Du damit Ubiquitous Computing bedeutender machst, als es in Wirklichkeit ist. Ein totalitäres System zeichnet sich aus durch „uneingeschränkte Verfügung über die Beherrschten und ihre völlige Unterwerfung unter ein (diktatorisch vorgegebenes) politisches Ziel...“ [Sch01]. Also bitte, das nenne ich mit Kanonen auf Spatzen schießen (oder auf Sensorknoten)! Außer-

¹⁰ Carl Stauber (1882) *Die Zukunft des Telefons*.

dem sind derartige Vergleiche immer gefährlich, da sie die Leiden der Opfer totalitärer Systeme relativieren.

Und zu der Sache mit dem Aufschub: Sei ehrlich, wenn es wirklich um eine wichtige Angelegenheit geht, dann schaffst Du es, einen Aufschub mit Deiner Frau auszuhandeln, und dann schafft es auch ein „Avatar“ (oder Deine Sekretärin, oder Dein Kollege...).

Liebe Grüße,

Matthias



```
Date: Mon, 23 Oct 2006 15:34:06
From: Vlad Constantin Coroama <coroama@inf.ethz.ch>
To: Matthias Handy <matthias.handy@uni-rostock.de>
Subject: Re: Wohin verschwindet der Computer?
```

Lieber Matthias,

Du hast in Deiner letzten E-Mail sicher einige gute Argumente geliefert. Andere jedoch verzerren etwas die Wirklichkeit bzw. sind meiner Ansicht nach schlichtweg falsch. So schreibst Du beispielsweise: „...verglichen jedoch mit der Kern- und Genforschung sind die Forschungsetats der Ubiquitous-Computing-Gemeinde verschwindend gering“ und führst dann das Beispiel eines 4,5-Milliarden-Euro-Reaktors an, um auf die außerordentliche Höhe der Summen in diesen anderen

Bereichen hinzuweisen. Daraus könnte ja der Eindruck entstehen, dass der Bereich des Ubiquitous Computing / Ambient Intelligence mit einem deutlich kleineren Etat auskommen müsste. Dies stimmt jedoch nicht. In Wahrheit handelt es sich bei den Forschungsetats unserer Gemeinde ebenfalls um Summen in Milliardenhöhe. So sind im sechsten Rahmenprogramm der Europäischen Union für die „Information Society Technologies“ insgesamt 3,6 Milliarden Euro als Budget vorgesehen.¹¹ Dabei ist „Ambient Intelligence“ der größte von vier Bereichen, die sich diesen Haushalt teilen, und dürfte demnach mindestens 25% dieser Summe abschöpfen. Natürlich ist dies ein Budget für insgesamt fünf Jahre (2002-2006), Dein Reaktor wird jedoch auch nicht von heute auf morgen gebaut. Vielmehr soll er erst 2015 fertig gestellt werden.¹²

Interessanterweise ist das EU-Forschungsbudget der „Information Society Technologies“ (mit Ambient Intelligence als Schwerpunkt) sogar höher als das Budget für „Life Sciences, Genomics and Biotechnology“, zu welchem Gentechnik, Dein anderes Beispiel eines Bereiches mit einem „ungleich höheren“ Budget, gehört.¹³ Ich habe die EU-Forschungsetats aufgeführt, weil sich diese einfach finden und vergleichen lassen. Natürlich gesellen sich zu diesen (und zwar in allen drei Bereichen) US-amerikanische und andere nationale Forschungsgelder, die Industrieforschung sowie militärische Quellen (die gerade im Bereich der Sensornetze nicht spärlich fließen) dazu. Insgesamt muss ich mich jedoch klar Deiner Aussage verwehren, Ubiquitous Computing und Ambient Intelligence hätten deswegen noch nicht viel hervorbringen können, weil die Forschungsmittel zu gering seien. Ich hoffe belegt zu haben, dass das Gegenteil der Fall ist und die Forschung im Bereich des Ubiquitous Computing mit vergleichbarem (personellem und finanziellem) Aufwand betrieben wird wie die Gen- oder Kernforschung – wenn auch, wie Du selbst meinst, viel weniger beachtet von der Öffentlichkeit.

Ferner bringst Du einige Beispiele aus dem späten 19. Jahrhundert. Natürlich ist es so, dass vor mehr als hundert Jahren Enkelkinder noch weitgehend wie ihre Großeltern gelebt haben und sich Dinge nur langsam veränderten. Neue Entdeckungen und technische Entwicklungen setzten sich sehr schleppend durch. Dies hat sich allerdings in den letzten Jahren geändert. Denk doch nur an die Mobiltelefonie, die in etwa einem Jahrzehnt den Markt überflutet hat, oder an die digitalen Kameras, die eine noch kürzere Zeit dafür brauchten. Manche Wissenschaftler und Zukunftsforscher behaupten sogar, der technologische Fortschritt allgemein entwickle sich exponentiell (eine Art sehr verallgemeinertes Moore'sches Gesetz also). So schreibt zum Beispiel Kurzweil: „The exponential growth of technology is not limited to computation, but applies to all information-based technologies, including communications, memory, brain scanning, genomics, miniaturization, and even the rate of technical progress.“ Und weiter heißt es: „... it is not the case that we will experience 100 years of progress in the twenty-first century; rather we will witness on the order of 20.000 years of progress (at today's rate of progress, that is)“ [Kur01]. Zugegeben, Kurzweil ist ein unverbesserlicher Technikoptimist.

¹¹ Siehe http://europa.eu.int/comm/research/fp6/index_en.cfm?p=2.

¹² Siehe www.itercad.org/roadmap.html.

¹³ Letzteres siehe http://europa.eu.int/comm/research/fp6/index_en.cfm?p=1.

Dennoch beobachten wir alle, dass es immer weniger Zeit braucht, bis sich eine (letztlich erfolgreiche!) Technologie durchsetzt. Daher ist es auch nicht korrekt, Beispiele aus vergangenen Jahrhunderten heranzuziehen (wie in Deiner letzten E-Mail), um die lange Zeit zu unterstreichen, die nötig ist, bis die Wirkungen einer neuen Technologie einsetzen.

Du nennst weiterhin ein paar Beispiele sinnvoller Anwendungen des Ubiquitous Computing, allen voran CodeBlue. Die Vision dahinter (Einsatzkräften schneller als heute ein besseres Bild über die Gegebenheiten am Ort einer Katastrophe zu geben) ist an sich lobenswert. Die Autoren sind auch nicht die Ersten mit einer derartigen Idee. Hier an der ETH Zürich wurde zum Beispiel prototypisch ein neues Lawinenverschütteten-Suchgerät entwickelt, das den Suchenden neben dem Ort der Opfer auch weitere Daten zur Verfügung stellt: Sauerstoffgehalt sowie Puls und Körperlage der Verschütteten [Mic03]. Die Autoren mussten allerdings bei der praktischen Erprobung des Prototypen durch ausgebildete Bergretter viele Probleme feststellen. Einige davon waren technischer Natur. So könnten zum Beispiel die für den Prototypen benutzten Übertragungstechnologien (Bluetooth, WLAN) in einem fertigen Produkt nicht eingesetzt werden, da die entsprechenden Funksignale den Schnee nicht gut genug durchdringen [Mic03]. In dem CodeBlue-Artikel [Lor04] wird auf derartige Probleme überhaupt nicht eingegangen. Gerade jedoch in solchen Notfällen, für die CodeBlue gedacht ist, können Umgebungseinflüsse (etwa das in einem Gebäude ausgebrochene Feuer) auf die Qualität der von Sensoren gelieferten Daten erheblich sein. Des Weiteren zweifle ich an der Realisierbarkeit eines derartigen Konzepts schon aus Bequemlichkeitsgründen: Wenn man sich bewusst einer Gefahr aussetzt, so ist man bereit, für den Fall des Falles Schutzmaßnahmen zu treffen und dafür einen Verlust an Komfort in Kauf zu nehmen – etwa beim Motorradfahren einen Helm anzuziehen oder auf einer Skitour ein Lawinenverschütteten-Suchgerät bei sich zu tragen. Wenn Menschen jedoch alltäglichen Tätigkeiten nachgehen, so zweifle ich stark daran, dass sie bereit wären, sich (etwa bei der Arbeit) Sensoren um die Finger zu wickeln, damit bei einem höchst unwahrscheinlichen Brand die Retter ihre Lebenszeichen empfangen – und sie unter Umständen gar nicht mehr gerettet werden, weil die Lebenszeichen zu schwach sind und es andere Prioritäten gibt. Oder der Sensor nicht mehr richtig funktioniert. Oder die Batterien schon zu schwach sind.

Derartige Bedenken ethischer Natur waren auch die hauptsächlichen Einwände der professionellen Bergretter zum Lawinenschutz-Prototypen. Die überwältigende Mehrheit erfolgreicher Lawinenrettungen geschieht nämlich durch die nicht verschütteten Kollegen der Opfer. Grund dafür sind die kleinen Luftblasen, die sich um die Verschütteten bilden; dank ihnen hat man in den ersten 15 Minuten noch eine statistische Überlebenschance von 92%. 30 Minuten nach dem Unglück sind es nur noch 30%. Daher trifft die Bergrettung meist zu spät ein, und es bleibt den anderen Tourengebern überlassen, ihre Freunde schnell zu finden und auszugraben. Wenn diese nun plötzlich viel mehr Daten als früher kennen, so müssen sie ganz neue Entscheidungen treffen und unter Umständen über Leben und Tod ihrer Freunde oder Verwandten entscheiden: Zuerst die 20-jährige Freundin suchen, die nur noch schwache Lebenszeichen zu haben scheint, oder doch den Va-

ter, dessen Lebenszeichen stabiler erscheinen und der deswegen eventuell (aber eben nur eventuell) noch länger überleben könnte? Derartige Entscheidungen könnten viele Menschen lähmen, so dass das Ergebnis viel schlechter ausfallen würde, als wenn statt Identität und Zustand lediglich die Position der Opfern bekannt wäre. Die Schweizer Bergretter, die den Prototypen analysiert haben, sprachen sich daher allesamt gegen dessen Einsatz aus.

Schließlich sprichst Du das von mir entwickelte Ubiquitous-Computing-System an, dessen Ziel ein erhöhtes Maß an Unabhängigkeit für Blinde im Alltag ist – die „gesprächige Umgebung“ [Cor04]. Hauptziel des Systems war es zu zeigen, dass die von uns erwartete zunehmende Verbreitung von elektronischen Etiketten (die sogenannten „RFID tags“) nicht nur die oft kritisierten Negativfolgen hinsichtlich der Privatsphäre, sondern auch soziale Chancen mit sich bringen kann. Man könnte nämlich die in Zukunft auf immer mehr Produkten vorhandenen elektronischen Etiketten mit geringem Mehraufwand auch dazu benutzen, blinden und stark sehbehinderten Menschen mittels Sprachausgabe eine Fülle von Informationen über die entsprechenden Produkte zu liefern. Auf zahlreiche, nur über den Sehsinn erfassbare Informationen haben diese Personen heutzutage keinen Zugriff. Dies fängt damit an, dass Blinde nur aus der Form von Produkten, gerade im Supermarkt, nicht auf deren Inhalt schließen können – tausende Gläser und Plastikbecher fühlen sich trotz sehr unterschiedlicher Inhalte identisch an. Auch viele weitere, heute nur auf Etiketten gedruckte Informationen könnten so den Blinden in akustischer Weise zur Verfügung gestellt werden: Preis und Zutaten, Ablaufdatum und Herkunft. Obwohl sich die potenziellen Nutzer des Systems in Interviews mit dem schweizerischen Blindenverband überwiegend positiv geäußert haben, muss jedoch ganz klar festgestellt werden, dass ein derartiges System nie für Blinde allein implementiert würde – die Benutzergruppe sei einfach zu klein, um wirtschaftlich relevant zu sein, so die Vertreter der Blindenorganisationen. Und selbst wenn ein System wie die „gesprächige Umgebung“ flächendeckend verfügbar wäre, wie viel würde dies den Blinden wirklich zurückgeben? Das Geld wäre langfristig vielleicht viel besser in medizinische Forschung investiert! Wenn durch eine Wiederherstellung des Sehnervs oder neuartige Gehirnimplantate die meisten Blinden eines Tages wieder sehen könnten, wäre ihnen doch viel mehr geholfen als durch eine weitere (diesmal elektronische) Krücke.

Darüber hinaus gebe ich jedoch zu, dass Gesundheit eigentlich ein Gebiet wäre, in dem durch den Einsatz von Ubiquitous und Pervasive Computing viele sinnvolle Anwendungen realisiert werden könnten. Die überwältigende Mehrheit der vorgeschlagenen Systeme zielt jedoch leider ausschließlich auf Altersschwäche und Demenz. Im Jahr 2003, als ich am Gesundheitsworkshop der Ubiquitous-Computing-Konferenz teilnahm, hatten nicht weniger als 13 der 16 präsentierten Projekte diesen Schwerpunkt.¹⁴ Der gesamte sogenannte UbiHealth-Bereich ist meines Erachtens erstarrt in den Visionen einiger sehr kostspieliger Anwendungen für die wenigen Pflegeheime, die sich diese leisten könnten.

Damit bin ich auch schon beim letzten Argument für meine Skepsis bezüglich der Bedeutung von Ubiquitous Computing angekommen. Es geht um die Reali-

¹⁴ Siehe www.healthcare.pervasive.dk/ubicomp2003/papers/.

sierbarkeit der Visionen von Ubiquitous Computing. Oder müsste ich eher Nicht-Realisierbarkeit sagen? Dabei will ich zwischen technischer, wirtschaftlicher und sozialer Machbarkeit unterscheiden.

Ich glaube, dass eine erdrückende Mehrheit der Ubiquitous-Computing-Visionen schon aus technischen Gründen nicht (zumindest nicht in nächster Zukunft) realisierbar ist. Im Endeffekt soll ja fast jedes Ding der Welt mit kleinsten Computerchips, Sensoren und drahtloser Kommunikationsmöglichkeit aufgewertet werden, vom smarten Auto bis hin zur smarten Zahnbürste, ein Internet der Dinge soll entstehen, in dem die Dinge dieser Welt auf eigenen Webseiten ihre „Erfahrungen“ hinterlegen und so voneinander lernen können sowie im Verbund Aufgaben für uns Menschen erledigen und uns das Leben dadurch erleichtern. Dies heißt jedoch, dass Produkte von unzähligen Herstellern, basierend auf vielen ganz unterschiedlichen Hardware-Plattformen, miteinander kommunizieren müssen. Wie sollte das je klappen, wenn selbst heute bei einer relativ geringen Heterogenität an Hard- und Softwareplattformen und mit recht gut funktionierenden Standardisierungsverfahren immer wieder Kompatibilitätsprobleme auftauchen? Es vergeht ja beispielsweise kaum ein Geschäftstreffen, ohne dass sich nicht mindestens ein Laptopcomputer partout weigert, mit dem Projektor erfolgreich zu „kommunizieren“. Und erst die vielen kleinen Probleme, die mit all den verschiedenen Systemvarianten auftauchen würden: Für das neuartige Lawinenschütteten-Suchgerät muss ein neuer Kommunikationsstandard her, da die heutzutage verfügbaren den Schnee nicht gut genug durchdringen können. RFID-Etiketten können kaum durch Wasser oder Metall hindurch ausgelesen werden, und somit dürften auch die vielen Visionen des Einkaufens in der Zukunft, die unter anderem auch wir beide in [Cor03] beschrieben haben, recht wertlos sein. Und letztlich: Was passiert, wenn sich die Softwareversion 3.06.2 als fehlerhaft herausstellt und auf den 15 Milliarden Temperatursensoren dieser Welt durch den Nachfolger 3.06.3 ersetzt werden muss?

Des Weiteren möchte ich die wirtschaftliche Machbarkeit dieser großen, alles umfassenden Ubiquitous-Computing-Vision in Frage stellen. Insellösungen werden kommen, davon bin ich überzeugt, sei es in der Logistik, im Verkehr oder in anderen Bereichen. Wer sollte jedoch die Abermillionen Sensoren in der Welt verstreuen oder überall RFID-Lesegeräte aufstellen – und zu welchem Zweck? Solche Infrastrukturprojekte sind ja typischerweise Aufgabe des Staates. Angesichts leerer Kassen, dringenderer Probleme sowie der Tatsache, dass sich in den letzten Jahren wegen des Widerstands der lokal betroffenen Bevölkerung kaum noch eine Mobilfunk-Antenne aufstellen lässt, zweifle ich sehr stark an einer diesbezüglichen Initiative der öffentlichen Hand.

Zuletzt und als vielleicht wichtigsten Punkt möchte ich die „soziale Machbarkeit“ ansprechen. Auch wenn die technischen Probleme lösbar und die Finanzierung gesichert wären, glaube ich nicht, dass unsere Gesellschaft bereit wäre zu akzeptieren, dass jederzeit alles über jedermann bekannt sein kann, dass zum Beispiel meine Freundin jederzeit die Webseite meines Koffers und somit seinen Aufenthaltsort abrufen kann. Und erzähl mir nicht, ich könne ja das Lokalisierungssystem des Koffers ausschalten oder meiner Freundin die Zugriffsrechte für die Webseite verweigern! Ich höre da schon: „Warum war Dein Koffer eigentlich

ausgeschaltet, wo warst Du das letzte Wochenende nun wirklich?“ Einen derartigen Koffer würde niemand kaufen wollen, genauso wenig wie den Kühlschrank, der sich nicht mehr öffnen lässt, wenn sein Alkoholsensor die schon eindeutige Fahne des Besitzers registriert. Spaß beiseite, die Gesellschaft scheint ja nicht einmal bereit zu sein, allgemein zugängliche Vaterschaftstests zuzulassen. Es wird debattiert, diese trotz ihres eindeutigen Nutzens komplett zu verbieten aus Angst, dass ausgeweitete Vaterschaftstests zu einer gesellschaftlichen Zerreißprobe führen würden. Die Akzeptanz einer ungleich weitergehenden Überwachung, wie sie von der umfassenden Ubiquitous-Computing-Vision impliziert wird, scheint daher erst recht fraglich.

Dass die „intelligenten Helfer“, wie z.B. der in meiner vorherigen E-Mail erwähnte D-Me, weitere schwerwiegende soziale Akzeptanzprobleme hervorrufen würden (falls sie so umgesetzt würden, wie oft in Visionen und Projekten beschrieben), davon sind wir wohl beide überzeugt. Doch auch wenn Du lieber über Sensornetze sprichst, so macht diese andere Art von Visionen, die der kommunizierenden smarten Dinge, immer noch einen Großteil der Ubiquitous-Computing-Literatur (und auch der geförderten Projekte) aus. Daher möchte ich noch kurz Christopher Lueg erwähnen, der überzeugend argumentiert, dass viele Szenarien, Visionen und Projekte des Ubiquitous Computing sich eher wie Science Fiction anhören [Lue02]. Als Ursache identifiziert er die Tatsache, dass die den Menschen helfenden Systeme letztlich immer die Wünsche des Benutzers abschätzen müssen („approximation“ ist der dabei verwendete englische Begriff). Dies sei jedoch ein alter unerfüllter Traum der künstlichen Intelligenz und auch unter dem Namen „Ubiquitous Computing“ zum Scheitern verurteilt.

Besten Gruß,

Vlad

```
Date: Thu, 26 Oct 2006 02:33:57
From: Matthias Handy <matthias.handy@uni-rostock.de>
To: Vlad Constantin Coroama <coroama@inf.ethz.ch>
Subject: Re: Wohin verschwindet der Computer?
```

Lieber Vlad,

vielen Dank für Deine lange E-Mail, die ein paar interessante neue Argumente ins Spiel bringt, wenngleich sie mich nicht konzilianter stimmt. Und das liegt nicht allein daran, dass Du mir vorhältst, falsch zu argumentieren. Doch dazu später mehr. Du lieferst anschauliche Beispiele für das Versagen von Prototypen und willst augenscheinlich damit den Eindruck erzeugen, dass die Mehrheit der Entwicklungen in dem Bereich zu ambitioniert sei, als dass sie jemals Realität werden könnte. Ich halte Deine Beispiele für nicht repräsentativ. Dass es auch genügend Positivnachrichten gibt, lässt sich einfach belegen. So berichtete jüngst die ameri-

kanische Handelskette Wal-Mart davon, dass nach einer Studie der Universität von Arkansas der Einsatz der RFID-Technologie in ihren Filialen schon zu signifikanten Effizienzsteigerungen geführt hat.¹⁵ RFID-Etiketten an Supermarktartikeln erleichtern Warenannahme, Bestandsüberwachung und Kassiervorgang. Die Studie belegt einen Rückgang von ausverkauften Waren in der Höhe von 16 Prozent im Durchschnitt aller Filialen, die RFID-Systeme einsetzen. Überdies ist in diesen Filialen die Anzahl der manuellen Nachbestellungen um 10 Prozent zurückgegangen, und die Zeit für die Auffüllung eines ausverkauften Produktes konnte um zwei Drittel reduziert werden.

Doch nicht nur Geschäftsprozesse können von den neuen Technologien profitieren. Auch der Normalbürger kann bereits einen Nutzen aus der Ubiquitous-Computing-Forschung ziehen. So hat die Technik der Spracherkennung in den vergangenen Jahren enorme Fortschritte gemacht und hilft dem Menschen bei der Bedienung komplexer technischer Geräte, von denen er sich mehr und mehr überfordert fühlt.¹⁶ Spracherkennungssysteme unterscheiden mittlerweile sogar Dialekte und emotionale Erregungszustände und können etwa das Autofahren sicherer machen, indem der Fahrer die Bordsysteme mit seiner natürlichen Sprache steuert.

Sehr ausführlich schilderst Du das Beispiel des Einsatzes von Ubiquitous-Computing-Technologien bei der Lawinenrettung. Die technischen Probleme bei der Realisierung wären aber vorhersagbar gewesen. Es ist allgemein bekannt, dass Funkkommunikation im UHF- und Mikrowellenbereich (WLAN und Bluetooth funken beide im 2,45-GHz-Bereich) Schwierigkeiten bei der Durchdringung von Wasser hat. Niedrigere Frequenzen kommen damit viel besser zurecht [Sch03]. Auch vergisst Du offensichtlich den Kern von Weisers Vision von der Technik, die in den Hintergrund tritt und, ohne die Aufmerksamkeit des Menschen zu erfordern, ihre Dienste verrichtet. Es ist doch von niemandem ernsthaft zu erwarten, dass er sich Sensoren an die Finger „kleben“ lässt. Aber vielleicht ist das ja die Hauptursache für die fehlende Akzeptanz von Ubiquitous-Computing-Technologien: Wenn sie korrekt funktionieren, nimmt sie niemand mehr wahr. Und dass sie bereits funktionieren, lässt sich nicht bestreiten, wie man am Beispiel der RFID-Technik erkennt, die etwa für das Bezahlen in der Mensa oder beim Ausleihen von Büchern aus Bibliotheken still und effektiv ihren Dienst verrichtet.¹⁷

Vielleicht war es etwas übertrieben zu behaupten, die Forschungsausgaben für den Bereich des Ubiquitous Computing wären gering. Jedoch kannst Du das Gegenteil nicht beweisen, indem Du Forschungsausgaben der EU als Argumentationshilfen anführst. Der EU-Forschungshaushalt ist im Vergleich zu den nationalen Forschungsetats der EU-Mitgliedstaaten gering. So hat die EU im sechsten Rahmenprogramm für die Jahre 2002-2006 insgesamt 17,5 Mrd. Euro zu vergeben. Was sich zunächst nach viel anhört, relativiert sich, wenn man die Forschungsetats der EU-Mitgliedsländer daneben stellt. So machen diese 17,5 Mrd. Euro nicht

¹⁵ „Wal-Mart beweist den Nutzen von RFID“, siehe www.silicon.de/cpo/ts-busisoft/detail.php?nr=24373.

¹⁶ „Der Siegeszug der Spracherkennung“ in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Rubrik „Technik und Motor“, 4.10.2005.

¹⁷ Siehe z.B. www.tu-darmstadt.de/hrz/chipkarte/.

einmal fünf Prozent der Forschungshaushalte aller EU-Mitgliedsstaaten zusammen aus [EuK02]. Hinzu kommt, dass die EU (bisher noch) überwiegend angewandte Forschung fördert und die Grundlagenforschung den Mitgliedstaaten überlässt.

Ich stimme zu, Informationen müssen präzise und zielgenau zur Verfügung gestellt werden, und das immense Aufkommen an Daten muss zu verwertbarer Information „veredelt“ werden. Erst dann machen Ubiquitous-Computing-Technologien wie Sensornetze oder RFID-Systeme einen Sinn. Du argumentierst, dass zu viel Information oft kontraproduktiv wirkt. Bessere Informationsversorgung ist dagegen oft gefordert, gerade in Krisensituationen, wie der Katastrophenbericht des Internationalen Roten Kreuzes und des Internationalen Roten Halbmondes aus dem Jahr 2004 zeigt, der jüngst vorgestellt wurde. Darin wird bemängelt, dass der Informationsaustausch vor und während einer Krisensituation bislang unzureichend ist, wie sich auch an der Tsunami-Katastrophe im Dezember 2004 gezeigt hat. Es wird in diesem Bericht der Bedarf an besseren Informationssystemen festgestellt, wozu die Ubiquitous-Computing-Forschung einen bedeutenden Beitrag leisten kann.¹⁸

Doch verlassen wir die Nebenschauplätze und schauen uns Deine Kernargumente an. Du bezweifelst die, wie Du es nennst, wirtschaftliche Machbarkeit von Ubiquitous-Computing-Technologien, ich hingegen bin diesbezüglich nicht so pessimistisch. Denn das Gesetz von Moore, das Du in einem anderen Zusammenhang zitierst, hat zur Folge, dass Technik im Laufe der Zeit immer billiger wird. Nebenbei bemerkt führt eine allzu weite Auslegung des Gesetzes von Moore zu immer spekulativeren Aussagen, wie Gordon Moore selbst attestiert und dazu ironisch anmerkt: „Moore’s Law has been the name given to everything that changes exponentially in the industry. I saw, if Gore invented the Internet, I invented the exponential.“¹⁹

Passive RFID-Etiketten sind heute zu einem Stückpreis von unter 50 Cent zu haben, Tendenz fallend [Lam05]. Wenn in naher Zukunft ohnehin jeder Artikel aus Effizienzgründen im Supply-Chain-Management mit einem RFID-Etikett versehen wird, dann wäre dies nichts anderes als der erste Schritt in Richtung einer Infrastruktur, für die nicht nur der Staat verantwortlich wäre. Viele flächendeckende Infrastrukturmaßnahmen wurden privat finanziert, so zum Beispiel Mobilfunknetze.

Das von Dir angesprochene Problem der technischen Machbarkeit sehe ich weniger dramatisch. Ich stimme Dir zu, wir sind noch weit davon entfernt, dass im Supermarkt ein gefüllter Einkaufswagen automatisch auslesbar ist, ohne dass die Waren herausgenommen werden müssen. Und Du hast Recht, dass dies mit dem Ausbreitungsverhalten von Funkwellen bei Anwesenheit von Metall und Wasser zusammenhängt. Es stimmt jedoch nicht, dass RFID-Systeme generell mit Metall und Wasser Probleme haben. Systeme im LF- und HF-Bereich kommen sehr gut mit Flüssigkeiten zurecht, haben jedoch Probleme mit der Anwesenheit von Me-

¹⁸ Siehe www.drk.de/a-internettagebuch/051004_wdr/WKB2005.htm.

¹⁹ On Moore’s Law and fishing – Gordon Moore speaks out, U.S. News Online. Siehe www.usnews.com/usnews/transcripts/moore.htm.

tall. Dagegen reagieren Systeme im UHF-Bereich empfindlicher auf Wasser, kommen aber mit metallischen Gegenständen besser zurecht als LF- und HF-Systeme [Fin03]. Daneben sprichst Du die Probleme der Standardisierung und Skalierbarkeit an. Du hast Recht, dies sind noch große Herausforderungen, die auf dem Weg zur Realisierung der Vision zu meistern sind. Diese Probleme sind jedoch identifiziert, es wird daran geforscht [Est99, Aky04]. Und sind vorhandene technische Probleme nicht auch ein Argument für mehr Ubiquitous-Computing-Forschung?

Du behauptest außerdem, dass Ubiquitous-Computing-Technologien von der Gesellschaft abgelehnt würden, da sie das Potenzial hätten, zu einem Instrument der totalen Überwachung zu werden. Ich halte diese Debatte jedoch für ein rein akademisches Schreckgespenst. Die „Gesellschaft“ geht mit neuen Technologien in der Regel viel entspannter um, als die Heerscharen von Bedenkenträgern in ihren Elfenbeintürmen es prophezeien. Nehmen wir das Beispiel Mobilfunk. Mit einem eingeschalteten Handy lässt sich jeder Mensch heute auf wenige hundert Meter genau orten. Zeichnet man diese Ortsinformationen über einen längeren Zeitraum auf, so lässt sich ein ziemlich genaues Bewegungsprofil erstellen. Ich denke, dass sich viele Menschen dessen bewusst sind und trotzdem ihr Handy jederzeit eingeschaltet haben, da sie ganz einfach das Gefährdungspotenzial anders, vielleicht sogar realistischer einschätzen. Oft werden jedoch nach dem Motto „only bad news are good news“ Verunsicherung schürende Meldungen in den Massenmedien verbreitet, wie man am Beispiel der RFID-Technologie sehr gut feststellen kann: Im Februar 2004 versammelten sich vor dem METRO-Future-Store (einem Supermarkt, in dem einige Artikel mit RFID-Etiketten ausgestattet sind, die an der Kasse anstelle eines Strichcodes gescannt werden) 20-30 organisierte Aktivisten zu einer Demonstration gegen diese neue Technologie und skandierten auf Plakaten „Stop RFID“ oder „peRFIDe“.²⁰ Dieses kleine Häuflein löste ein weltweites Presseecho aus, sogar in den USA und Australien wurde über die Protestaktion berichtet. Als die Firmen Gillette und Benetton RFID-Tags an ihren Produkten testeten, riefen sofort „pressure groups“ zum Boykott auf. Der WDR betitelte eine Sendung zum Thema RFID mit „Schnüffelchips im Joghurtbecher“. Dass dieses Bewusstsein der Gefahren in der Bevölkerung noch nicht angekommen ist, liegt meines Erachtens weniger daran, dass zu wenig über diese Technik informiert wird, sondern an einer anderen Bewertung derselben. RFID-Etiketten im Supermarkt können erhebliche Effizienzgewinne für Unternehmen bewirken, auch ohne die Privatsphäre der Kundschaft zu gefährden. Zahlreiche Vorschläge, wie dies erreicht werden kann, wurden bereits unterbreitet [Sar02, Wei03, Jue03]. Andererseits ist der Kunde jedoch schon für eine minimale Preisersparnis bereit, auf seine Anonymität beim Einkaufen zu verzichten, wie die weite Verbreitung von Payback-Karten zeigt [Lan05].

Unter welchem Namen wir die Fortentwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien zusammenfassen, ist meines Erachtens nebensächlich. Ob nun „Ubiquitous Computing“, „Pervasive Computing“ oder „Ambient Intelligence“ – letztendlich ist es der Mensch, der eine Vision mit Leben füllt und es da-

²⁰ www.foebud.org/rfid/fotoalbum/rheinberg

mit in begrenztem Maße selbst in der Hand hat, wie seine Zukunft aussieht. Weisers Vision war die einer Technik, die in den Hintergrund tritt und den Menschen bei der Verrichtung seiner alltäglichen Aktivitäten unterstützt, *ohne* dessen Aufmerksamkeit allzu stark auf sich zu ziehen. Vielleicht sind auch die eben genannten Begriffe mittlerweile schon zu verbraucht und für technische Entwicklungen missbraucht worden, die allesamt nur die ersten Schritte sind in Richtung der eigentlichen Vision. Bisherige Ubiquitous-Computing-Prototypen wirken oft wie der technische Overkill und nicht wie das „smarte“ Pendant eines Gegenstandes oder eines Prozesses. Vielleicht sollten wir uns öfter dessen vergewissern, was Wade Roush unter dem neuen Schlagwort „Continuous Computing“ kürzlich in einer Kolumne für das Magazin Technology Review schrieb [Rou05]: „Die Hardware und Software dahinter wird niemals unsichtbar werden, aber weniger aufdringlich, und sie erlaubt uns, die Aufmerksamkeit auf die tatsächliche Information zu konzentrieren. Letztlich wird das Leben in einer Welt des ‚Continuous Computing‘ sein wie das Tragen einer Brille: Der Rahmen ist eigentlich immer sichtbar, aber der Träger vergisst einfach, dass er eine Brille trägt – obwohl sie das Einzige ist, was die Welt klar erscheinen lässt.“

Liebe Grüße, Du Grübler!

Matthias

Literatur

- [Ada03] Adamowsky N (2003) Smarte Götter und magische Maschinen – zur Virulenz vormoderner Argumentationsmuster in Ubiquitous-Computing-Visionen. In: Mattern F (Hrsg.) Total vernetzt, Springer-Verlag, 231–247
- [Aky02] Akyildiz IF, Su W, Sankarasubramaniam Y, Cayirci E (2002) Wireless sensor networks: a survey. *Computer Networks* 38, 393–422
- [Aky04] Akyildiz IF, Kasimoglu IH (2004) Wireless sensor and actor networks: research challenges. *Ad Hoc Networks* 2, Elsevier, 351–367
- [Ara95] Araya A (1995) Questioning ubiquitous computing. In: Proc. of the 23rd Annual Conference on Computer Science, ACM Press, 230–237
- [Boh05] Bohn J, Coroama V, Langheinrich M, Mattern F, Rohs M (2005) Social, economic, and ethical implications of ambient intelligence and ubiquitous computing. In: Weber W, Rabaey J, Aarts E (eds.) *Ambient intelligence*, Springer-Verlag, 5–29
- [Bry04] Bryant R, Seibel EJ, Lee CM, Schroder, KE (2004) Low-cost wearable low vision aid using a handmade retinal light scanning microdisplay. *Journal of the Society for Information Display* 12(4), 397–404
- [Cho03] Chong CY, Kumar SP (2003) Sensor networks: evolution, opportunities, and challenges. *Proc. of the IEEE* 91(8), 1247–1256
- [Con04] Consolvo S, Roessler P, Shelton BE (2004) The Carenet display: lessons learned from an in home evaluation of an ambient display. In: Proc. of the 6th International Conference on Ubiquitous Computing: UbiComp 2004, Springer-Verlag, LNCS 3205, 1–17

- [Cor03] Coroama V, Hähner J, Handy M, Rudolph-Kuhn P, Magerkurth C, Müller J, Strasser M, Zimmer T (2003) Leben in einer smarten Umgebung: Ubiquitous-Computing-Szenarien und -auswirkungen. Technical Report 431, ETH Zürich
- [Cor04] Coroama V, Kapic T, Röthenbacher F (2004) Improving the reality perception of visually impaired through pervasive computing. In: Ferscha A, Hoertner H, Kotsis G (Hrsg.) *Advances in Pervasive Computing*, Oesterreichische Computer Gesellschaft, 369–376
- [Cul04] Culler D, Estrin D, Srivastava M (2004) Overview of sensor networks. *IEEE Computer* 37(8), 41–49
- [Est99] Estrin D, Govindan R, Heidemann J, Kumar S (1999) Next century challenges: scalable coordination in sensor networks. In: *Proc. of ACM/IEEE MobiCom*, Seattle, 263–270
- [Est02] Estrin D, Culler D, Pister K, Sukhatme G (2002) Connecting the physical world with pervasive networks. *IEEE Pervasive Computing* 1(1), 59–69
- [EuK02] Die Europäische Kommission (Hrsg.) (2002) The sixth framework programme in brief. http://europa.eu.int/comm/research/fp6/pdf/fp6-in-brief_en.pdf
- [Fin03] Finkenzeller K (2003) *RFID handbook: Fundamentals and applications in contactless smart cards and identification*. Springer-Verlag
- [Fle03] Fleisch E, Mattern F, Billinger S (2003) Betriebswirtschaftliche Applikationen des Ubiquitous Computing – Beispiele, Bausteine und Nutzenpotentiale. In: Sauerburger H (Hrsg.) *Ubiquitous Computing, HMD 229 – Praxis der Wirtschaftsinformatik*, dpunkt.verlag, 5–15
- [Gel99] Gellersen H-W, Beigl M, Krull H (1999) The Mediacup: awareness technology embedded in an everyday object. In: *Proceedings of the 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC99)*, Springer-Verlag, LNCS 1707
- [Hil03] Hilty L, Behrendt S, Binswanger M, Bruinink A, Erdmann L, Fröhlich J, Köhler A, Kuster N, Som C, Würtenberger F (2003) Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft. Auswirkungen des Pervasive Computing auf Gesundheit und Umwelt. Studie des Zentrums für Technologiefolgen-Abschätzung TA-SWISS, TA 46/2003
- [IST01] Information Society Technologies Advisory Group (2001) Scenarios for ambient intelligence in 2010. www.cordis.lu/ist/istag-reports.htm
- [Jue03] Juels A, Rivest R, Szydlo M (2003) The blocker tag: selective blocking of RFID tags for consumer privacy. In: Atluri V (Hrsg.) *Proc. of the 8th ACM Conference on Computer and Communication Security*, 103–111
- [Kaw05] Kawsar F, Fujinami K, Nakajima T (2005) Augmenting everyday life with sentient artefacts. In: *Proceedings of the joint sOc-EUSAI'2005 conference*
- [Kur01] Kurzweil R (2001) Fine living in virtual reality. In: Denning PJ (Hrsg.) *The invisible future – the seamless integration of technology in everyday life*. McGraw-Hill, 193–215
- [Lam02] LaMarca A, Brunett W, Koizumi D, Lease M, Sigurdsson SB, Sikorski K, Fox D, Borriello G (2002) Making sensor networks practical with robots. In: Mattern F, Naghshineh M (Hrsg.) *Pervasive Computing*, Springer-Verlag, LNCS 2414, 152–166
- [Lam05] Lampe M, Flörkemeier C, Haller S (2005) Einführung in die RFID-Technologie. In: Fleisch E, Mattern F (Hrsg.) *Das Internet der Dinge – Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis*, Springer-Verlag, 69–86
- [Lan05] Langheinrich M (2005) Die Privatsphäre im Ubiquitous Computing – Datenschutzaspekte der RFID-Technologie. In: Fleisch E, Mattern F (Hrsg.) *Das Internet der Dinge – Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis*, Springer-Verlag, 329–362
- [Lor04] Lorincz K, Malan D, Fulford-Jones TRF, Nawoj A, Clavel A, Shnayder V, Mainland G, Moulton S, Welsh M (2004) Sensor networks for emergency response: challenges and opportunities. *IEEE Pervasive Computing* 3(4), 16–23

- [Lue02] Lueg C (2002) On the gap between vision and feasibility. In: Mattern F, Naghshineh M (Hrsg.) Pervasive Computing, Springer-Verlag, LNCS 2414, 45–57
- [Mat05] Mattern F (2005) Die technische Basis für das Internet der Dinge. In: Fleisch E, Mattern F (Hrsg.) Das Internet der Dinge – Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis, Springer-Verlag, 39–66
- [Mic03] Michahelles F, Ahonen T, Schiele B (2003) A-life – increasing survival chances in avalanches by wearable sensors. 3rd International Workshop on Smart Appliances and Wearable Computing (IWSAWC 2003)
- [Roe02] Römer K, Domnitcheva S (2002) Smart playing cards: a ubiquitous computing game. In: Journal for Personal and Ubiquitous Computing (PUC), Vol. 6, 371–378
- [Rou05] Roush W (2005) Soziale Maschinen. In: Technology Review Deutschland, Ausgabe August 2005, Heise
- [Sar02] Sarma SE, Weis SA, Engels DW (2002) RFID systems and security and privacy implications. Proc. of the 4th Workshop on Cryptographic Hardware and Embedded Systems, Springer-Verlag, LNCS 2523
- [Sch01] Schubert K, Klein M (2001) Das Politiklexikon. Verlag J.H.W. Dietz
- [Sch03] Schiller J (2003) Mobilkommunikation. 2. Auflage, Addison-Wesley
- [Ver76] Verne J (1976) Von der Erde zum Mond. Diogenes
- [Wei03] Weis SA, Sarma SE, Rivest RL, Engels DW (2003) Security and privacy aspects of low-cost radio frequency identification systems. In: Proc. of the 1st Int. Conference on Security in Pervasive Computing, Boppard, März 2003, Springer-Verlag, LNCS 2802, 201–212
- [Wei91] Weiser M (1991) The computer for the 21st century. Scientific American 265(3), 66–75

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. Neben technischen Fragestellungen beschäftigt er sich mit den gesellschaftlichen (insbesondere sozialen und volkswirtschaftlichen) Auswirkungen des Ubiquitous Computing und ist (Mit-)Autor mehrerer Buchbeiträge und Artikel zu diesem 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 Autoren nahmen teil am Ladenburger Kolleg „Leben in einer smarten Umgebung“, das in den Jahren 2002-2005 mögliche Auswirkungen des Ubiquitous Computing untersuchte und sind Mitautoren der im Dezember 2003 erschienenen Studie „Leben in einer smarten Umgebung: Ubiquitous-Computing-Szenarien und -Auswirkungen.“