

**Zeitschrift:** bulletin.ch / Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse  
**Band:** 95 (2004)  
**Heft:** 19

**Artikel:** Verselbständigt sich der Computer?  
**Autor:** Hilty, Lorenz M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857986>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Verselbständigt sich der Computer?

## Pervasive Computing könnte den Menschen schrittweise entmündigen

Werden Gegenstände durch Pervasive Computing vernetzt, treffen sie eigene Entscheidungen und umgehen im Alltag zunehmend den Menschen. Dieser muss sich darauf verlassen, dass ein vernetztes System von Mikroprozessoren richtig für ihn entscheidet. Die Folgen dieser Entwicklung müssen systematisch abgeschätzt werden, damit Chancen und Risiken frühzeitig erkannt werden. Werden autonome Systeme eingesetzt, können technische Vorgänge nicht mehr zuverlässig vorausgesagt werden, mit entsprechenden Konsequenzen für die Sicherheit. Unter Umständen muss sich das Verhältnis zwischen Mensch und Maschine grundlegend verändern.

Die Vorstellung, der Computer als programmierter Rechenknecht könnte sich gegen seinen Meister auflehnen, liefert seit Jahrzehnten Stoff für Science-Fiction-Autoren. Passend zu den Zentralrechnern der 1960er-Jahre hat Arthur C. Clarke in «2001 – Odyssee im Weltraum» den Bordcomputer HAL geschaffen, der

*Lorenz M. Hilty*

als Einziger an Bord des Raumschiffes die wahre Mission des Raumfluges kennt. Im Laufe des Fluges kommt es zu einem offenen Kampf zwischen Mensch und Maschine [1]. Seither hat sich die Technik – und mit ihr auch die Science-Fiction-Phantasien – stark verändert. Versuche mit winzigen Von-Neumann-Prozessoren, die sich in drahtlosen Netzwerken selbst organisieren, auch eGrains oder Smart Dust genannt, und Eric Drexlers Konzept der Nanomaschinen [2] haben Michael Crichton jüngst zu seiner Fiktion von «Grey Goo» inspiriert: Einem grauen Schleim aus sich selbst reproduzierenden Nanorobotern, so genannten Nanobots, der die Welt überwuchert [3].

Die Science-Fiction geht hier über das wissenschaftlich Denkbare hinaus. Zum einen stösst der Versuch, menschliche Kommunikationsfähigkeiten wie jene von HAL zu konstruieren, auf prinzipielle Probleme. Dies haben vier Jahr-

zehnte Forschung im Bereich der Künstlichen Intelligenz inzwischen gezeigt. Und Crichtons Roman, der auf die Verbindung von Informatik und Nanotechnologie setzt, stützt seine Horrorvision auf eine Reihe von wissenschaftlich unhaltbaren Annahmen. Die Nanobots würden bereits daran scheitern, sich die seltenen Rohstoffe zu beschaffen, die sie zu ihrer Replikation benötigen [4].

Dennoch erscheint die Frage berechtigt, ob die rasante Verkleinerung von informationsverarbeitenden Maschinen und ihre Einbettung in alltägliche Gegenstände die Aufgabenteilung zwischen Mensch und Maschine verändert – und ob diese Entwicklung das Risiko mit sich bringt, dass wir in Zukunft zunehmend von Computern bevormundet werden.

Das Verhältnis zwischen Mensch und Maschine hat sich in der Geschichte mehrfach verändert. In den Anfängen der Industrialisierung war der Mensch lediglich Bediener von Produktionsanlagen. In Taylors Fabriken wurden die Arbeiter zu Rädchen im Getriebe eines Produktionsablaufs, in dem die Maschinen den Takt vorgaben. Erst später verbreiteten sich Haushaltgeräte und andere Maschinen, die dazu gedacht waren, den Menschen zu bedienen (und nicht umgekehrt). Ganz analog entwickelte sich die Computertechnik im vergangenen Jahrhundert. Im Umfeld der ursprünglichen Zentralcomputer sprach man noch vom Bediener, bis die Informatik den Menschen als Benutzer zu sehen begann. Der Benutzer agiert, die Maschine reagiert. Die Software-Ergonomie erforschte und gestaltete die Interaktion zwischen Mensch und Maschine und entwickelte interaktive, schliesslich sogar grafische Schnittstellen. Dieser Paradigmenwechsel in der Informatik ging einher mit dem Übergang von Zentralrechnern zu Mini- und Mikrocomputern und der Popularisierung des Computers bis zum heute verbreiteten PC.

Mit Pervasive Computing wird ein neuer Paradigmenwechsel in der Informatik propagiert: Der Computer soll in den Dingen verschwinden, die uns im Alltag umgeben, und sie zu «Smart Objects» machen. Die eingebetteten Chips werden drahtlos miteinander vernetzt sein und über Sensoren verfügen, so dass sie in der Lage sind, auf ihre Umgebung zu reagieren. Dies wird die Aufgabenteilung zwischen Mensch und Maschine er-

### Abteilung Technologie und Gesellschaft der EMPA

Die EMPA ist nicht nur die Eidgenössische Materialprüfungsanstalt, sondern primär eine Forschungsanstalt des ETH-Bereichs. In der Abteilung Technologie und Gesellschaft hat die EMPA alle Aktivitäten konzentriert, die sich mit den gesellschaftlichen und ökologischen Auswirkungen neuer Technologien befassen ([www.empa.ch/atg](http://www.empa.ch/atg)).

Drei Forschungsteams führen Studien zur Innovations- und Technikanalyse, zum Lebensweg von Produkten und Dienstleistungen sowie zum Einsatz von Modellen und Informationssystemen durch. Ein viertes Team befasst sich mit weltweiter Technologiekooperation. Die Abteilung ist für das Programm «Nachhaltigkeit in der Informationsgesellschaft» des ETH-Rates verantwortlich. Auftraggeber sind nationale Einrichtungen der Forschungsförderung, Industrieunternehmen und die Europäische Kommission.

neut verändern. Wird die von Science-Fiction-Autoren beschriebene Verselbständigung des Computers dadurch zu einem realen Risiko?

## Was ist eine Verselbständigung des Computers?

Die «Verselbständigung» des Computers ist kein Fachbegriff. Hier wird damit eine Entwicklung bezeichnet, in der das Verhalten von Computersystemen für den Benutzer schwerer kontrollierbar und steuerbar wird. Das Forschungsgebiet Autonome Systeme widmet sich explizit dem Ziel, den Computer zu verselbständigen und Systeme zu entwickeln, die ihr Verhalten selbst verändern und an die Umgebungsbedingungen anpassen können [5]. Autonome Systeme können zum Beispiel als Software-Agenten realisiert sein die in Vertretung ihrer Benutzer handeln – etwa bei der Termin- oder Reiseplanung.

Entscheidungen an Maschinen zu delegieren ist genau genommen ein alltäglicher Vorgang. Wenn wir die Raumtemperatur von einem Thermostaten regeln lassen, entscheidet dieser selbst, ob er die Heizung ein- oder ausschaltet. Die meisten Geräte, die wir im Alltag benutzen, vom Kühlschrank bis zum Auto, sind mit

einer Vielzahl von Regeln ausgestattet, ohne dass daraus ein Problem entsteht. Wenn die delegierten Entscheidungen jedoch komplexer werden, so kommt es häufiger vor, dass das Ergebnis nicht der Absicht des Benutzers entspricht: Autofahrer werden von der Diebstahlsicherung in ihrem Fahrzeug eingeschlossen. Selbstlernende Spam-Filter blockieren E-Mails von wichtigen Kunden. Software-Agenten, die an Internet-Auktionen oder an der Börse teilnehmen, können ein Chaos anrichten. Das Internet ist anfällig auf Kettenreaktionen, was von Computerviren und -würmern ausgenutzt wird.

Der Trend, dem Computer mehr Handlungsspielraum einzuräumen, kommt zunächst dem Bedürfnis des Benutzers nach besserer Unterstützung und Entlastung entgegen. Dabei delegiert der Benutzer komplexere Entscheidungen an Computer als zuvor. Die Grenze zwischen freiwilliger und unfreiwilliger Abgabe von Steuerungsmacht an Computersysteme wird aber leicht überschritten.

Offensichtlich sind verschiedene Stufen der Verselbständigung zu differenzieren. Die erste Stufe ist gegeben, wenn die an die Maschine delegierten Entscheidungen vom Benutzer nicht mehr korrigiert werden können. Oftmals ist es die Sicherheit, die dazu Anlass gibt, zum

Beispiel im Falle der Diebstahlsicherung, die sich gegen den Besitzer wendet. Eigentlich soll sie das «Car Jacking» verhindern, bei dem ein Krimineller ein Fahrzeug anhält und selbst damit weiterfährt. Auch der Unfall des Airbus A320 bei Warschau 1993 (siehe Kasten) fällt in diese Kategorie. Aus Sicherheitsgründen hat der Bordcomputer das Signal des Piloten ignoriert, die Schubumkehr einzuschalten – mit tödlicher Folge für zwei Menschen. Aber auch wenn der Benutzer eine Entscheidung des Computers revidieren kann, können Zeitdruck oder schleichend eingetretener Kompetenzmangel dies verhindern, so dass die Entscheidung faktisch doch von der Maschine – indirekt von ihren Programmierern – gefällt wird.

Die zweite Stufe der Verselbständigung des Computers ist dann gegeben, wenn dieser sich selbständig fortbewegen kann und sich damit räumlich der Kontrolle des Benutzers entzieht. Dies klingt zunächst nach mobilen Robotern und Science-Fiction, ist jedoch im Reich der Software durchaus Realität: Computerviren und -würmer wandern durch Netzwerke wie das Internet und sind nur schwer unter Kontrolle zu bringen. Sie bewegen sich zwar nicht frei im physikalischen Raum, aber doch im globalen Cyberspace, von dessen Integrität die Wirtschaft zunehmend abhängig ist. Während Würmer sich aktiv durch Netzwerke fortpflanzen können, bewegen sich Viren nur passiv, indem sie von ihrem Wirtsprogramm mitgetragen werden.

Die dritte Stufe der Verselbständigung ist die Selbstreplikation, also die Fähigkeit, von sich selbst Kopien herzustellen. Hier sind es wiederum die Computerviren, die demonstrieren, dass Artefakte sich selbst fortpflanzen und dadurch ausser Kontrolle geraten können. Dass Ähnliches auf Hardware-Ebene geschieht wie in Crichtons Roman ist jedoch schwer vorstellbar.

## Maschinen kommunizieren mit Maschinen

Pervasive Computing ist nur möglich, wenn ein Schritt zur Verselbständigung des Computers in Kauf genommen wird – allerdings nicht in der spektakulären Weise, wie dies Science-Fiction-Autoren suggerieren, sondern nur auf der ersten der drei oben eingeführten Stufen. Zur Begründung noch einmal ein Rückblick in die jüngere Computergeschichte, als sich der Computer als Medium durchsetzte, während er zuvor als Maschine oder Werkzeug gesehen wurde (Beitrag [7] im *Bulletin SEV/VSE* 11/2004).

### Unfall eines Airbus A320 bei Warschau



Die Maschine der Lufthansa prallte bei der Landung auf dem Warschauer Flughafen im September 1993 gegen einen Hügel, weil sie bei nasser Landebahn und Rückenwind nicht früh genug abbremsen konnte. Ursache: Der Bordcomputer hatte das Signal des Piloten zur Betätigung der Schubumkehr und der Störklappen 9 Sekunden lang ignoriert, weil die Räder des Fahrwerks sich noch nicht drehten, das Flugzeug also nach Ansicht des Computers noch nicht gelandet war. Diese Vorkehrung soll den Piloten davor bewahren, in der Luft versehentlich die Schubumkehr zu betätigen. Sie forderte in dieser, von den Software-Entwicklern nicht vorgesehenen Situation zwei Menschenleben [6].

Quelle: Keystone/Skarzynski

Dies geschah mit der Ausbreitung von E-Mail als Kommunikationsmittel in den 1980er-Jahren. E-Mail gehörte zu den ersten Internetdiensten und bewirkte den Durchbruch des Internets. Damit diente das frühere Werkzeug Computer erstmals als Medium, mit dessen Hilfe Menschen mit anderen Menschen kommunizierten (Bild 1a). Man kommunizierte nun sozusagen durch den Computer hindurch, der dabei keine aktive Rolle spielte, sondern nur Nachrichten weiterreichte (und deshalb in Bild 1a auch nicht vorkommt).

Die 90er-Jahre brachten mit dem World Wide Web (WWW), heute für viele «das Internet», eine neue Anwendung des Internets hervor. Die Menschen kommunizierten nun via Browser mit Maschinen, nämlich WWW-Servern. «Damit einher ging eine Vervielfachung des Datenverkehrs; gleichzeitig stellte dies die Voraussetzung für die schnelle Kommerzialisierung und Popularisierung des Internets dar» [8]. Der Computer erhält nun wieder eine aktive Rolle, die er dank dem Internet aber ortsunabhängig erfüllt (Bild 1b). Er ermöglicht das Navigieren durch hypermediale Dokumente oder beantwortet Suchanfragen.

Nach Mattern [8] zeichnet sich nun ein weiterer Entwicklungssprung ab. Das Internet wird in naher Zukunft überwiegend zur Kommunikation von Computer zu Computer verwendet werden. Dies entspricht den Fällen (c) und (d) in der Abbildung, wobei im Fall (c) der Computer noch als solcher zu erkennen ist, im Fall (d) dagegen in anderen Gegenständen verschwindet.

Wenn Pervasive Computing realisiert wird, werden alle vier Fälle nebeneinander existieren, wobei (c) und (d) neu sind und zu einer Vervielfachung des Datenverkehrs führen werden, mit entsprechenden Ansprüchen an die Infrastruktur. Weltweit werden Milliarden von «smarten» Komponenten ohne menschliches Zutun via Internet Daten austauschen.

Angesichts dieser Vision erscheint der Mensch geradezu als Engpass im Datenverkehr. Nur wenn wir in Zukunft mehr Entscheidungen an den Computer delegieren als bisher, kann Pervasive Computing Realität werden. Softwareagenten könnten eingehende Nachrichten oder Anrufe nach Relevanz bewerten und einige davon selbst beantworten: Termine aushandeln, Reisen organisieren, sich mit dem Arzt (oder dessen Softwareagenten) über Gesundheit und Lebensstil ihres «Halters» austauschen, im Internet einkaufen oder sich an Auktionen und Börsen beteiligen.

Pervasive Computing ist somit eng mit dem eingangs erwähnten Konzept der

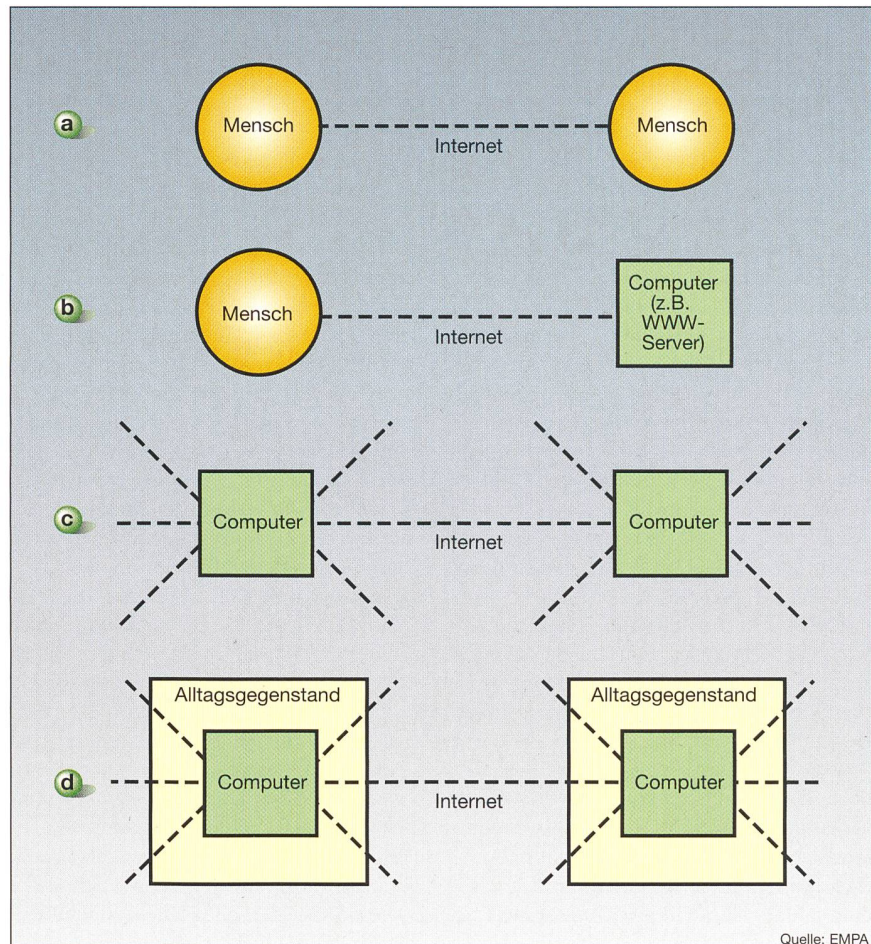


Bild 1 Netz der Dinge

Vier Entwicklungsstufen der Kommunikation via Internet von E-Mail bis Pervasive Computing

autonomen Systeme verknüpft. Witt und Christaller verdeutlichen diesen Zusammenhang [9]: «IT-Systeme werden in Zukunft immer stärker [...] in die Alltagsumwelt des Menschen einziehen und werden dabei hinter der Funktionalität von Gegenständen verschwinden. [...] Herkömmliche zentrale Steuerungskonzepte reichen nicht aus, weder um die mit dieser Entwicklung verbundene steigende Komplexität zu beherrschen noch um das damit verbundene Potenzial zu nutzen. Eine generelle Lösung liegt darin, einzelne Komponenten als «autonome Systeme», also ausgestattet mit einem höheren Mass an Handlungsspielraum, zu gestalten.»

Es erscheint daher angezeigt, mögliche Konsequenzen dieser Verlagerung von Handlungskompetenz an das uns umgebende Netzwerk von informationsverarbeitenden Objekten im Voraus zu bedenken. Dies ist eine Aufgabe für die Technologiefolgen-Abschätzung (TA), die sich mit den Chancen und Risiken neuer Technologien befasst. Bei Informations- und Kommunikationstechnologien, deren

Anwendungsgebiet nahezu unbegrenzt ist, sind von der TA keine einfachen Resultate zu erwarten. Vielmehr sind diese Technologien ambivalent, so dass im Normalfall keine Prognose möglich ist, ob die positiven oder negativen Auswirkungen überwiegen werden. Die TA kann jedoch dabei helfen, die Vorteile zu maximieren und die Risiken frühzeitig zu erkennen und zu minimieren [10]. In einigen Fällen ist dies durch den Einsatz von Simulationsmodellen möglich, etwa um die Auswirkungen der Informationstechnologien auf die Umwelt abzuschätzen [11].

Eine Studie des TA-Swiss hat sich mit möglichen Auswirkungen von Pervasive Computing aus der Perspektive des Vorsorgeprinzips befasst [12] [13]. Im Folgenden soll ein spezieller Aspekt vertieft werden, nämlich die Frage der Beherrschbarkeit dieser Systeme.

### Illusion der Vorhersehbarkeit

Wie das Beispiel der bei Warschau verunglückten Lufthansa-Maschine zeigt,

kann durch komplexe Steuerungssysteme Schaden entstehen, ohne dass menschliches oder technisches Versagen vorliegt – weder der Pilot noch das System haben falsch reagiert. Der Pilot hätte die Gefahr mit der Schubumkehr abwenden können und hat dies auch versucht. Der Bordcomputer hat das Programm korrekt ausgeführt, demzufolge die Störklappen und die Schubumkehr zu blockieren sind, wenn die Räder des Fahrwerks sich nicht mit mindestens 72 Knoten drehen. Diese Überlegung ist für sich betrachtet vernünftig und war korrekt implementiert. Wodurch ist das Problem also entstanden?

Die eigentliche Ursache des Unfalls besteht darin, dass die Entwickler geglaubt haben, alle Situationen vorhersehen zu können, die im Flugbetrieb auftreten. Diese «Illusion der Vorhersehbarkeit», die zur (Un-)Kultur vieler Entwicklerteams gehört, rührt daher, dass die Komplexität des realen Zusammenspiels von Mensch und Maschine unterschätzt wird.

Wir Informatiker sind anfällig für diese Illusion. Dabei könnten wir es besser wissen: Jeder Informatikstudent macht bei der Entwicklung seiner ersten interaktiven Programme die Erfahrung, dass andere sie nicht so benutzen, wie er es vorhergesehen hatte – mit teils absurden Ergebnissen. Leider fehlt in der Ausbildung oft eine Kultur, die das dahinter liegende Problem aufgreift (Beherrschbarkeit von Komplexität) und die Ursache nicht einfach im «Fehlverhalten» des Benutzers sucht – mit der Folgerung, dass dieser zu bevormunden oder gar zu entmündigen sei.

Menschen haben den Nachteil, Fehler zu machen – aber den Vorteil, dass sie in unvorhergesehenen Situationen sinnvoll reagieren können. Sie greifen dabei auf ein breites Allgemeinwissen zurück, das nur begrenzt an Maschinen weitergegeben werden kann. Übrigens haben dies gerade die jahrzehntelangen Bemühungen der Künstlichen Intelligenz (KI) gezeigt. Das so genannte Weltwissen des Menschen wurde in den Anfängen der KI kolossal unterschätzt.

Die Illusion der Vorhersehbarkeit wirkt sich auch auf Softwareprodukte aus, die nicht gleich Leib und Leben bedrohen. Beispielsweise baut Microsoft in seine Produkte mit jeder Version mehr Automatismen ein, die in der Praxis häufig nicht der Absicht des Benutzers folgen. Deren Auswirkungen müssen dann durch zusätzliche Arbeitsschritte rückgängig gemacht werden. Hilfesysteme werden immer komplexer und adaptiver, und gehen dabei immer weniger auf die

Probleme ein, die die Benutzer tatsächlich haben. Dies ist eine Konsequenz der Grundhaltung, nach der die Komplexität der Aufgaben dadurch zu bewältigen sei, dass man den Benutzer gängelt und bevormundet. Microsoft-Produkte sind stark von der erwähnten Illusion der Vorhersehbarkeit geprägt. Sie wirken oberflächlich intelligent, verhalten sich aber ausserhalb des schmalen Situationskorridors, in dem die Entwickler gedacht haben, geradezu lächerlich dumm. Ihre Irrtümer sind von der gleichen Art wie jener, ein Flugzeug in der Luft zu glauben, das in Wirklichkeit über die Landebahn schlittert.

Die Steuerung eines Flugzeugs und Textverarbeitung sind Anwendungsbereiche, die noch relativ überschaubar sind, verglichen mit der Vernetzung von Alltagsgegenständen und Infrastrukturen zu einer «intelligenten Umgebung» – also dem, was Pervasive Computing leisten soll. Wenn die Realisierung dieser Vision von der gleichen Grundhaltung geprägt sein sollte, die heutige Massensoftware kennzeichnet, dann ist kaum mehr Komfort oder Sicherheit zu erwarten. Vielmehr besteht das Risiko, dass Stress, Unfälle und nicht zuletzt ein Abwälzen von Verantwortung auf komplexe technische Systeme, die den Menschen zunehmend bevormunden, daraus resultieren werden [12].

### Autonome Systeme – Lösung oder neues Problem?

Autonome Systeme sind eine Antwort auf das oben beschriebene Problem. Die Vertreter dieser Forschungsrichtung argumentieren, dass gerade die begrenzte Vorhersehbarkeit der Anwendungssituationen den Übergang zu autonomen Systemen erfordert. Autonome Systeme können sich an die Umgebungsbedingungen anpassen und sind deshalb nicht durch das begrenzte Vorstellungsvermögen ihrer Entwickler limitiert. In diesem Sinne wäre das, was wir heute mit dem PC erleben, nicht ein Zeichen von zu viel, sondern von zu wenig Autonomie des Computers. Autonomie wird als «mehr als nur Automatisierung» charakterisiert [14, 15].

Dieser Ansatz beruht auf der Idee, Komplexität durch Komplexität zu beherrschen. Da die Welt zu komplex ist, als dass Software-Entwickler alle relevanten Situationen vorhersehen könnten, müssen die Programme selbst komplexer werden, um mit der Welt zurechtzukommen. Sie sollen sich selbst modifizieren und somit an die Umwelt anpassen können. Sie werden dadurch lebenden Orga-

nismen ähnlicher, die ja auch nicht durch ein festgelegtes Programm beschränkt sind.

IBM hat die Vision «Autonomic Computing» proklamiert, die darauf abzielt, Computersysteme unter anderem mit folgenden Eigenschaften auszustatten: Identität und Selbstmanagement, Selbstkonfiguration, Reaktion auf unvorhergesehene Situationen, Adaptivität und Selbstoptimierung, Selbstreparatur, Selbstschutz gegen Viren und Hacker (digitales Immunsystem), Umweltwahrnehmung und Funktionsfähigkeit in einer technisch heterogenen Welt mit offenen Standards. Als Endziel des Autonomic Computing wird genannt, dass die Systeme ihre Komplexität vor dem Benutzer vollkommen verbergen, so dass dieser sich nicht mehr an die Maschine anpassen muss, um ihre Dienste in Anspruch zu nehmen [16, 17].

Die Komplexität der Systeme ist notwendig, wenn anspruchsvolle Aufgaben delegiert werden sollen. Das Verbergen der Komplexität vor dem Benutzer ist notwendig, damit dieser nicht zum Engpass wird. Dass er dadurch zunehmend gezwungen wird, sich blind auf die Systeme zu verlassen, wird in Kauf genommen. Dieser Argumentation ist prinzipiell wenig entgegenzusetzen, wenn auch ein überzeugendes Beispiel für die Machbarkeit autonomer Systeme aussteht.

Allerdings ist zu bedenken, welche Konsequenzen es hätte, diesen Weg einzuschlagen: Es wäre nicht mehr möglich, ein zuvor spezifiziertes Verhalten von Softwareprodukten zu garantieren, da sie sich selbst modifizieren. Bereits heutige Softwaresysteme erreichen eine Komplexität, die ihre Entwickler überfordert – aus diesem Grund sind die meisten Softwareprodukte fehlerhaft, einschliesslich der Betriebssysteme. Sie führen eine Art Eigenleben, weil kein einzelner Mensch sie mehr überblicken kann. Zu den realen Problemen gesellt sich also bereits jetzt das zusätzliche Problem, die Artefakte zu beherrschen, die zu ihrer Lösung entwickelt werden.

Mit autonomen Systemen würde man sich endgültig von der Idee verabschieden, dass das Verhalten eines Softwareprodukts vorhersehbar zu sein hat und auch vertraglich garantiert werden kann. Es wäre definitiv nicht mehr möglich – aber auch nicht mehr beabsichtigt – ihre Komplexität zu beherrschen.

Es ist denkbar, dass die Gesellschaft sich auf diese Entwicklung einlässt. Das Verhältnis zwischen Mensch und Computer würde sich erneut verändern: Der Computer wäre keine deterministische

Maschine, kein Werkzeug und kein Medium mehr, sondern ein teilweise autonomes Gegenüber, vergleichbar einem Lebewesen, dessen Reaktionen nicht vollständig vorhersehbar sind. Stattdessen kann es erregen und auf Zusagen festgelegt werden. Was geschehen soll, wenn ein solches System sich nicht an seine Zusagen hält, bleibt offen.

## Referenzen

- [1] A. C. Clarke: 2001 – A Space Odyssey. 1968  
 [2] K. E. Drexler: Engines of Creation. Anchor Books, 1986  
 [3] M. Crichton: Prey. Harper Collins, 2002  
 [4] C. Phoenix: Don't let Crichton's Prey scare you - the science isn't real. 2003  
 [5] L. Steels: When are robots intelligent autonomous agents? *Journal of Robotics and Autonomous Systems*. 15 (1995)  
 [6] H.-J. Paul: Interaktive Systeme (Vorlesungsunterlagen), 2003, [www.iatge.de](http://www.iatge.de)  
 [7] D. Mocigemba: Ideengeschichte der Computernutzung – Einfluss von Ideen der Computernutzung auf Qualitätssicherungsstrategien. *Bulletin SEV/VSE* 11/04  
 [8] F. Mattern: Vom Verschwinden des Computers – Die Vision des Ubiquitous Computing, in: F. Mattern (Hrsg.): *Total Vernetzt*, Springer 2003  
 [9] K. U. Witt, T. Christaller: Master-Studiengang Autonome Systeme, 2003, [www.ais.fraunhofer.de](http://www.ais.fraunhofer.de)  
 [10] A. Kündig: A Basis for IT Assessment, Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung (TA-Swiss), Bern (TA 43/2002)  
 [11] L. M. Hilty et al: The future impact ICT on environmental sustainability. Fourth Interim Report – Refinement and quantification. Report to the European Commission on behalf of the Institute for Prospective Technological Studies (IPTTS), Sevilla, 2004  
 [12] L. M. Hilty et al: Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft – Auswirkungen des Pervasive Computing auf Gesundheit und Umwelt. Herausgegeben vom Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung (TA-Swiss), Bern (TA 46/2003), [www.ta-swiss.ch](http://www.ta-swiss.ch)  
 [13] C. Som; L. M. Hilty; T. Ruddy (accepted): The Precautionary Principle in the Information Society. *Human and Ecological Risk Assessment*, October 2004  
 [14] Fraunhofer-Institut Autonome Intelligente Systeme: [www.ais.fraunhofer.de/de/profil/ziele.html](http://www.ais.fraunhofer.de/de/profil/ziele.html)  
 [15] A. R. Mele: *Autonomous Agents. From Self-Control to Autonomy*. Oxford: Oxford University Press, 1995  
 [16] E. Mainsah: *Autonomic Computing – The Next Era of Computing*. *Electronics and Communication Engineering Journal*, Feb 2002  
 [17] J. O. Kephart; D. M. Chess: *The Vision of Autonomic Computing*. *IEEE Journal* Jan 2003

## Angaben zum Autor

Dr. habil. **Lorenz M. Hilty** ist seit 1998 Professor für Wirtschaftsinformatik an der Fachhochschule Solothurn Nordwestschweiz und leitet die Abteilung Technologie und Gesellschaft der EMPA. Seit 2002 ist er Präsident der Fachgruppe Informatik und Gesellschaft der Schweizer Informatik-Gesellschaft (SI).  
 EMPA, 9014 St.Gallen, [lorenz.hilty@empa.ch](mailto:lorenz.hilty@empa.ch).

## L'ordinateur s'émancipe-t-il?

### Le Pervasive Computing pourrait peu à peu décourager l'homme

Lorsque des objets sont interconnectés par Pervasive Computing, ils prennent leurs propres décisions et contournent de plus en plus souvent l'homme dans la vie quotidienne. Ce dernier doit pouvoir se fier au fait qu'un système de microprocesseurs interconnectés prend les décisions correctes pour lui. Les conséquences de ce développement doivent faire l'objet d'une évaluation systématique afin d'en dégager suffisamment tôt les chances et les risques. Si l'on a recours à des systèmes autonomes, les phénomènes techniques ne peuvent plus être prédits fiablement, ce qui a des conséquences pour la sécurité. Éventuellement, les rapports entre l'homme et la machine doivent changer du tout au tout.

## Vereinfacht:

# Aequifix®

aequus, aequa, aequum lat. = flach, eben, waagrecht  
 im Sport: ex-aequo = im gleichen Rang

## Zu kaufen gesucht

### gebrauchte Stromaggregate und Motoren

(Diesel oder Gas) ab 250 bis 5000 kVA, alle Baujahre, auch für Ersatzteile

LIHAMIJ

Postfach 51, 5595 Leende – Holland

Tel. +31 (0) 40 206 14 40, Fax +31 (0) 40 206 21 58

E-Mail: [sales@lihamij.com](mailto:sales@lihamij.com)

# M G E

## UPS SYSTEMS

USV - Unterbrechungsfreie Stromversorgung 300 VA - 4800 kVA  
**THE MERLIN GERIN KNOW-HOW** [www.mgeups.ch](http://www.mgeups.ch)