



Albert Kündig, Danielle Bütschi (Hrsg.)

Die Verselbständigung des Computers



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Kommunikation BAKOM
Office fédéral de la communication OFCOM
Ufficio federale delle comunicazioni UFCOM
Uffizi federal da comunicaziun UFCOM

v/dlf

TA-SWISS 51/2008

Albert Kündig, Danielle Bütschi (Hrsg.)

Die Verselbständigung des Computers



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Kommunikation BAKOM
Office fédéral de la communication OFCOM
Ufficio federale delle comunicazioni UFCOM
Uffizi federal da comunicaziun UFCOM



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk einschliesslich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ausserhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt besonders für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© 2008 vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

ISBN 978-3-7281-3173-7 (Print)

Download open access:

ISBN 978-3-7281-3201-7 / DOI 10.3218/3201-7

www.vdf.ethz.ch
verlag@vdf.ethz.ch

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Dank	VII
Zusammenfassung	IX
<i>Albert Kündig</i>	
1. Einführung	1
<i>Danielle Bütschi und Albert Kündig</i>	
2. Selbständige Computer: Um was geht es?	9
<i>Albert Kündig</i>	
3. Formen und Dimensionen der Verselbständigung	29
<i>Ingo Schulz-Schaeffer</i>	
4. Eingebettete, vernetzte und autonom handelnde Computersysteme: Szenarien und Visionen.....	55
<i>Friedemann Mattern und Marc Langheinrich</i>	
5. Triebkräfte und Auswirkungen	77
<i>Albert Kündig</i>	
6. Digitalisierte Wirtschaft: Praktisch kein Stein bleibt auf dem andern...99	
<i>Beat F. Schmid</i>	
7. Die Verselbständigung des Computers – datenschutzrechtliche Aspekte.....	117
<i>Bruno Baeriswyl</i>	
8. Autonome Informatiksysteme: Wie steht es mit der Haftung?.....	131
<i>David Rosenthal</i>	
9. Empfehlungen	145
<i>Albert Kündig und Felix Weber</i>	
10. Schlussfolgerungen	155
<i>Albert Kündig und Danielle Bütschi</i>	

11. Bibliografie.....	159
12. Glossar	171
13. Über die Autoren	177

Vorwort

Die Menschheit versuchte schon immer, sich das Leben leichter zu machen. Viele Versuche waren erfolgreich, andere trugen nur kurz- oder mittelfristig zur Erleichterung des Lebens bei, weil negative Auswirkungen, die die erzielten Vorteile übertrafen, nicht rechtzeitig erkannt wurden.

Grosse Entlastungen brachten in der Zeit der Industrialisierung die Entwicklungen in der Stahlindustrie, die unter anderem zu bedeutenden Fortschritten in der Mechanik und im Maschinenbau führten. Mechanische, hydraulische und pneumatische Regelungs- und Steuerungstechniken bildeten dann die Anfänge der Automatisierung. Die Entwicklung der Elektrotechnik hat schliesslich entscheidend zur Automatisierung von Prozessen beigetragen und zu einer Arbeitsentlastung für den Menschen geführt, sowohl in physischer als auch in psychischer Hinsicht.

Mit den Informations- und Kommunikationstechnologien wird eine weitere grosse Stufe überwunden: Dem Menschen wird die „Last“ des Erkennens, der Beurteilung und der Entscheidung in technischen, ökonomischen, finanziellen, medizinischen, juristischen Verfahren/Prozessen weitgehend abgenommen.

Das sind hervorragende Erfolge, die ein unerhörtes Entwicklungspotential haben. Konkret können wir schon heute dank der Fortschritte im Bereich der Informatik unsere Zugbilletts reservieren, über Distanz arbeiten oder uns dank Navigationssystemen an unbekannten Orten zurechtfinden. Die Arbeit hat an Effizienz gewonnen und Unternehmen haben bezüglich Gütern und Dienstleistungen einen Zugang zum globalen Markt.

Diese Fortschritte werfen aber auch eine ganze Serie von grundlegenden und komplexen Fragen auf, die heute gestellt werden müssen. Zum Beispiel Fragen zur Sicherheit und zur Haftung, Fragen zur Abhängigkeit und

Verletzlichkeit dieser Systeme, Fragen zum Schutz der Privatsphäre und zur sozialen Dimension.

Bereits früher hat sich TA-SWISS mit Auswirkungen von Informationstechnologien befasst und gewisse Fragen zu gesellschaftspolitischen Aspekten thematisiert. Diesmal steht nun „Die Verselbständigung des Computers“ im Zentrum. Da zunehmend Aufgaben an selbständig agierende Computersysteme delegiert werden, sollen die damit zusammenhängenden Themen untersucht, Fragen zu Werten und Regeln in der modernen Gesellschaft gestellt und Schlüsse gezogen werden. Denn mit der „Verselbständigung des Computers“ eröffnet sich ein zukunftsorientiertes Gebiet, das rechtliche, ethische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Aspekte beinhaltet. In diesem Kontext hat TA-SWISS Experten aus verschiedenen Fachgebieten eingeladen, diese Entwicklung zu analysieren und zu kommentieren.

Eine erste Synthese dieser harten und herausfordernden Arbeit erscheint in diesem Sammelband. Die Beiträge decken bei weitem nicht das ganze Feld ab, aber sie erlauben eine erste Annäherung an die Thematik der „Verselbständigung des Computers“, an die fundamentalen Veränderungen, die die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien mit sich bringen. Weitere Studien sollten folgen, um aufzugreifen, was in dieser Publikation nicht enthalten ist, oder um gewisse Fragen zu vertiefen und technologische Entwicklungen kritisch zu hinterfragen.

Alle Autoren verdienen einen besonderen Dank seitens TA-SWISS. Speziell danken möchte ich aber dem Präsident der Arbeitsgruppe Albert Kündig und der Projektleiterin Danielle Bütschi, die mit ihrem unermüdlichen Einsatz zum Gelingen dieser Publikation beigetragen haben.

Fulvio Caccia
TA-SWISS Präsident

Dank

Zum Gelingen dieses Projektes haben zahlreiche Personen beigetragen – mit wertvollen Anregungen bei der Konzeption dieses Sammelbandes, mit eigenen Fachbeiträgen oder mit Vorschlägen zur Ergänzung und Verbesserung des Inhalts.

Ein herzliches Dankeschön geht an Albert Kündig, der sich diesem komplexen Unterfangen von allem Anfang an mit Haut und Haaren verschrieben hat. Sein spezielles Anliegen dabei war, dass die Autoren die vielfältigen Entwicklungen der Technologie in ihren Fachartikeln nicht nur sachlich fundiert vorstellen, sondern auch kritisch würdigen.

Albert Kündig hat selbst einen wesentlichen Teil zum Inhalt beigesteuert. Gleichzeitig hat er mit seiner Fähigkeit zur Reflexion und seinem Blick für Details dafür gesorgt, dass der Inhalt als Ganzes dem Leser immer wieder Denkanstösse gibt, die sein Bewusstsein schärfen für all die Phänomene, die mit der Verselbständigung des Computers einhergehen. Solches Verständnis ist heute gefragter denn je – vor allem, wenn es darum geht, im Spannungsfeld von Technologie und Gesellschaft die richtigen Entscheidungen zu treffen.

Das Buch lebt von den Beiträgen gezielt ausgewählter Autoren, die mit ihrem Fachwissen und ihren Analysen ganz unterschiedliche Aspekte der Verselbständigung des Computers aufzeigen. Ihnen sei hier verdankt, dass sie dem Wunsch nachgekommen sind, ihre Erkenntnisse so darzustellen, dass sie auch für Nicht-Experten nachvollziehbar sind.

Eine wichtige Etappe bei diesem Projekt war die Durchführung eines Expertenseminars, an dem die Autoren ihr Wissen und ihre Erfahrungen bezüglich Verselbständigung des Computers präsentieren konnten. Um

das Thema möglichst breit abzudecken, wurden zu diesem Seminar zusätzlich noch externe Spezialisten eingeladen:

- Dr. Markus Christen vom Atelier Pantaris, Biel
- Dr. Michael Decker vom Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruhe
- Prof. Lorenz Hilty, Leiter der Abteilung Technologie und Gesellschaft an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), St. Gallen
- Dr. Katrin Meier von der Stiftung Risiko Dialog, St.Gallen
- Prof. Urs Nef, Professor für Privatrecht an der ETH, Zürich
- Prof. Fridolin Stähli, Dozent an der Fachhochschule Nordwestschweiz
- Dr. Karin Vey, Communications Manager der IBM Research GmbH
- Dr. Rosmarie Waldner, freie Wissenschaftsjournalistin und Mitglied im TA-SWISS Leitungsausschuss. Sie hat auch das Expertenseminar moderiert.

Wir danken allen Seminarteilnehmern für den regen Gedankenaustausch, der viel zum Gelingen des Projekts beigetragen hat.

Wer Fachartikel verschiedener Autoren zusammenträgt, ist in der Regel mit Texten konfrontiert, die mit Branchenjargon gespickt sind und zudem bezüglich Stil und Terminologie sehr heterogen daherkommen. Das war bei diesem Sammelband nicht anders. Wir liessen deshalb die Manuskripte vom Wissenschafts- und Computerjournalisten Felix Weber überarbeiten. Seine Aufgabe war es, die Texte zu straffen und ohne Verlust an sachbezogener Präzision sprachlich so zu vereinfachen, dass sie auch für Laien verständlich sind. Er hat diese Gratwanderung mit Bravour gemeistert.

Zu danken haben wir auch dem Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) für dessen Unterstützung. Das BAKOM hat die Aktivitäten von TA-SWISS schon in der Vergangenheit wiederholt unterstützt. Wir hoffen, dass sich die erfreuliche Zusammenarbeit fortsetzt. Themen für interessante neue Projekte gibt es jedenfalls mehr als genug.

Danielle Bütschi
TA-SWISS, Projektverantwortliche

Zusammenfassung

Albert Kündig

Seit Menschengedenken werden Werkzeuge erfunden – Einrichtungen, die uns von den Mühsalen körperlicher Arbeit befreien, aber auch Hilfsmittel, die uns beim Umgang mit Information (Schreiben, Rechnen, Nachschlagen, etc.) unterstützen. Von den ältesten bekannten Maschinen bis hin zur Tabellenkalkulation oder dem Autopiloten moderner Verkehrsflugzeuge sind der Technik zunehmend komplexere Aufgaben übertragen worden. Allerdings waren ihrer Selbständigkeit bisher Grenzen gesetzt: Maschinen erledigen ganz spezifische Aufgaben; Maschinen entwickeln keine eigene Initiative. Mit der *Verselbständigung des Computers* zeichnet sich nun eine neue Qualität in der Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine ab.

Die zunehmende Verselbständigung des Computers kann auf das Zusammenwirken von technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Faktoren zurückgeführt werden:

- Neue Technologien verleihen dem Computer die Fähigkeit, sich verändernden Umständen anzupassen, komplexe Situationen zu beurteilen, für sein eigenes Handeln zweckmässige Entscheidungen zu treffen und aufgrund von Erfahrungen sein Verhalten zu optimieren.
- Die Wirtschaft nutzt die technologischen Errungenschaften, um ihre Produkte attraktiver zu machen – die smarte Haustechnik, das mitdenkende Auto und elektronische Börsenagenten sind bereits Realität. Genutzt werden die neuen Techniken auch bei der Rationalisierung von Entwicklungs-, Produktions- und Handelsprozessen.
- Es gibt einen unverkennbaren Trend, in immer mehr Lebensbereichen durch Quantifizierung und Messung aller möglichen Phänomene grössere Transparenz und eine bessere Nachvollziehbarkeit von Entschei-

dungen anzustreben. Dies schafft die Voraussetzungen, um die Gewinnung von Daten, deren Auswertung und Beurteilung und letztlich auch das Entscheiden zu automatisieren.

Im Gegensatz zum Wandel vieler anderer Techniken – zum Beispiel im Bau- oder Verkehrswesen – ist das Phänomen der Verselbständigung des Computers für Laien schwierig zu erkennen. Dies hat vor allem zwei Gründe:

- Die Technologie selbst versteckt sich unauffällig unter einer vertrauten Oberfläche: Die eingenähte Funketikette zum Beispiel verändert das Aussehen eines Kleidungsstückes nicht, die Börsenabrechnung enthält keinen Hinweis auf einen elektronischen Agenten, und das Bremspedal im smarten Auto hat immer noch die gewohnte Form. Das drahtlose Zusammenwirken der neuartigen Einrichtungen ist für unsere Sinne schlicht nicht wahrnehmbar.
- Die neuen Technologien betreten unsere Lebenswelt in kleinen Schritten. Und die einzelnen Schritte lassen kaum erahnen, welche gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Veränderungen die Entwicklung letztlich mit sich bringt.

Die vorliegende Publikation macht das Phänomen in seiner Natur und seinen Erscheinungsformen für interessierte Laien anhand vieler Anwendungsbeispiele fassbar. Sie zeigt auf, dass es unterschiedliche Stufen der Selbständigkeit computerbasierter Einrichtungen und der Delegation von Aufgaben gibt. Entsprechend breit ist das Spektrum der Fragen, die dabei auftauchen: Es reicht von Tatbeständen, die vom heute geltenden Recht abgedeckt werden, bis hin zu Problemen, die nicht nur für die Ingenieurwissenschaften eine grosse Herausforderung sind, sondern auch für die Philosophie und die Soziologie.

Die Verselbständigung des Computers dringt praktisch in alle Lebens- und Arbeitsbereiche ein. Auch wenn gewisse Auswirkungen viele oder sogar alle Anwendungsbereiche betreffen, lassen sich nur in beschränktem Masse allgemein gültige Schlüsse ziehen. So sind zum Beispiel die Anforderungen an die Verlässlichkeit technischer Systeme, bei denen Menschenleben auf dem Spiel stehen, zweifellos höher als bei Computerspie-

len. Auch Datenschutz-Aspekte müssen je nach Anwendungsgebiet unterschiedlich gewichtet werden.

Die folgenden Problemkreise verdienen besondere Aufmerksamkeit:

- (1) Die Auswirkungen der Informatisierung auf den Arbeitsmarkt: Wird es auch langfristig gelingen, für die durch die Automatisierung frei werdenden Arbeitskräfte neue, sinnvolle Tätigkeiten zu finden? Oder droht eine Polarisierung der Sozialstruktur der Arbeit? Verwandt damit ist die Frage nach den Grenzen der Rationalisierung in allen Bereichen, in denen es unmittelbar um Menschen geht: Menschen verdienen es, von Menschen gepflegt, unterrichtet und beurteilt zu werden.
- (2) Die Grenzen der Automatisierung, wo immer diese unsere Freiheit und Innovationsfähigkeit durch Bürokratisierung oder Zementierung der Gedankenwelt zu beschneiden droht.
- (3) Neuartige Formen der Aufgabenverteilung zwischen Mensch und Maschine zwingen zu einem Überdenken der Rechtsnormen, namentlich was Datenschutz und Haftung betrifft.
- (4) Die Umwälzungen in der Wirtschaft sind gravierend – man kann von einer neuen Form der Industrialisierung sprechen. Auch wenn der liberale Staat mit einer marktorientierten Wirtschaft bei der Bewältigung der entsprechenden Probleme vor allem auf selbstregulierende Mechanismen setzt, braucht es im Interesse aller Beteiligten ein Minimum an technischen und wirtschaftlichen Regeln. Entsprechende Anstrengungen müssen verstärkt und besser fokussiert werden.
- (5) Das Zusammenwirken selbsttätiger elektronischer Agenten wird noch nicht umfassend verstanden. Für Voraussagen über ihr Verhalten und die Verlässlichkeit der Systeme fehlen adäquate Modelle. Um eine solche Systemtechnik zu entwickeln, braucht es zusätzliche Forschungsanstrengungen.
- (6) Selbsttätig agierende Computer erscheinen uns je nach Verhalten als hilfreiche Assistenten, als lästige Besserwisser oder als Bevormunder. Bei der Ergründung dieser Probleme sind die Geistes- und Sozialwissenschaften gefordert; gefragt ist eine Auseinandersetzung mit praxisnahen Situationen. Nützlich wäre auch eine Ingenieurausbildung, die

bei der Gestaltung der neuartigen Systeme nicht-technische Aspekte stärker berücksichtigt.

Der Titel dieses Buches könnte suggerieren, es gehe hier um künstliche Wesen, die sich nicht von Menschen unterscheiden lassen. Davon sind wir noch weit entfernt!

Tatsächlich geht es in dieser Publikation um etwas ganz anderes: nämlich um die Frage, ob die Verselbständigung des Computers qualitativ und quantitativ die Lebenswelt des Individuums, die Werte der Gesellschaft und das Funktionieren der Wirtschaft nachhaltig verändert. Und es besteht kein Zweifel, dass dies der Fall ist. Wie weit es nötig sein wird, diese Entwicklung mit vorsorglichen Massnahmen in geordnete Bahnen zu lenken, können allerdings erst weitere Untersuchungen zeigen.

Was jetzt zu tun wäre, haben die Autoren in einer Reihe von Empfehlungen formuliert (siehe Kapitel 9). Diese umfassen konkrete Vorschläge für (1) die Überprüfung von Rechtsnormen, (2) eine stärkere Interdisziplinarität von Studiengängen und Forschungsprojekten auf Hochschulstufe, und (3) Anstrengungen zur Entwicklung einer Systemtechnik kooperierender elektronischer Agenten. Ausserdem empfehlen die Experten vertiefende Untersuchungen für ausgewählte Anwendungsgebiete.

1. Einführung

Danielle Bütschi und Albert Kündig

Computer¹ sind heute allgegenwärtig. Wir haben uns längst daran gewöhnt, dass unsere Gehaltsabrechnung weitgehend ohne menschliches Zutun regelmässig und zuverlässig erstellt wird, und wir schätzen den Computer auch als intelligente Bremshilfe im Auto oder als Suchassistent beim Surfen im Internet. Dennoch werden wir immer wieder mit negativen Seiten der „Verselbständigung des Computers“ konfrontiert, zum Beispiel als Leser der Tagespresse mit Berichten wie den folgenden:

- Das blinde Vertrauen eines Chauffeurs in sein Computer-Navigationssystem soll zum Tod von über 20 Pilgern auf einer für Busfahrten ungeeigneten Strasse in Frankreich geführt haben.
- Die grossen Turbulenzen an der Börse werden unter anderem dem Zusammenwirken von computerbasierten, selbständig agierenden Handelsprogrammen zugeschrieben.

Wenn TA-SWISS mit dem vorliegenden Sammelband die Verselbständigung des Computers thematisiert, so waren allerdings nicht diese Ereignisse der Auslöser, sondern eine Analyse verschiedener Probleme, die mit der so genannten Informationsgesellschaft verknüpft sind.² Ein wichtiger Aspekt dabei ist die zunehmende Delegation von Aufgaben an mehr oder weniger selbständig agierende Computersysteme.

1 Dieser und weitere wichtige Begriffe werden in einem **Glossar** am Ende der Publikation erläutert.

2 Die bisher von TA-SWISS durchgeführten wie auch die laufenden Studien zum Thema Informationsgesellschaft finden sich unter http://www.ta-swiss.ch/d/them_info.html.

Die menschliche Gesellschaft benutzt schon seit vorgeschichtlicher Zeit technische Einrichtungen. Dazu gehören Maschinen, die ihre Arbeit weitgehend ohne menschliches Zutun verrichten, also eine gewisse Selbständigkeit aufweisen. Mit der elektromechanischen Steuerungs- und Automatisierungstechnik, die ihre Wurzeln im ausgehenden 19. Jahrhundert hat, erreichte diese Selbständigkeit ein Ausmass, das die Industriegesellschaft immer wieder vor neue Herausforderungen stellte. Menschliche und soziale Probleme wie mangelnde Sicherheit oder negative Auswirkungen auf Beschäftigung und Berufsbilder liessen sich in der Vergangenheit mit gezielten Massnahmen meist befriedigend lösen.

Heute ist das nicht mehr so selbstverständlich: Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) verleihen Programmen und Maschinen ein Mass an Autonomie, das alles bisher Bekannte in den Schatten stellt. Immer häufiger dringen selbständig funktionierende und zugleich vernetzte Einrichtungen in unseren Alltag ein und übernehmen immer kompliziertere Aufgaben – und dies oft, ohne dass wir davon eine Ahnung haben.

Wenn Technikbegeisterte von einer kommenden Ära schwärmen, in der Computer zu „spirituellen Maschinen“ werden, so mag dies zwar reichlich übertrieben sein – dennoch verdient die Entwicklung angesichts der damit verbundenen gesellschaftlichen, ethischen und rechtlichen Probleme eine nüchterne Analyse. Es geht nicht nur darum, die Natur und den Umfang des Phänomens zu begreifen – es geht auch und vor allem um Einsichten, wie die neuen Technologien die Werte und Konventionen der modernen Gesellschaft beeinflussen. Die Fragen sind komplex und die Antworten alles andere als offensichtlich. Eine Schwierigkeit dabei ist, dass es sich um einen eher schleichenden Prozess handelt, bei dem die Probleme nicht immer klar zu Tage treten.

Das Ziel dieser Publikation

Mit dem vorliegenden Sammelband möchte TA-SWISS die mit der Verselbständigung des Computers einhergehenden Phänomene und ihre Folgen aufzeigen. Während wir die Auswirkungen auf das Individuum und die

Gesellschaft nur summarisch beleuchten können, gehen wir ausführlicher auf die Implikationen für die Ökonomie, den Datenschutz sowie die Haftung ein. Mit diesen Schwerpunkten wollen wir vor allem die unmittelbaren Interessen der Politik in ihrer Rolle als Gesetzgeber bedienen, aber auch jene der Wirtschaft, die eine wesentliche Triebkraft ist beim immer umfassenderen Einsatz des Computers zur Rationalisierung von Entwicklungs-, Produktions- und Vertriebsprozessen.

Eine eingehendere philosophische und soziologische Aufarbeitung des Problemkreises muss mit weiteren, vertiefenden Studien erfolgen.

TA-SWISS hat zunächst sechs Experten eingeladen, Beiträge zu einigen als wichtig erachteten Aspekten auszuarbeiten. Erste Fassungen dieser Beiträge wurden im April 2007 an einem Seminar erörtert, an dem neben den Autoren auch weitere interessierte Personen teilnahmen. Das Resultat waren einerseits wertvolle Anregungen für die Ergänzung, Überarbeitung und Koordination der Beiträge, andererseits Empfehlungen an die Adresse der politischen Entscheidungsträger und der relevanten Akteure in der Wirtschaft. Die vorliegende Publikation stützt sich auf diese Vorarbeiten ab.

Die überarbeiteten Beiträge wurden zwar so weit wie möglich abgestimmt; sie beleuchten das gemeinsame Thema aber nach wie vor aus der spezifischen Sicht der Autoren.³ Die Empfehlungen für die Praxis und die Vorschläge für das weitere Vorgehen hingegen werden von allen Beteiligten gemeinsam vertreten.

Die Beiträge im Überblick

Im folgenden Kapitel zeigt *Albert Kündig* zunächst an Hand von Beispielen, in welchen Formen uns die Verselbständigung des Computers im Alltag begegnet. Die Beispiele stützen die These, dass moderne technische Einrichtungen zunehmend selbständiger agieren. Wenn diese Entwicklung

3 Die AutorInnen werden in einem Anhang kurz vorgestellt.

in einen grösseren, geschichtlichen Kontext gestellt wird, erkennt man, dass die heute erlebbare Verselbständigung des Computers als Intensivierung eines schon Jahrzehnte alten Prozesses der Automatisierung und Rationalisierung verstanden werden muss.

Anschliessend beleuchtet *Ingo Schulz-Schaeffer* die Thematik aus der Sicht des Techniksoziologen. Er definiert verschiedene Formen und Dimensionen der Verselbständigung technischer Systeme. Einerseits unterscheidet er Stufen der Selbstätigkeit – vom zwangsläufigen Erledigen vorgegebener Arbeitsschritte bis hin zu lernenden Systemen –, andererseits führt er als weiteren Aspekt der Selbständigkeit den Grad der Verfügung über Ressourcen ein. In der Folge erörtert der Autor verschiedene Auswirkungen der neuen Techniken.

Friedemann Mattern und *Marc Langheinrich* diskutieren anhand mehrerer Anwendungsgebiete (Auto/Verkehr, Logistik/Handel, Gesundheit und Haushalt) das Eindringen mehr oder weniger selbständiger Computer in immer mehr Domänen. Sie zeigen nicht nur die Vorzüge derartiger Systeme und Anwendungen auf, sondern weisen auch auf Risiken und Nachteile hin. Dazu gehört unter anderem der kürzlich geprägte Begriff des Technikpaternalismus – die als Bevormundung empfundene „Hilfsbereitschaft“ so genannt „smarter“ Geräte.

Die Technologiefolgenabschätzung will neue Technologien keineswegs behindern. TA-SWISS strebt aber Rahmenbedingungen an, welche die Interessen der Bürger würdigen und ethische Prinzipien widerspiegeln. Damit stellt sich die Frage nach den Triebkräften bei der Entwicklung der neuen Technologien. *Albert Kündig* ortet solche Triebkräfte sowohl in der Wirtschaft als auch in der Gesellschaft und beschreibt die Rückwirkungen der neuen Entwicklungen.

Beat Schmid stellt in seinem Beitrag die Implikationen für die Wirtschaft dar. Seine Analyse schliesst die modernen Informations- und Kommunikationstechnologien in ihrer Gesamtheit ein; sie führt ihn zur These, dass wir mit einer neuen Form der Industrialisierung konfrontiert sind – die Industrialisierung der Informationsverarbeitung. Er sieht tief greifende Konsequenzen für die Wirtschaft mit der Globalisierung der Märkte sowie

mit neuen Arten von Produkten und Wertschöpfungsprozessen. Die Meisterung dieser Situation ist eine Herausforderung für die Wirtschaftspolitik; gefragt sind auch neue Governance-Strukturen.

Bruno Baeriswyl analysiert die neuen Technologien aus der Sicht des Datenschutzes. Dieser erhält durch die Verselbständigung des Computers eine besondere Bedeutung, da das selbständige Treffen von Entscheidungen voraussetzt, dass alle relevanten Informationen vorliegen. Die Versuchung ist daher gross, Daten quasi „auf Vorrat“ zu sammeln. Damit steigt die Gefahr, dass Daten in einem Kontext gebraucht werden, der bei der Konzipierung der Anwendungen gar nicht vorgesehen war. Der Autor liefert eine differenzierte Analyse und präsentiert Lösungsansätze für die anstehenden Probleme.

Beim Beitrag von *David Rosenthal* geht es um die Frage der Haftung beim Einsatz von autonomen Informatiksystemen. Naturgemäss ist es bei solchen Systemen schwieriger, die Verantwortung für ein Fehlverhalten klar zuzuordnen: Haftet etwa der Entwickler, der ein solches Produkt konzipiert hat? Oder ist der Halter verantwortlich, da er das Produkt allenfalls falsch konfiguriert oder unsachgemäss eingesetzt hat? Im Beitrag werden verschiedene Szenarien vorgestellt und mit der heutigen Rechtslage verglichen. Dabei zeigt sich, dass bereits das geltende Recht in vielen Fällen eine befriedigende Behandlung auch neuartiger Situationen ermöglicht. Gesetzesänderungen wären allerdings notwendig, wenn eines Tages Systeme in Betrieb genommen würden mit Risiken, die ebenso schwer erfassbar sind wie jene der Gentechnik. Bei solchen Systemen wären dann ähnliche Lösungen angebracht. Abschliessend plädiert der Autor dafür, dass sich die verantwortlichen Akteure eingehender als bisher mit der Problematik auseinandersetzen, denn, so *Rosenthal*, „das Verdrängen eines Problems wegen mangelndem ‚Leidensdruck‘ ist selber ein Risiko.“

Abschliessend präsentieren die Herausgeber eine Sammlung von Empfehlungen, die ansatzweise im erwähnten Seminar formuliert und von den Autoren ergänzt und überarbeitet wurden. Bei einer so komplexen Technik und einem ebenso komplexen Geflecht von Akteuren ist es allerdings schwierig, Patentrezepte für eine sozialverträgliche Entwicklung der neuen Technologien zu formulieren. Entsprechend reichen die Empfehlungen von

eher unverbindlichen Anregungen für eine bessere, interdisziplinäre Ausbildung der Entwickler bis hin zu konkreten Vorschlägen für eine künftige Rechtsetzung.

Die wichtigsten Ergebnisse und Empfehlungen

Die Übertragung von Aufgaben an technische Einrichtungen zur selbständigen Erledigung hat eine sehr lange Geschichte. Seit einem halben Jahrhundert spielt darin der Computer als informationsverarbeitendes und steuerndes Element eine zunehmend wichtigere Rolle. Eine Analyse dieser Rolle aus verschiedenen Sichten zeigt, dass die Verselbständigung des Computers heute ein Ausmass erreicht hat, das eine vertiefte Auseinandersetzung mit den positiven und negativen Merkmalen dieser Entwicklung unbedingt rechtfertigt.

Die vorliegende Publikation

- beschreibt anhand von Beispielen unterschiedliche Formen der Verselbständigung des Computers, die mit den modernen Informations- und Kommunikationstechnologien möglich geworden sind.
- geht den Triebkräften der Entwicklung nach. Eine wichtige Rolle spielen dabei die Impulse, die von der Industrie ausgehen. Diese kommen aber nur in einem dafür empfänglichen gesellschaftlichen und politischen Umfeld richtig zum Tragen. Es geht also letztlich um die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Technik und Gesellschaft.
- stellt den positiven Seiten selbständig agierender Computer mögliche negative Auswirkungen gegenüber.
- zeigt die Implikationen für die Wirtschaft, die sich als neue Phase der Industrialisierung charakterisieren lassen, bei der ganze Wertschöpfungssysteme umgekrempelt werden. Will man die entsprechenden Chancen wahrnehmen, so braucht es neue Ansätze für die Wirtschaftspolitik und die Ausgestaltung der Märkte.

- diskutiert die Auswirkungen auf den Datenschutz und die Haftung. Die Autoren machen spezifische Vorschläge zur Abdeckung der neuartigen Risiken im Recht.
- umreisst Massnahmen für ein Bildungswesen, das den neuen Entwicklungen gerecht werden soll.
- empfiehlt vertiefende TA-Studien für die beiden Anwendungsbereiche Finanzwesen, Medizin und Verkehr.

Die Verselbständigung des Computers steht in Konkurrenz zu Fähigkeiten des Menschen im Bereich der Informationsverarbeitung – spezifisch bei der Wahrnehmung von Sachverhalten, der Beurteilung entsprechender Situationen und beim Treffen von Entscheidungen. Damit wird ein Bereich tangiert, der eng mit den wichtigsten Fragen des Menschseins verknüpft ist.

Der Begriff der Selbständigkeit hat für Menschen eine zentrale Bedeutung – sowohl im Sinne der Fähigkeit, sich in einem komplizierten Umfeld ohne fremde Hilfe bewegen zu können (dank Erfahrung, Erziehung und Bildung), als auch im Sinne der Selbstbestimmung und des autonomen Entscheidens.

Damit wird auch offensichtlich, dass wir bei der Nutzung der neuen Technologien eine vernünftige Arbeitsteilung von Mensch und Maschine finden müssen. Anzustreben wäre eine Arbeitsteilung, bei der Menschen weiterhin Aufgaben erledigen können, die ihren Fähigkeiten angemessen sind und von der Gesellschaft und Wirtschaft als wertvoll betrachtet werden. Ohne ein Umdenken wird sich dieses Ziel allerdings kaum erreichen lassen.

2. Selbständige Computer: Um was geht es?

Albert Kündig

Am Ende hängen wir doch ab / Von Kreaturen, die wir machten
Goethe, Faust II, Laboratorium / Mephisto Vs 7003

Viele haben schon davon gehört, wenige erst besitzen sie: Haushaltsroboter, die mehr oder weniger selbständig das Staubsaugen oder Rasenmähen besorgen. Ihre Selbständigkeit verdanken sie dem *eingebetteten Computer*⁴, der mit seinen Fühlern Wände oder Hecken wahrnimmt und im Idealfall die Saugkraft oder die Schnitthöhe der Bodenbeschaffenheit anpasst.

Es gibt also selbständige Einrichtungen – und zwar schon seit langer Zeit: Zum Beispiel baute *Falcon* in Lyon bereits 1728 einen programmierbaren Webstuhl mit Steuerung durch Lochkarten. Eine Chronik der Technik würde für die seither verflossenen 280 Jahre ungezählte weitere Geräte und Maschinen nennen, die weitgehend ohne menschliches Dazutun funktionieren – vom simplen Türschliesser über die Dampfmaschine mit Fliehkraftregler bis zum Autopiloten in modernen Luft- und Raumfahrzeugen.

Mit der stürmischen Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien scheint nun allerdings die Selbständigkeit von Maschinen eine neue Qualität anzunehmen – mit Auswirkungen, die möglicherweise auch vorsorgliche Massnahmen erfordern. Nicht nur nimmt die Zahl selbständig

4 Dieser und weitere wichtige Begriffe werden in einem **Glossar** am Ende der Publikation erläutert.

funktionierender Geräte zu – auch ihre Aufgaben werden immer umfangreicher. Und dies oft, ohne dass wir es überhaupt realisieren. Die zunehmende Vernetzung *eingebetteter Computer* bei der gemeinsamen Lösung von Aufgaben zum Beispiel nehmen wir in der Regel gar nicht wahr.

Es gibt sogar Fachleute, die längerfristig eine neuartige Koexistenz von Menschen und Maschinen voraussagen.⁵ Auch wenn entsprechende Szenarien übertrieben scheinen oder aus ethischen Gründen kritisiert werden⁶, drängt es sich dennoch auf, die möglichen Auswirkungen einer zunehmenden Verselbständigung von Einrichtungen und Systemen ernsthaft zu prüfen. Dabei geht es nicht einfach darum, Natur und Umfang der Auswirkungen zu ergründen, sondern vielmehr um eine Analyse der Wechselwirkungen solcher Systeme mit gesellschaftlichen Werten und Regeln. Berührt werden das Individuum, die Gesellschaft und die Wirtschaft, mit Auswirkungen auf die Ethik und das Recht.

Lassen wir zur Einstimmung einige Beispiele sprechen.

Beispiel 1: Computergestützter Wertpapierhandel

An der Londoner Börse wurden 2006 offenbar 40% aller Transaktionen von sogenannten Algotraders⁷ getätigt. Für 2007 wird bereits ein Anteil von 60% vorausgesagt. Algotrader sind elektronische Agenten, welche von Wertschriftenhändlern eingesetzt werden, die nicht unmittelbar selber am Markt tätig sind. Mit andern Worten: Die Händler delegieren die Aufträge ihrer Kunden einem Computerprogramm, das den Markt anhand von Kennzahlen „beobachtet“ und dann auf der Basis einer bestimmten Strategie Kauf- bzw. Verkaufsentscheidungen trifft. Dazu gehören zum Beispiel Überlegungen wie die Wahl des günstigsten Zeitpunktes sowie eine Stü-

5 Am bekanntesten – wohl aber auch umstrittensten – sind die Publikationen von Ray Kurzweil wie z.B. Kurzweil 1999.

6 Zum Beispiel in Shneiderman 2003.

7 Der Name *Algotrader* rührt von *Algorithmus* – Rechenvorschrift – her. Bestimmte Algorithmen liegen der Software der elektronischen Agenten zu Grunde; sie verkörpern ihrerseits eine bestimmte Handelsstrategie.

ckelung in Teiltransaktionen mit dem Ziel, am Markt möglichst wenig aufzufallen (damit die Preise nicht ungünstig beeinflusst werden). Die hauptsächlichen Vorteile dabei sind bedeutend grössere Transaktionsvolumina je Mitarbeiter, gepaart mit Reaktionsgeschwindigkeiten, die ein Mensch gar nie erreichen kann.⁸ Es geht aber auch darum, durch geschicktes und rasches Agieren einen möglichst grossen Marktanteil zu gewinnen. Neuerdings wird versucht, solche Programme in dem Sinne lernfähig zu machen, als zugleich mehrere Varianten eingesetzt und auf Grund der Resultate erfolgreiche Ansätze künftig bevorzugt werden (sog. genetische Algorithmen).

Beispiel 2: Automatisierte Erkennung von Verhaltensmustern

Die tragischen Ereignisse des 11. September 2001 haben eine Fülle von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ausgelöst, die sich mit der automatischen Erkennung eines bestimmten Verhaltens befassen. So wird beispielsweise versucht, die Bildfolgen von Überwachungskameras mit dem Ziel zu analysieren, Personen mit typischen Bewegungsmustern auszumachen. Das kann ein verdächtiges Individuum sein, von dem ein spezifisches Verhalten bekannt ist, oder aber sämtliche Personen, die sich in bestimmter Weise auffällig benehmen.

Nach ähnlichen Prinzipien arbeitet das so genannte „Data Mining“, eine Technologie, die bei vielen Firmen mit grossem Kundenstamm schon seit Jahren im Einsatz ist. Der Grundgedanke vieler Data-Mining-Verfahren besteht darin, Merkmale zu finden, die für ein gewisses Verhalten der Kunden ursächlich sind. Die Erkenntnisse werden verwendet, um Personen zu identifizieren, die mit grosser Wahrscheinlichkeit bestimmte Produkte kaufen werden.

8 Die Systeme sind heute derart schnell, dass die elektrischen Laufzeiten (z.B. Zürich – London um die 5 Tausendstelsekunden) eine Rolle zu spielen beginnen!

Beispiel 3: Lenkung von Fahr- und Flugzeugen

Verkehrs- wie auch Militärflugzeuge werden seit Jahren nicht mehr „von Hand“ gesteuert: Die Bewegungen des Piloten mit den Steuerelementen werden von *Sensoren* erfasst und in elektrische Signale umgewandelt; diese werden ihrerseits durch Aktoren (Servomotoren oder Hydraulikzylinder) in kontrollierte Bewegungen der Steuerflächen umgesetzt. Fügt man bei diesem so genannten „Fly-by-wire-Konzept“ einen Computer in den Steuerpfad ein, so lässt sich nicht nur die Plausibilität der Pilotenbefehle überprüfen – es wird auch möglich, schneller auf kritische Situationen (z.B. Turbulenzen) zu reagieren, als dies ein Mensch je könnte.⁹

Wenn der Steuercomputer die aktuelle Position des Flugzeugs dank Hilfsmitteln wie GPS kennt und genügend weitere Informationen hat (Zustand diverser Bordsysteme, Wetter, Position anderer Flugzeuge, Flugwegrestriktionen, etc.), so wird er zum automatischen Piloten. Der Mensch braucht dann bloss noch das Ziel und bestimmte Randbedingungen (z.B. minimale Flugzeit, minimaler Treibstoffverbrauch, etc.) einzugeben. Selbstverständlich schafft diese Technik auch die Voraussetzungen für den Bau ferngesteuerter oder weitgehend autonomer Flugkörper wie Drohnen, Cruise Missiles, etc.

Eine vergleichbare Entwicklung prägt seit einigen Jahren auch den Automobilbau: Die Fahrzeuge werden mit einer immer grösseren Zahl vernetzter Mikroprozessoren ausgerüstet, und Software steuert nicht nur das Antiblockiersystem und den Bremsassistenten, sondern neuerdings auch automatische Abstandsregler und Einparkhilfen.

Natürlich werden die beschriebenen Techniken vom Militär sehr aktiv gefördert. Die Palette geht hin bis zu Kampfrobotern – und erreicht damit Einsatzgebiete, bei denen ethische Fragen in zugespitzter Form auftreten.

⁹ Moderne Kampfflugzeuge bewegen sich sogar in einem aerodynamischen Bereich, bei dem die direkte Lenkung durch einen Menschen gar nicht mehr möglich wäre.

Beispiel 4: Automatisierte Suche in öffentlichen oder persönlichen Datenbeständen

Die gegenwärtige Zahl der Internet-Benutzer wird auf über eine Milliarde geschätzt; der Suchdienst Google greift auf über vier Milliarden Web-Seiten zu. Diese Zahlen zeigen überdeutlich, dass die Erschliessung dieser enormen Informationsressource für den Einzelnen ohne maschinelle Suchhilfen völlig undenkbar ist – auch wenn man berücksichtigt, dass wahrscheinlich ein ansehnlicher Teil der Daten redundant oder irrelevant ist. Wer hofft, dass es im Kleinen besser sei, täuscht sich: Selbst die auf dem eigenen PC angehäuften Daten, Bilder und Programme nehmen in der Regel einen Umfang an, dass auch hier für das Wiederauffinden oft ein elektronischer Assistent nötig ist. Dies wird sich noch akzentuieren, wenn in Zukunft auch Menschen ihre „Black Box“ mit sich tragen:¹⁰ Wie verwaltet man die mehreren Terabytes an Daten, die sich von der Wiege bis zur Bahre ansammeln, vom MP3-File des ersten Schreies bis zur letztwilligen Verfügung?

Beispiel 5: Roboter in der Pflege und im Gesundheitswesen

Die renommierte *Harvard University* hat für derartige Anwendungen die folgende, an Prägnanz schwer zu übertreffende Beschreibung geliefert:¹¹

„Today visionary scientists are working to expand the power of robotics beyond automating repetitive tasks or increasing industrial efficiency, and the health care industry is a prime venue for new innovations in robot technology. Courier robots shuttle medications and supplies throughout hospitals; humanoid robots serve as ‘companions’ to the elderly and perform household chores; and remote-presence robots project physicians into far-flung intensive care units and stroke centers for consults. Meanwhile, remotely operated surgical robots are transforming minimally invasive uro-

10 Eine Idee, die unter anderem von *Microsoft* im Rahmen des *MyLifeBits*-Projekts verfolgt wird (<http://research.microsoft.com/barc/mediapresence/MyLifeBits.aspx>).

11 http://www.hmiworld.com/hmi/issues/Mar_April_2007/forum.html

logical, cardiac, and gastrointestinal procedures, by improving precision and accuracy.”

Was zeigen die Beispiele?

- Moderne Geräte und Systeme agieren zunehmend selbständiger, sei dies als eigenständige Einrichtung oder im Verbund mit andern „intelligenten“ Geräten und Informationsquellen (wie etwa GPS).
- Die wachsende Selbständigkeit manifestiert sich unter anderem darin, dass ganze Entscheidungsfolgen durchgängig dem Computer überlassen werden. Der Mensch wird zwar von Gedankenarbeit befreit – er fällt aber auch als kritischer Entscheidungsträger aus, der mit seinem Weltwissen mehr einbringt als der Computer mit seinem auf die spezifische Anwendung beschränkten „Wissen“.
- Mehr und mehr werden dem Computer auch Aufgaben aus dem Bereich der menschlichen Wahrnehmung übertragen. Für einen beschränkten Kontext erledigt er diese unter Umständen bedeutend rascher als eine Person.
- Viele Anwendungen stützen sich auf komplexe vernetzte Computersysteme ab und nutzen vielfältige, von Dritten erbrachte Dienste. Der (a priori) Nachweis des korrekten Funktionierens ist damit unmöglich. Diese Problematik ist noch akzentuierter bei selbstlernenden Systemen, deren Verhalten schwer oder überhaupt nicht vorhersagbar ist.

Diese vorläufigen Erkenntnisse werden in den folgenden Abschnitten durch eine systematische Betrachtung des Phänomens „Verselbständigung der Maschine“ erweitert und vertieft. In Kapitel „Triebkräfte und Auswirkungen“ (Kapitel 5) geht es dann darum, den eigentlichen Triebkräften dieser Entwicklung auf die Spur zu kommen und mögliche Auswirkungen zu diskutieren.

Selbständigkeit bei Menschen ...

Das Thema dieses Buches dreht sich um die Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine. Wenn wir über die Selbständigkeit des Computers sprechen, müssen wir Bezug nehmen auf die Selbständigkeit des Menschen. Allerdings können wir im Rahmen der vorliegenden Publikation auf zentrale Probleme des Menschseins und des Zusammenlebens von Menschen nicht näher eingehen. Fragen wie „Hat das Individuum überhaupt einen freien Willen?“ oder „In welchem Verhältnis stehen individuelle Freiheiten zur Verantwortung gegenüber Natur und Gesellschaft?“ klammern wir bewusst aus. Wir gehen pragmatischerweise von der heutigen Situation aus, die wir als Resultat eines Jahrtausende alten Prozesses des Ausartierens von Rechten und Pflichten sehen – Rechte und Pflichten, die implizit im Rahmen zivilisatorischer Werte oder explizit in der Form von Gesetzen und Vorschriften unser Tun und Lassen bestimmen, mit zum Teil erheblichen Unterschieden je nach Kulturkreis.

Menschen betreten diese Welt nicht als selbständige Wesen. Vielmehr sind sie in ihren ersten Lebensmonaten in höchstem Masse von Mitmenschen abhängig – Mitmenschen, die nicht nur ihr physisches Überleben sichern, sondern ihnen vom ersten Tag an helfen, sich in ihrer Umgebung immer selbständiger zu bewegen. Erziehung und Bildung fördern aber nicht nur die Selbständigkeit, sie tragen auch dazu bei, dass Menschen – wie man so schön sagt – „wertvolle Mitglieder unserer Gesellschaft“ werden.

Die Selbständigkeit hat eben Grenzen: Die Menschen als soziale Wesen führen ein Leben, das eingewoben ist in ein vielfältiges Geflecht von gegenseitiger Unterstützung, von arbeitsteiligem Wirtschaften sowie von gemeinsamem Erleben. Zu diesem Geflecht gehören auch mannigfache von Menschen geschaffene Objekte und eine von Menschen (um)gestaltete Natur, mit einem komplexen Beziehungsnetz zwischen Menschen und Objekten. Zu Recht wird argumentiert, dass *„... erst die systematische Herstellung und der nicht verzichtbare Gebrauch von technischen Gegenständen die menschliche Gesellschaft von anderen Primatengruppen abgrenzt“* (Rammert und Schulz-Schaeffer 2002: 39).

Das Recht kennt offizielle Gradmesser der Selbständigkeit des Menschen: Seine Rechte und Pflichten gegenüber Dritten und dem Staat sind an Begriffe wie „Mündigkeit“ und „Handlungsfähigkeit“ geknüpft.

... und bei Maschinen

Wenn von Verselbständigung des Computers und deren Folgen gesprochen wird, so stellt sich zunächst die Frage, wie die Selbständigkeit eines von Menschen geschaffenen Objekts definiert werden kann und ob es verschiedene Grade dieser Art von Selbständigkeit gibt. Auf die Frage, ob Selbständigkeit auch mit Handlungsfähigkeit gleichgestellt werden kann, können wir erst eingehen, nachdem weiter unten die Beziehungen zur Selbständigkeit von Personen geklärt sind.

Als selbständig bezeichnen wir eine technische Einrichtung¹², wenn diese in der Lage ist, eine grössere Zahl von Arbeitsschritten ohne ständige Mitwirkung des Menschen auszuführen. Wie bei Menschen lassen sich auch bei technischen Einrichtungen verschiedene Grade der Selbständigkeit unterscheiden. So könnte man von einer beschränkten Selbständigkeit sprechen, wenn es um wenig anspruchsvolle Arbeiten geht, die nach der immer gleichen Vorschrift ausgeführt werden. Eine grössere Selbständigkeit wird erreicht, wenn eines oder mehrere der folgenden Merkmale zutreffen:

- Die Einrichtung passt sich situativ neuen Rahmenbedingungen an und beschafft sich die dazu erforderlichen Informationen selber. Sie gewinnt aus den beschafften Daten – zum Beispiel durch Mustererkennung – Informationen, die sie befähigen, die jeweilige Situation zu beurteilen und für das weitere Vorgehen zweckmässige Entscheidungen zu treffen.

12 Es ist zu beachten, dass hier unter „Einrichtung“ in erster Linie irgend ein elektronisch gesteuertes Objekt verstanden wird, vom einfachsten Haushaltgerät bis zur Computer-Handelsplattform einer Bank, dem Steuersystem eines Verkehrsflugzeugs oder dem „smarten“ Haus.

- Es genügt, der Einrichtung ein Ziel oder die Eigenschaften eines Produktes (das WAS) vorzugeben; sie leitet daraus selber die notwendigen Arbeitsschritte (das WIE) her.
- Die Einrichtung ist in der Lage, aus Erfahrungen zu lernen und ihre Arbeitsweise entsprechend zu verbessern.
- Das Zusammenwirken verschiedener Einrichtungen kann vom blossen Austauschen von Informationen bis zur kooperativen Lösung gemeinsamer Aufgaben gehen.
- Die Einrichtung macht dem Benutzer Vorschläge oder fordert ihn zu bestimmten Handlungen auf. Sie liefert (unaufgefordert oder auf Anfrage hin) Informationen über ihren Zustand und den Benutzer an den Hersteller, an Drittpersonen oder an andere technische Einrichtungen. Und dies allenfalls, ohne dass der Benutzer es weiss.

So gesehen erfüllen die oben skizzierten Beispiele zwar alle das Kriterium einer „grösseren Selbständigkeit“. Doch auch die Selbständigkeit der raffiniertesten technischen Systeme ist immer noch weit entfernt von jener der meisten Menschen.

Dennoch besteht kein Grund zur Entwarnung: Denn es geht hier nicht um die Frage, ob man ein künstliches Wesen schaffen kann, das sich nicht vom Menschen unterscheiden lässt, sondern um das Problem, dass technische Einrichtungen Aufgaben in einem Umfang oder einer Weise übernehmen, dass die möglichen Auswirkungen auf Individuen, Gesellschaft und Wirtschaft vor der Einführung ernsthaft geprüft werden müssen. Denn solche von uns geschaffenen automatischen Einrichtungen könnten zu einer zunehmenden Bedrohung werden – ähnlich wie Pflanzen oder Tiere, die einst in guter Absicht freigesetzt wurden, dann aber ausser Kontrolle gerieten.

Selbständigkeit der Technik nimmt laufend zu

Eines ist klar: Mit neuen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) lassen sich Geräte und Systeme bauen, deren selbständiges Funk-

tionieren unsere Lebenswelt so stark verändern, dass grundlegende rechtliche und gesellschaftliche Aspekte neu überdacht werden müssen. Nimmt zum Beispiel unsere Abhängigkeit von der Technik zu? Empfinden wir autonom handelnde Maschinen als Entlastung, oder fühlen wir uns von ihnen bedrängt? Wer ist bei einem Fehlverhalten verantwortlich? Wer partizipiert an ihrem Nutzen, wer ist davon ausgeschlossen? Können die neuen Technologien missbraucht werden?

Um diese Fragen besser zu verstehen und auch beantworten zu können, lohnt sich ein Rückblick auf die technische Entwicklung.

Selbsttätig laufende technische Einrichtungen wurden zum Teil schon vor Hunderten von Jahren durch Menschen entwickelt und benutzt: selbst-schliessende Weidetore, Wasser- und Windräder als Antrieb von Mühlen, Segelschiffe, usw. Solche Maschinen können die für ihre Bewegung notwendige Energie nach wie vor von einem Menschen¹³ beziehen – wie zum Beispiel bei der Tretnähmaschine –, Energie kann aber auch der Umgebung entzogen werden wie bei der Nutzung der Wasser- oder Windkraft.

In diesem zweiten Falle setzt ein Mensch die Maschine zwar in Bewegung, sie verrichtet aber anschliessend ihre Arbeit selbsttätig, solange ihr Energie und Rohmaterial zugeführt wird bzw. bis ein Defekt die Maschine zum Stoppen bringt. Im Gegensatz zu einfachen Werkzeugen wie Schere oder Hammer verrichten solche Maschinen ihre Arbeit teilweise oder weitgehend ohne Steuerung durch den Menschen, da ihre Funktionsweise vom Entwickler durch das vorgegebene mechanische Zusammenspiel gewissermassen fest „einprogrammiert“ wurde.¹⁴ In diesem Sinne weisen sie tatsächlich einen allerdings bescheidenen Grad von Selbständigkeit auf. Einmal gestartet, verrichten sie ihre Arbeit über eine bestimmte Zeitspanne¹⁵

13 Oder einem Haustier, wie dies beim früheren „Göppel“ der Fall war.

14 Dies schliesst nicht aus, dass die Maschine von Personen überwacht werden muss und dass der Nutzer ab und zu steuernd eingreift. Auch Maschinen mit primitiven „Programmsteuerungen“ durch Lochkarten oder Lochstreifen wie Webstühle oder Musikautomaten gehören zu dieser Kategorie von Maschinen – mit dem „Programm“ werden lediglich Varianten einer Grundfunktion (Webmuster, Melodie) bestimmt.

15 Diese Zeitspanne reicht von Sekunden (zum Beispiel beim Weidetor) bis zu Jahren (zum Beispiel bei einer Wasserschöpfereinrichtung oder einer Uhr).

ohne menschliches Dazutun (und womöglich zuverlässiger als ein Mensch). Wenn wir von einem bescheidenen Grad von Selbständigkeit sprechen, so bezieht sich dies offensichtlich auf den Funktionsumfang der Maschine, der – verglichen mit den Fähigkeiten eines Menschen – extrem bescheiden ist.

Welche Aspekte sind neu bei einer der beschriebenen Maschinen gegenüber einfachen Werkzeugen?

- **Delegation:** Die Verrichtung einer Tätigkeit durch die Maschine ohne menschliche Steuerung. Die Tätigkeit ist sozusagen von einem Menschen an eine Maschine delegiert worden, welche sie (teil)autonom ausführt. Der Halter der Maschine haftet dafür, dass Dritten aus dem Funktionieren der Maschine keine Schäden erwachsen.
- **Verlässlichkeit:** Die Delegation von Arbeit an eine Maschine macht nur Sinn, wenn ihre Verlässlichkeit so gross ist, dass der Zeitaufwand für die Beaufsichtigung und den Unterhalt kleiner ist als der Aufwand, um die gleiche Arbeit handwerklich zu erledigen.
- **Autarkie:** Falls die Maschine mit Energie und Rohstoffen „von aussen“ ohne direktes Zutun von Menschen versorgt wird,¹⁶ weist sie bereits einen gewissen Selbstversorgungsgrad auf. Autonomie und Autarkie sind aber nicht notwendigerweise kongruent!

Von der Automatisierungs- und Regelungstechnik ...

Schon früh wurde versucht, Maschinen mit „Fähigkeiten“ auszustatten, die eine selbständige Anpassung an veränderte Umgebungsbedingungen erlaubte. Besonders schön kann dies am Beispiel der Raumheizung illustriert werden: Misst man die Aussentemperatur mit einem *Sensor*, so kann mittels einer Steuerung die Leistung einer Heizanlage so verändert werden

¹⁶ Schulz-Schaeffer verwendet dafür im folgenden Beitrag den Begriff *Ressourcenautonomie* (siehe Kapitel 3).

(indem zum Beispiel ein Ventil – ein sog. Akteur – verstellt wird), dass eine einigermaßen konstante Innentemperatur resultiert.

Eine „intelligenter“ Lösung des gleichen Problems versucht, das Problem sozusagen an der Wurzel zu packen: Gemessen wird die Innentemperatur – bei Absinken wird die Heizleistung vergrössert, beim Ansteigen verkleinert. In diesem Falle spricht man (im Gegensatz zu einer Steuerung) von einer Regelung; bei einer Regelung besteht eine Rückkopplung von einer Ausgangsgrösse auf die Eingangsgrösse(n) der Maschine; es besteht ein so genannter Regelkreis. Es handelt sich um eine automatische Regelung, da der Regelkreis durch informationsverarbeitende Elemente in der Heizanlage selbst verwirklicht wird – im Gegensatz zu einer manuellen Regelung, bei der der Regelkreis konzeptionell zwar auch besteht, aber von einem Menschen¹⁷ wahrgenommen wird.

Sich selber regelnde Maschinen wurden schon lange vor der Erfindung des Computers gebaut. Das bekannteste Beispiel ist der Fliehkraftregler bei Dampfmaschinen: Je schneller die Maschine läuft, desto weiter streben die rotierenden Gewichte auseinander; über einen Mechanismus werden damit die Dampf-Einlassventile gedrosselt. Der Fliehkraftregler stellt zusammen mit dem Ventil eine Verkörperung von Sensor, Regler und Akteur dar – die Informationsverarbeitung erfolgt in mechanischer, integrierter Form. Heute wird aber die Informationsverarbeitung in der Regel in digitaler Form mit Mikroprozessoren implementiert, was bei kontinuierlichen Mess- und Stellgrössen eine vorherige Wandlung analog/digital bzw. digital/analog bedingt.

Geräte und Anlagen, bei denen ein oder mehrere *Computer* die Steuerung oder Regelung besorgen, nennt man *eingebettete Systeme*. Diese Bezeichnung hat sich eingebürgert, weil der Computer in eine Umgebung eingebettet ist, Vorgänge in dieser Umgebung mit *Sensoren* wahrnimmt und mittels Akteuren in Echtzeit steuernd oder regelnd auf die in der Umgebung ablaufenden Prozesse einwirkt.

17 Der dann zugleich Sensor, Informationsverarbeiter und Akteur ist.

Während im Deutschen unterschieden wird zwischen Steuerungstechnik und Regelungstechnik, ist im Englischen oft nur der Oberbegriff „control“ bekannt (der seinerseits nicht mit Kontrolle übersetzt werden sollte!). Will man im Englischen präzisieren, so nennt man Steuerung open loop control und Regelung closed loop control oder feedback control. Der wohl bekannteste Pionier bei der theoretischen Behandlung von rückgekoppelten Systemen – *Norbert Wiener* – prägte seinerzeit den noch weiter gefassten Begriff Kybernetik („Steuermannskunst“) als Oberbegriff für ein Gebiet, zu dem heute neben der klassischen Steuerungs- und Regelungstechnik auch Disziplinen wie die Systemtheorie und die Systemik gezählt werden.

Welche Aspekte zeichnen automatisch gesteuerte oder geregelte Systeme (gegenüber konventionellen Maschinen) zusätzlich aus?

- **Adaptivität:** Die Maschine passt ihre Arbeitsleistung automatisch an veränderte Rahmenbedingungen an; sie versucht ständig, diese Leistung möglichst nahe an einen vorgegeben Sollwert zu bringen.
- **Optimalität:** Die Regelung kann so konzipiert werden, dass bestimmte Optimalitätskriterien erfüllt werden (z.B. Minimierung des Energieverbrauchs).
- **Risiko von Instabilitäten:** Als Preis für das adaptive Verhalten riskiert man bei Situationen, die der Entwickler nicht voraussah, ein instabiles Verhalten wegen der Rückkopplung.

... über die Automatisierung administrativer Abläufe ...

Mit Computer wurde in der vorelektronischen Ära eine Person bezeichnet, die nach gewissen Vorschriften Rechen- und Sortieraufgaben mit Hilfe von Formeln und Tabellen manuell erledigte.¹⁸ Die beiden klassischen Einsatzgebiete waren (1) die Auswertung statistischer Erhebungen (namentlich Volkszählungen) und (2) die numerische Lösung von komplizierten

¹⁸ Die Geschichte dieser Zeit wird in Grier 2005 beschrieben.

Problemen im Ingenieurwesen und in den Naturwissenschaften (oft mit militärischem Hintergrund wie z.B. bei der Berechnung von Flugbahnen).

Die Natur dieser weitgehend repetitiven Tätigkeiten legte es nahe, nach maschinellen Hilfsmitteln zu suchen. In der Form von Lochkartenmaschinen wurden, namentlich für das erstgenannte Gebiet, zwischen etwa 1920 und 1950 immer raffiniertere Lösungen gefunden – Lösungen, die bald auch für ähnliche Anwendungen wie Gehalts- oder Gebührenabrechnungen eingesetzt wurden. Die Übertragung derartiger Aufgaben an einen programmgesteuerten elektronischen Rechner war daher in den Fünfzigerjahren naheliegend. Vor allem versprach sie bedeutend grössere Flexibilität und dank der rasanten Weiterentwicklung der Elektronik ein immer besseres Leistungs/Preis-Verhältnis.

Für solche Systeme gelten wieder ähnliche Überlegungen wie in den beiden vorigen Abschnitten: Arbeit, die vorher von Personen erledigt wurde, wird an eine Maschine delegiert, die in engen Grenzen autonom tätig ist. Es gibt aber auch Unterschiede: Während zum Beispiel eine Heizung im Allgemeinen über ihre ganze Lebensdauer die gleiche Aufgabe erfüllen soll, ist es durchaus möglich, dass auf Grund veränderter Gegebenheiten (gesetzliche Vorschriften, Organisationsänderungen, Änderungen des Arbeitsverhältnisses oder der familiären Situation, usw.) neue Berechnungsmodalitäten implementiert werden müssen. Dieses Problem kann durch Parametrisierung und modulare Software gelöst werden.

Schliesslich müssen wir auf einen grundlegenden konzeptionellen Unterschied zwischen der klassischen Datenverarbeitung und selbsttätig laufenden computerbasierten Einrichtungen hinweisen. Die Datenverarbeitung folgt im Prinzip dem Muster „Eingabe → Verarbeitung → Ausgabe“, wobei ein derart elementarer Schritt in der Abarbeitung eines Algorithmus in beschränkter Zeit ablaufen muss. Im Gegensatz dazu laufen eingebettete Computersysteme, aber auch heutige Personal Computer oder computerbasierte Reservationssysteme, vom Konzept her unendlich lang: Sie warten ständig auf die Signale von Sensoren und verarbeiten diese möglichst

in Echtzeit, um die Akteure entsprechend zu steuern. Ihre Basis ist Interaktion und ihre Dienste sind abhängig von der Vorgeschichte.¹⁹

Diese Unterschiede haben weitreichende Konsequenzen für die theoretische Behandlung, beispielsweise für den Nachweis der Korrektheit. Während es für die Analyse eines auf einem bestimmten Algorithmus beruhenden (einzelnen) Verarbeitungsschrittes bewährte Ansätze aus der theoretischen Informatik gibt, muss sich der Entwickler im Falle interaktiver Systeme mit Fragen auseinandersetzen, die um Grössenordnungen schwieriger sind.

Wenn zum Beispiel solche Systeme ein nicht-deterministisches Verhalten aufweisen, so kann bei der Klärung von Haftungsfragen sogar eine Grundannahme der Rechtsprechung – die Kausalität – ins Wanken geraten.

... bis zur umfassenden Digitalisierung

Die modernen Technologien ermöglichen Anwendungen, bei denen autonomes Wirken noch viel weiter geht und zum Beispiel die Nutzung von technischen Geräten gestattet, deren Handhabung die Fähigkeiten des Menschen bei weitem übersteigen würde. Die Mikroelektronik erlaubt zudem, Chips zusammen mit *Sensoren* und Akteuren so in Alltagsgegenständen zu verbergen und unter sich zu vernetzen, dass die Nutzer weder die eingebetteten Computer noch ihre Vernetzung wahrnehmen. Fachleute haben dafür die Begriffe „Pervasive Computing“ oder „Ubiquitous Computing“ geprägt.

Mit Computern ausgestattete Einrichtungen können auch ein menschenähnliches (anthropomorphes) Verhalten zeigen, so dass es dem Nutzer unter Umständen schwer fällt, das technische System von einem menschlichen Gegenüber zu unterscheiden.²⁰

19 Eine gute Einführung in diese Problematik findet sich in Wegner 1997.

20 Dabei muss man gar nicht erst an humanoide Roboter denken! Auskunftssysteme mit künstlichen Stimmen können heute zum Beispiel mit erstaunlich guter Qualität gebaut werden.

Neueste Entwicklungen werden mit Stichworten wie Anpassungsfähigkeit, Lernfähigkeit und kooperativen Lösungsansätzen beschrieben – Kooperation im Sinne des Zusammenarbeitens mehrerer Computer zur gemeinschaftlichen Lösung von Aufgaben. Damit geht einher, dass sich das Verhalten solcher Systeme unter Umständen in nicht voraussagbarer Weise ändern kann; man spricht dann von emergentem Verhalten.²¹ Bei einem Fehlverhalten solcher Systeme wird es noch schwieriger oder gar unmöglich, die unmittelbar Verantwortlichen durch Kausalitätsbetrachtungen zu identifizieren. Müssten derartige Einrichtungen gar mit „künstlichen moralischen Agenten“ ausgestattet werden,²² die das Verhalten in ethisch vertretbaren Schranken halten?

Das Verhältnis von Mensch und Maschine

Bei den ersten Werkzeugen handelte es sich um rein passive Objekte, die ihre Funktion nur zusammen mit dem Menschen, der sie nutzte, ausüben konnten: Sowohl die Energie, die sie bewegt (die Muskelkraft), als auch die Weise, wie sie bewegt werden (also die Steuerung auf Grund von Informationen, die der Nutzer wahrnimmt und in Handlungen umsetzt), stammen direkt vom Menschen. Diese Art von Werkzeug wirkt also lediglich als eine Art Hebel, der menschliche Fähigkeiten direkt verstärkt;²³ es wäre eher spitzfindig, derartigen Objekten selber eine Handlungsträgerschaft zuzuschreiben. Allerdings ist es klar, dass der nutzende Mensch auch in diesem einfachen Fall nicht das gleiche Verhalten mit und ohne Werkzeug zeigt – schliesslich wird ja das Werkzeug in der Regel benutzt, um etwas schneller zu machen, um etwas zu machen, was man „von Hand“ gar nicht vermöchte, oder um einen Vorteil gegenüber den Mitmenschen zu haben.²⁴

21 Neuerdings wird sogar der Begriff „Emergent Computing“ als Sammelbezeichnung verwendet für Konzepte wie „Schwarmintelligenz“, „sozial- oder biologisch-inspirierte Systeme“, etc.

22 Dies wird zum Beispiel ernsthaft diskutiert in Allen 2006.

23 Dies gilt letztlich auch für Objekte, die sich selber gar nicht bewegen lassen, aber zum Beispiel dem Menschen Schutz bieten (ein Haus) oder ihm erlauben, sich einfacher in der Natur zu bewegen (eine Brücke).

24 Ausführliche Überlegungen zu diesem Thema (anhand von Waffen) stellt zum Beispiel Bruno Latour (siehe Latour 1998) an.

So wenig einfache Werkzeuge selber Träger von Handlungen sind, so wenig wirken sie auch selbständig. Ihr eigentlicher Nutzen entsteht erst durch die „Partnerschaft“ mit der Person, die das Werkzeug verwendet. Vielmehr zeichnen sich Personen, die mit einem Werkzeug gekonnt umgehen, gerade durch diese besondere Fähigkeit aus – eine Fähigkeit, die in vielen Fällen über längere Zeit speziell geschult und geübt werden muss. Auch bei rechtlichen Fragen wie der Haftung gibt es in der Regel natürliche Lösungsansätze: Die Ursache von Schäden kann entweder auf den Halter (bei unsachgemässer Handhabung) oder auf den Hersteller (bei inhärenten Mängeln des Werkzeugs) zurückgeführt werden.

Damit kommen wir zu einem weiteren wesentlichen Element menschlicher Selbständigkeit: Menschen durchlaufen in ihrer Kindheit und Jugend eine vieljährige Phase der Erziehung, des Lernens und des Übens, bis sie einerseits als selbständig gelten und andererseits die Verantwortung für ihr Handeln in der gewonnenen Freiheit übernehmen können. Das Lernen schliesst den Umgang mit Werkzeugen ein, und dieser Umgang impliziert eine Verantwortung für eine „vernünftige“ Nutzung der Werkzeuge. Dazu gehören Kenntnisse über die Beziehungen eines Werkzeugs zu andern Objekten oder Personen: Wer würde bei schlechter Qualität oder Fehlern haften? Gibt es eine Bedienungsanleitung? Gibt es gesetzliche Bestimmungen beim Einsatz des Werkzeugs? ... Nicht von ungefähr setzt sich das Recht nicht nur mit den Beziehungen der Menschen unter sich, sondern auch mit den Beziehungen zwischen den Menschen und den von ihnen geschaffenen Objekten (Artefakten) in umfassender Weise auseinander: Haftung des Herstellers von Objekten gegenüber dem Nutzer dieses Objekts, Eigentumsrecht, Haftung des Halters eines Objekts gegenüber Dritten, Regeln zur Gewährleistung von Verfügbarkeit, Sicherheit und Qualität, Vorschriften zur Minimierung schädlicher Nebenwirkungen, Wahrung der Interessen des Herstellers im Bereich des geistigen Eigentums, Bedienungsanleitungen sowie Normen zur Förderung der Austauschbarkeit von Produkten.

Umgeben von „intelligenten“ Objekten und „smarten“ Werkzeugen

Die eingangs skizzierten Anwendungen der neuen Technologien zeigten bereits, dass wir uns mehr und mehr in einer Welt bewegen, in der sich unsere Rolle als entscheidendes und handelndes Individuum nicht mehr so klar von der Rolle der „smarten“ technischen Umgebung abhebt. Von der selbsttätig öffnenden Türe über das Programm zum Installieren neuer PC-Software bis zum führerlosen Flugplatz-Shuttle setzen wir uns – oft gewollt, zum Teil aber auch ungewollt – mit Techniken auseinander, die uns Entscheidungen einerseits abnehmen, andererseits auch aufzwingen. Doch so beeindruckend die Leistungen der selbständig agierenden Technik im Einzelfall auch sein mögen – ihr Verhalten unterscheidet sich in mehrerer Hinsicht vom Verhalten eines menschlichen Partners:

- Wir können aus dem Verhalten der Technik kaum erkennen, welche Mechanismen dem Funktionieren zu Grunde liegen und welche Fähigkeiten die Technik besitzt. Sind es bloss sture Regeln oder steckt dahinter Lernfähigkeit? Es fehlen uns entsprechende Hinweise wie etwa ein Gesichtsausdruck, emotionale Komponenten der Sprache, Gestik usw. Und die Lebensdauer von „Release 3.5“ ist ohnehin zu kurz, um die Geister, die da am Werk sind, wirklich kennen zu lernen ...
- Es gibt zwar Fälle, in denen automatische Reaktionen unter allen Umständen zweckmässig sind – zum Beispiel, wenn damit ein chemischer Prozess, der Gefahr läuft, ausser Kontrolle zu geraten, noch rechtzeitig gestoppt werden kann. Andererseits fehlt dem Computer in der Regel das so genannte „Weltwissen“ des Menschen, um auch in Ausnahmesituationen eine zweckmässige oder menschlich vertretbare Entscheidung fällen zu können.
- Es fehlen uns die Möglichkeiten, mit dem technischen Gegenüber auf Ebenen und mit Mitteln zu kommunizieren, die unter Menschen üblich sind – von der Äusserung und Wahrnehmung von Gefühlsregungen bis zur tätlichen Notwehr. Maschinen können nicht bestraft werden, nur ihre Halter oder Hersteller. Sie sind eben im umgangssprachlichen Sinn weder mündig noch handlungsfähig.

Diese Aufzählung ist alles andere als vollständig; sie soll lediglich einen wichtigen Aspekt des Themas beleuchten. Die Diskussion dazu wird in Kapitel 5 fortgesetzt.

Eine kurze Zwischenbilanz

Die vorstehenden Ausführungen haben gezeigt, dass es bisher nicht annähernd gelungen ist, Maschinen mit Fähigkeiten auszustatten, die jenen eines Menschen ebenbürtig sind. Immerhin gelingt es, einzelne Funktionen so nachzubilden, dass die Maschine entsprechende Aufgaben präziser oder rascher erledigt als eine Person. Es sind vor allem solche Aufgaben, die wir gerne an die Technik delegieren – umso mehr, wenn sie komplex oder gefährlich sind wie etwa jene eines Minensuchroboters.

In zwei Bereichen allerdings nimmt die Verselbständigung des Computers heute Formen an, die kritisch untersucht werden müssen:

- Der Computer dringt zusehends in Alltagsgegenstände ein und schafft damit eine „smarte Umgebung“. Was vielen angenehm erscheinen mag, sehen andere als Bevormundung oder Bespitzelung.
- Die immer durchgehendere Informatisierung von Prozessen in der Industrie, im Handel und in der Verwaltung verspricht zwar potentiell Effizienzsteigerungen, mehr Transparenz und weniger Fehler. Andererseits bindet sie den Menschen als Entscheidungsträger zurück – ein fragwürdiger Fortschritt, vor allem dann, wenn in unerwarteten Situationen nicht mehr auf das umfassende menschliche Wissen zurückgegriffen werden kann.

Die folgenden Kapitel setzen sich umfassend mit diesen beiden Bereichen auseinander.

3. Formen und Dimensionen der Verselbständigung

Ingo Schulz-Schaeffer

Die Frage nach der Verselbständigung des Computers stellt sich deshalb, weil computergesteuerte technische Geräte fähig sind, bestimmte Verhaltensabläufe von sich aus auszuführen. Im Normalfall sollen sie dies in einer Art und Weise tun, die menschliches Handeln unterstützt. Verselbständigung im Sinne zunehmender Selbsttätigkeit von Technik bei der Unterstützung menschlichen Handelns ist also durchaus erwünscht. Von einer Verselbständigung von Technik kann man aber auch in einem kritischen Sinne sprechen: wenn unklar wird, ob und in welchem Umfang selbsttätige technische Geräte im Dienste menschlicher Handlungsunterstützung agieren.

Selbsttätige Geräte gab es schon lange vor der Erfindung des Computers. Technische Geräte werden selbsttätig wirksam, wenn sie ihre Abläufe selbst steuern können und von sich aus auf die Ressourcen zugreifen können, die sie benötigen, um ihr Verhalten tatsächlich auszuführen. Die Verselbständigung des Computers ist ein Spezialfall der Selbsttätigkeit von Technik bei der Unterstützung menschlichen Handelns.

Im folgenden Beitrag stelle ich zunächst eine Typologie unterschiedlicher Formen technischer Selbststeuerung vor. Anschliessend geht es um Ressourcenautonomie als zweite Komponente technischer Selbsttätigkeit. Auf dieser Grundlage lassen sich drei Dimensionen technischer Selbsttätigkeit unterscheiden: Verhaltensautonomie, Entscheidungsautonomie und Informationsautonomie. Damit kann ich dann die Frage nach unterschiedlichen Formen der kritischen Verselbständigung des Computers abhandeln.

Selbstgesteuerte technische Geräte

Um der Verselbständigung technischer Geräte systematisch auf die Spur zu kommen, braucht es ein Verständnis für die unterschiedlichen Formen der Selbststeuerung. Ein technisches Gerät ist selbstgesteuert, wenn seine Abläufe auf Programmen beruhen, die im Gerät selbst verankert sind. Es besitzt also eigene Verfahrensvorschriften für die Steuerung seiner Abläufe. Technische Verfahrensvorschriften müssen nicht zwingend computerbasiert sein – sie können auch in der mechanischen oder elektrotechnischen Verkopplung von Gerätekomponenten niedergelegt sein. Ein Beispiel dafür ist das mechanische Zusammenwirken der Zahnräder einer Uhr.

Der grundlegende Sinn von Technik besteht darin, Hilfsmittel für zweckgerichtetes menschliches Handeln zu sein. Technik ist für die Menschen ein Hilfsmittel, um ihre Ziele einfacher bzw. überhaupt erreichen zu können (vgl. Schulz-Schaeffer 1999: 410). Dies gilt auch für selbstgesteuerte Geräte. Der Technikphilosoph Hans Freyer hat dies so formuliert:

„Teilstücke von Zwecktätigkeiten ... werden in den Formen der Geräte objektiviert. Liegen dann die Formen vor, so findet der Handlungszusammenhang ein Stück seiner selbst vorgetan. Er läuft durch das Gerät hindurch, er läuft das entsprechende Stück gleichsam auf Schienen“ (Freyer 1966 <1934>: 61f.).

Selbstgesteuerte technische Geräte übernehmen also selbsttätig Teilstücke menschlicher Handlungen. Unterschiedliche Formen technischer Selbststeuerung lassen sich danach unterscheiden, in welchem Umfang sie dies tun.

Form der Selbststeuerung	zentrales Merkmal	Beispiel
alternativlos	ein technisch fest programmierter Verhaltensablauf	mechanische Uhr
reiz-reaktions-gesteuert	Verhaltensalternativen werden durch Auslösereize aktiviert	Thermostatventil
informations-verarbeitend	Abgleich zwischen vorliegender Situation und vorgegebenen Informationen	Rechtschreibhilfe bei Textverarbeitung
informations-erzeugend	Erzeugung neuer Information aus verfügbaren Daten	Software für personalisierte Werbung
regelerzeugend	Erzeugung neuer Entscheidungs- und Verhaltensregeln aus verfügbaren Daten	Erstellen von Kundenprofilen durch maschinelles Lernen

Alternativlose Selbststeuerung

Ein kleines Teilstück von Handlungen übernimmt bereits das von *Albert Kündig* erwähnte selbstschliessende Weidetor. Seine leichte Schrägstellung bewirkt, dass es beim Öffnen ein wenig angehoben wird. Lässt man es dann los, so fällt es auf Grund der Erdanziehungskraft selbsttätig wieder zu.

In rudimentärer Form liegt bereits hier eine technische Verfahrensvorschrift vor. Dies ist die einfachste Form technischer Selbststeuerung. Wir finden sie im heutigen Alltag bei sehr vielen Geräten: Einfache Kaffeemaschinen, Toaster, Wecker, Rasenmäher, Tachometer, Radiogeräte, Betonmischmaschinen usw. funktionieren im Prinzip nicht anders. Die selbsttätigen Verhaltensweisen dieser Geräte beruhen auf fest programmierten Verfahrensvorschriften. Einmal in Gang gesetzt, arbeiten sie ihr Programm alter-

nativlos ab. Die Festlegung auf eine einzige Verhaltensweise schränkt die Nützlichkeit solcher Geräte allerdings stark ein.

Für eine umfassendere technische Unterstützung menschlichen Handelns muss ein technisches Gerät zu unterschiedlichen Aktionen fähig sein und entsprechend alternative Verhaltensprogramme besitzen. Zudem muss es die Wahl zwischen seinen Verhaltensalternativen selbsttätig treffen können. Trifft Letzteres nicht zu, handelt es sich lediglich um einen Apparat, bei dem mehrere Geräte der zuvor beschriebenen Art im gleichen Gehäuse untergebracht sind.

Reiz-Reaktions-Steuerung

Ein Beispiel für diese weiter reichende Form technischer Selbststeuerung ist das Thermostatventil an einem Heizkörper. Je nach Raumtemperatur führt dieses unterschiedliche Verhaltensprogramme selbsttätig aus: Durch Öffnen des Ventils wird der Warmwasser-Durchfluss im Heizkörper erhöht, durch Schliessen verringert und durch gleich bleibende Ventilöffnung konstant gehalten.

Vom Prinzip her ähnlich funktioniert der Tempomat beim Auto. Die beiden Beispiele stehen für eine Form der Selbststeuerung, die analytisch aus zwei Komponenten besteht. Neben ihren Verhaltensprogrammen besitzen diese Geräte ein Entscheidungsprogramm, das festlegt, wann welches Verhaltensprogramm aktiviert wird.

Im einfachsten Fall ist dieses Entscheidungsprogramm ein Reiz-Reaktions-Schema. Thermostatventil und Tempomat funktionieren nach diesem Prinzip. Die Temperatur bzw. Fahrtgeschwindigkeit liefert den Reiz, der das Verhaltensprogramm aktiviert. Die Reaktion erfolgt unmittelbar und ohne jegliches Entscheidungskalkül.

Bei dieser *einfachen Reiz-Reaktions-Steuerung* benötigen die technischen Geräte neben einer Aktorik auch eine Sensorik. Sie müssen ihre Verhal-

tensprogramme nicht nur in Raum und Zeit ausführen können, sondern zusätzlich auch die Reize wahrnehmen können, auf die sie dann reagieren.

Die Handlungsfähigkeit der Menschen beruht darauf, dass diese nicht darauf beschränkt sind, reflexhaft auf Reize zu reagieren, sondern dass sie Reize auch als Informationen für die Wahl zwischen Verhaltensalternativen nutzen können (vgl. Mead 1968). Entsprechend diesem Vorbild kann es auch für technische Einrichtungen von Vorteil sein, wenn Eingangssignale – egal, ob diese vom Gerät selbsttätig gesucht oder bloss empfangen werden – nicht unmittelbar zu Verhaltensreaktionen führen, sondern zunächst einmal als Informationen gespeichert werden.

Formen der Selbststeuerung, die eine informationsspeichernde Komponente enthalten, finden wir bereits im Rahmen der Reiz-Reaktions-Steuerung: Bei dieser *informationsspeichernden Reiz-Reaktions-Steuerung* werden bestimmte Reize als Informationen gespeichert und lösen im Gegensatz zu andern Reizen keine unmittelbare Reaktion aus. Was dann letztlich passiert – welches technische Verhaltensprogramm also aktiviert wird –, hängt nun nicht mehr allein von den Auslösereizen ab, sondern zusätzlich von der gespeicherten Information.

Ein Beispiel hierfür ist der einfache elektronische Taschenrechner: Das Ergebnis einer Addition etwa wird erst erzeugt, nachdem die Summanden feststehen. Dabei sind mindestens drei Reize im Spiel: jene für die Eingabe der Summanden, die zunächst als Informationen gespeichert werden, und jener für den Additionsbefehl, der danach ausgeführt wird.

Ein anderes Beispiel ist die hydraulische Bremse, welche die Bremsklötze nach jedem Bremsvorgang auf einen vordefinierten Abstand von der Bremsscheibe zurückführt und so die durch den Bremsabrieb verursachte Abstandsveränderung ausgleicht. Selbst das Thermostatventil enthält bei genauerer Betrachtung eine informationsspeichernde Komponente: Welches Verhaltensprogramm durch die gemessene Raumtemperatur ausgelöst wird, hängt schliesslich auch davon ab, welche Soll-Temperatur dem Thermostatventil als Information vorgegeben ist.

Reiz-Reaktions-Steuerung ist die einfachste Form der situationsbezogenen technischen Selbststeuerung. Sie erspart es dem Nutzer, sein Handeln laufend an die veränderlichen äusseren Umstände anpassen zu müssen. Das ist in vielen Fällen eine ausgesprochen nützliche Form technischer Selbststeuerung – vor allem dann, wenn der Kontext übersichtlich und gut bekannt ist.

Wie steht es denn um die menschliche Handlungsautonomie auf dieser Stufe technischer Selbststeuerung? Die Frage ist insofern berechtigt, als es hier um mehr geht als die blossе Übertragung bestimmter Teile eines menschlichen *Handlungsvollzugs* an Technik. Denn das technische Gerät entscheidet auch über die Art und Weise des *Handlungsvollzugs* mit, also über den *Handlungsentwurf*.²⁵

Es sind allerdings Bestandteile von Handlungsentwürfen, die mit dem Bedeutungskern der jeweiligen Handlung typischerweise wenig zu tun haben. Die Anpassung von Handlungen an vorhersehbare Randbedingungen lässt man sich normalerweise gerne abnehmen, ohne die eigene Handlungsautonomie gefährdet zu sehen.

In besonderen Fällen kann das aber auch anders sein. Ein Beispiel dafür ist die begrenzte Akzeptanz des Tempomats. Zwar geht es auch hier nur um die Kontrolle einer Randbedingung der eigentlichen Zwecktätigkeit. Aber diese Kontrolle lassen sich viele Autofahrer nicht gerne aus der Hand nehmen.

Informationsverarbeitende Selbststeuerung

Bei den bisher angesprochenen Formen technischer Selbststeuerung verwenden die technischen Geräte keine Entscheidungskalküle. Wenn solche zum Einsatz kommen, wird die nächste Stufe technischer Selbststeuerung erreicht. In den Verfahrensvorschriften des technischen Geräts ist nun nicht

25 Zur Bestimmung menschlichen Handelns als Einheit von Handlungsentwurf und Handlungsvollzug, die durch den Handlungsentwurf gestiftet wird, vgl. Schütz (1974 <1932>: 82).

mehr für jede Kombination aus Auslösereiz und gespeicherten Informationen die zugehörige Verhaltensreaktion festgelegt. Stattdessen ist irgendeine Form der technischen Informationsverarbeitung zwischengeschaltet, die bestimmt, welches Verhaltensprogramm in der jeweiligen Situation aktiviert wird.

Ein Beispiel hierfür ist die Rechtschreibhilfe der handelsüblichen Textverarbeitungsprogramme. Sie besitzt im Wesentlichen nur drei Verhaltensprogramme: (1) das eingegebene Wort wird als korrekt akzeptiert; (2) das Wort wird als fehlerhaft gewertet und automatisch durch das zugehörige korrekte Wort ersetzt; oder (3) das Wort wird als fehlerhaft erkannt, im Text markiert und gegebenenfalls wird ein Korrekturvorschlag angeboten.

Das Entscheidungskalkül besteht hier darin, das eingegebene Wort in zwei Datenbanken zu suchen: in einem abgespeicherten Wörterbuch und in einer Datenbank mit Autokorrekturen für bestimmte Schreibfehler. Je nach Suchergebnis aktiviert das Programm dann das entsprechende Verhaltensprogramm: Wird das Wort im Wörterbuch gefunden, so wird es als korrekt akzeptiert. Wird es in der Autokorrektur-Datenbank gefunden, so wird es automatisch durch das zugehörige korrekte Wort ersetzt. Bei einem negativen Suchergebnis in beiden Datenbanken wird das Wort als fehlerhaft markiert. Finden sich im abgespeicherten Wörterbuch sehr ähnliche Wörter, so werden diese als Korrekturvorschläge angeboten.

Noch immer haben wir es hier mit einer Form fest vorgegebener Selbststeuerung zu tun: Die Verhaltensprogramme der technischen Geräte wie auch die Entscheidungsregeln der Auswahl zwischen ihnen sind in die Geräte als Verfahrensvorschriften fest programmiert.

Es gibt aber einen Unterschied zu den vorhergehenden Formen der Selbststeuerung: Mit der Festlegung der Verhaltensprogramme und der Entscheidungsprogramme ist noch nicht festgelegt, wie sich das technische Gerät im konkreten Fall verhält. *Wie* es auswählt, ist zwar durch die Entscheidungsregeln vorgegeben, *was* es auswählt dagegen nicht. Letzteres hängt in der konkreten Situation allein vom Informationsbestand im Gerät ab. Im Fall der Rechtschreibhilfe also von der Güte des Wörterbuches.

Bei Geräten, die diese Form der *einfachen informationsverarbeitenden Selbststeuerung* besitzen, führt die Kontrolle über die technischen Verfahrensvorschriften nicht zugleich auch zu einer Kontrolle über das tatsächliche Verhalten der Geräte. Dazu bedarf es zusätzlich der Kontrolle über den Informationsbestand, auf den die Geräte zugreifen.

Die Frage nach der menschlichen Handlungsautonomie hängt damit entscheidend von der Kontrolle über die technischen Informationsbestände ab. Bei der Rechtschreibhilfe kann sie zum Teil von den Nutzern selbst wahrgenommen werden: Sie können die Wörterbuch-Datenbank erweitern und zusätzlich in der Autokorrektur-Datenbank bestehende Einträge löschen oder ändern.

Zum Teil liegt diese Kontrolle aber auch bei den Herstellern der Textverarbeitungsprogramme. Sie statten die Wörterbuch-Datenbank mit einem Grundbestand an Informationen aus, den die Nutzer nicht verändern können. Soweit ein Anwender seine Einwirkungsmöglichkeiten nutzt, widerspiegelt der programmierte technische Ablauf seine Auffassungen, in welcher Weise seine Schreibfähigkeit technisch unterstützt werden soll. Zum weitaus grösseren Teil repräsentiert die Rechtschreibhilfe aber die diesbezüglichen Auffassungen des Software-Herstellers. Die menschliche Handlungsautonomie ist also grundsätzlich nicht berührt. Der jeweilige Nutzer aber mag sich in seiner Entscheidungsfreiheit beeinträchtigt fühlen.

Die Frage nach der Kontrolle über die technischen Informationsbestände hat noch einen zweiten Aspekt: Informationsverarbeitende technische Selbststeuerung erlaubt es, abertausende von Einzelentscheidungen, die für bestimmte Formen von Handlungen von Bedeutung sind, an ein technisches Gerät zu delegieren. Die Rechtschreibhilfe ist dafür ein gutes Beispiel. Kontrolle über technische Informationsbestände ist bei solchen Größenordnungen vielfach eher eine prinzipielle als eine praktische Möglichkeit. Komplexe Technik zu nutzen heisst zu einem guten Stück eben auch, in die Richtigkeit bzw. Angemessenheit dessen, was technisch selbsttätig erfolgt, vertrauen zu müssen (vgl. Wagner 1994; Giddens 1995: 39ff.; Schulz-Schaeffer 2000: 349ff.; Hilty et al. 2003: 255f., 265).

Es gibt Handlungen, die sehr viele unterschiedliche Informationen voraussetzen, um sie kompetent ausführen zu können. Korrektes Schreiben gehört zu dieser Art von Handlungen.

Sollen technische Geräte die Anpassung solcher Handlungsvollzüge an die jeweilige Situation selbsttätig übernehmen (oder auch nur unterstützen), so müssen auch sie über diese Informationen verfügen. Im Fall der Rechtsschreibhilfe geschieht dies, indem die entsprechenden Informationen dem Gerät vorgegeben werden. Dies ist eine statische Lösung des Problems. Sie bewährt sich, wenn im Vorhinein bekannt ist, welche Informationen bedeutsam sein werden. Andernfalls ist eine dynamischere Informationsbeschaffung erforderlich: Die benötigten Informationen müssen in der Handlungssituation selbst generiert werden.

Informationsgenerierende Selbststeuerung

Entsprechend ist die selbsttätige Erzeugung von Informationen für die Durchführung von Handlungen in einer konkreten Situation die nächste Stufe technischer Selbststeuerung. Dazu braucht es technische Geräte, die Informationen nicht nur passiv aufnehmen, sondern aktiv nach den jeweils relevanten Informationen suchen.

Ein Weg der technischen Realisierung besteht darin, technische Geräte mit Sensoren auszustatten, die programmgesteuert aktiviert werden können, um die erforderlichen Informationen aus der Beobachtung der Umwelt zu gewinnen. So funktioniert die automatische Einparkhilfe, die das Auto anhand von kontinuierlichen Abstandsmessungen selbsttätig in die Parklücke manövriert.

Ein zweiter Weg eröffnet sich, wenn sich die erforderlichen Informationen aus verfügbaren Datenbeständen ableiten lassen. In diesem Fall benötigt das technische Gerät Verfahrensregeln, mit denen es die Informationen aus den vorliegenden Datenbeständen selbsttätig vornehmen kann.

Ein Beispiel hierfür ist die Software, welche die Internet-Buchhandlung *Amazon* für personalisierte Werbung einsetzt. Kauft ein Kunde ein Buch, so sucht das Programm in der Buchhaltungs-Datenbank andere Kunden, die dieses Buch ebenfalls gekauft haben. Dann sucht es heraus, welche anderen Bücher aus der gleichen Rubrik diese Kunden schon gekauft haben. Und diese Information nutzt das Programm dann, um jenem Kunden diese anderen Bücher zum Kauf zu empfehlen.

Bei diesen Formen der *informationsgenerierenden Selbststeuerung* sind die technischen Abläufe nach wie vor vollständig programmiert. Sie basieren auf vorgegebenen Verhaltensprogrammen, vorgegebener Entscheidungsregelung und vorgegebenen Regeln der Informationserzeugung.

Nicht mehr direkt vorgegeben und kontrollierbar dagegen ist, *welche* Informationen das Artefakt generiert und *welche* Verhaltensprogramme es in Abhängigkeit von diesen Informationen aktiviert. Die Selbständigkeit der Artefakte bei dieser Form der Selbststeuerung besteht darin, dass sie einen grob vorgegebenen Verhaltensablauf selbsttätig ausarbeiten, also dessen Spezifizierung von Fall zu Fall selbst übernehmen.

Was bedeutet diese Form technischer Selbststeuerung in Bezug auf die menschliche Handlungsautonomie? Die Festlegung der Handlungsziele bleibt unter der Verfügungsgewalt der Nutzer. Die Planung und Durchführung der Zielerreichung dagegen geht zunehmend an die technischen Geräte selbst über.

Welche Informationen sie verwenden, um ihre Verhaltensweisen festzulegen, ist nun nur noch indirekt kontrollierbar, nämlich durch die Regeln der Informationserzeugung, die dem Gerät vorgegeben sind. Ist menschliche Handlungsautonomie eine Frage der Zielbestimmung des Handelns, so bleibt sie auch bei dieser Form technischer Selbststeuerung gewahrt. Ist menschliche Handlungsautonomie aber auch eine Frage der Kontrolle über die Art und Weise des Handlungsvollzugs, so stellt man hier eine verringerte Handlungsautonomie fest.

Regelerzeugende Selbststeuerung

Alle bisher betrachteten Formen technischer Selbststeuerung haben in Bezug auf die menschliche Handlungsautonomie folgende Gemeinsamkeit: Die Verfahrensvorschriften des technischen Verhaltens sind den Geräten vorgegeben. Ihre Selbsttätigkeit ist also dadurch begrenzt, dass – zumindest in letzter Instanz – jedes technische Verhalten auf menschliche Vorgaben zurückgeht. Dies ändert sich erst dann, wenn technisch erzeugte Informationen für die technischen Geräte selbst als Verfahrensvorschriften wirksam werden.

In diese Richtung geht etwa die Technologie des fallbasierten Schliessens. Hierbei bewertet das Artefakt nach einer vorgegebenen Bewertungsfunktion den Erfolg oder Misserfolg seines Verhaltens in der konkreten Situation. Diese Verhaltensbewertungen setzt es in Beziehung zu bestimmten Faktoren der zugehörigen Situationen. Und leitet aus diesen Korrelationen Entscheidungsregeln für künftiges Verhalten ab.

Bei der personalisierten Werbung durch gezielte Kaufempfehlungen könnte dies zum Beispiel folgendermassen aussehen: Das Programm entnimmt der Datenbank, welche Kaufempfehlungen erfolgreich waren und welche nicht. Es setzt diese Bewertungen in Beziehung zu anderen Faktoren, die das Verhalten des Kunden beeinflussen könnten. Ein möglicher Faktor ist die Buchrubrik. Wahrscheinlich ist es je nach Buchrubrik unterschiedlich, ob und unter welchen Bedingungen Kaufempfehlungen erfolgreich sind. Ein Programm könnte solche Bündel von Einflussfaktoren sehr differenziert erheben und daraus neue Entscheidungsregeln über Kaufempfehlungen ableiten.

Von allen besprochenen Formen technischer Selbststeuerung ist dies die erste, die nicht mehr vollständig auf vorgegebenen Verfahrensvorschriften beruht, sondern selbst erzeugte Verfahrensvorschriften enthält. Wir haben es also mit einer *regelerzeugenden Selbststeuerung* zu tun. Die technisch selbst erzeugten Entscheidungsregeln kommen aber auch hier in einem vorgegebenen Rahmen zum Zuge. Die technischen Geräte verwenden fest vorgegebene Verhaltensvorschriften, um die neuen Verhaltensvorschriften zu erzeugen.

Voraussichtlich wird sich die weitere Entwicklung technischer Selbststeuerung in diesem Spannungsfeld abspielen: Programmierte Verhaltens- und Entscheidungsregeln geben den technischen Geräten den Rahmen vor. Innerhalb dieses Rahmens werden die technischen Geräte zunehmend eigenständig Informationen und Entscheidungsregeln erzeugen. Dabei ist es durchaus denkbar, dass der Rahmen der vorgegebenen Programmierung immer allgemeiner wird und dessen Ausarbeitung und Konkretisierung zunehmend anhand selbsttätig generierter Informationen und Regeln erfolgt.

Zunehmende Ressourcenautonomie

Technische Geräte zu bauen, die ihr Verhalten selbst steuern und gegebenenfalls auch die Auswahl zwischen Verhaltensalternativen treffen, ist eine Sache. Eine andere Sache ist es, technischen Geräten den Zugriff auf jene Ressourcen zu eröffnen, die sie benötigen, um diese Aktivitäten auch tatsächlich selbstständig durchführen zu können. Letzteres ist eine Frage der Ressourcenautonomie technischer Geräte.

Als grundlegendste Ressource benötigt jedes selbsttätige technische Gerät Energie. Ohne diese kann kein selbstgesteuertes Gerät von sich aus tätig werden.

Ein mechanisches Türschloss beispielsweise verkörpert die Form der alternativlos festgelegten Selbststeuerung. Aber die in diesem Gerät enthaltene Verfahrensvorschrift kommt nur dann zur Ausführung, wenn ein Benutzer den Schlüssel umdreht oder die Klinke bedient. Das Türschloss ist kein selbsttätiges technisches Gerät, weil es auf die Energie, die es zur Ausführung seines Verhaltensprogramms benötigt, nicht selbst zugreifen kann. Eine mechanische Uhr verkörpert dieselbe Form technischer Selbststeuerung. Sie aber ist ein selbsttätiges technisches Gerät, weil sie von sich aus auf die erforderliche Antriebsenergie – gespeichert in einer Feder oder einem Gewicht – zugreifen kann.

Neben der Energiezufuhr benötigen die technischen Geräte unter Umständen zusätzlich eigenständigen Zugriff auf weitere Ressourcen, um selbsttätig aktiv werden zu können: ein Drucker braucht Papier und Tinte, ein Espressoautomat Kaffee und Wasser; ein Verbrennungsmotor Schmiermittel und Kühlmittel, etc.

Die erforderlichen Ressourcen können dabei entweder in Form eines Kontingents zur Verfügung gestellt werden (z.B. Druckerpatrone, Batterie) oder aber kontinuierlich (z.B. durch Anschluss an das Strom- oder Wassernetz). Kontingentierung begrenzt die Ressourcenautonomie der technischen Geräte. Meistens ist das aber nicht der Grund, sondern es stehen nutzungsbezogene Gründe im Vordergrund (z.B. Batterien als Erfordernis mobiler Nutzung).

Die Energie und alle Materialien, die ein technisches Gerät benötigt, um seine Verhaltensprogramme auszuführen, bilden zusammengefasst seine *Verhaltensressourcen*. Im weiteren Sinne gehören dazu auch die Leistungsmerkmale, über die das Gerät auf Grund seines technischen Designs verfügt. Bei einem Computer zum Beispiel wären dies Merkmale wie seine Rechenleistung oder Speicherkapazität. Die Autonomie bezüglich Verhaltensressourcen hängt also ab vom Zugriff auf externe Ressourcen wie auch von den technischen Funktionsmerkmalen der Geräte selbst.

Mit zunehmender technischer Selbststeuerung gewinnt neben den Verhaltensressourcen eine zweite Form von Ressourcen an Bedeutung: Informationsressourcen. *Informationsressourcen* sind Daten, aus denen sich Informationen gewinnen lassen oder sogar neue Entscheidungs- und Verhaltensregeln.

Zwischen Verhaltensressourcen und Informationsressourcen besteht ein wichtiger Unterschied: Verhaltensressourcen bestimmen, welche *bestehenden* Entscheidungs- und Verhaltensprogramme ein technisches Gerät tatsächlich durchführen kann. Informationsressourcen dagegen bestimmen, welche *neuen* Verhaltensweisen ein technisches Gerät erwerben kann. Denn Informationsressourcen dienen entweder als Grundlage neuer Informationen, die es dem Gerät erlauben, bestehende Verhaltensprogramme

auf neue Situationen anzuwenden, oder gar als Grundlage neuer Entscheidungs- und Verhaltensprogramme.

Bei Verhaltensressourcen entscheidet das Mass an Ressourcenautonomie, in welchem Umfang technische Geräte die Entscheidungs- und Verhaltensprogramme, über die sie bereits verfügen, selbsttätig durchführen können. Bei Informationsressourcen dagegen entscheidet das Mass an Ressourcenautonomie mit, in welchem Umfang technische Geräte ihre Verhaltensweisen selbsttätig neuen Situationen anpassen können. Es ist diese Form der Selbsttätigkeit, die es in besonderer Weise rechtfertigt, von zunehmender Selbständigkeit technischer Geräte zu sprechen.

Dimensionen der Selbsttätigkeit

Auf der Grundlage der vorangegangenen Überlegungen lassen sich drei Dimensionen der Selbsttätigkeit technischer Geräte unterscheiden: Verhaltensautonomie, Entscheidungsautonomie und Informationsautonomie.

Verhaltensautonomie bezeichnet die Fähigkeit technischer Geräte, bestimmte Verhaltensweisen selbsttätig durchzuführen. Verhaltensautonomie können Geräte auf jeder Stufe technischer Selbststeuerung besitzen. Erforderlich ist zunächst nur, dass sie Zugriff auf jene Verhaltensressourcen besitzen, die sie zur Durchführung ihrer Verhaltensprogramme benötigen.

Verhaltensautonomie ist ein Produkt aus Selbststeuerung und Zugriff auf Verhaltensressourcen. Technische Geräte, die eine Form der Selbststeuerung aufweisen aber keinen eigenständigen Zugriff auf die zugehörigen Verhaltensressourcen, können nicht selbsttätig aktiv sein und besitzen daher keine Verhaltensautonomie. Gleiches gilt umgekehrt: Es gibt technische Geräte, in denen Verhaltensressourcen gespeichert sind, die aber keine Form der Selbststeuerung aufweisen wie z.B. der Bleistift. Auch sie besitzen keine Form der Verhaltensautonomie.

Der Tatbestand der Verhaltensautonomie hängt nicht von der Form der technischen Selbststeuerung ab, der Umfang technischer Verhaltensauto-

nomie dagegen sehr wohl. Der Umfang technischer Verhaltensautonomie ist der Umfang an Tätigkeiten, die ein technisches Gerät selbsttätig durchführen kann. Dieser wächst mit zunehmender technischer Selbststeuerung. Mit zunehmender technischer Selbststeuerung können technische Geräte grössere Teilstücke menschlicher Tätigkeiten übernehmen. Der Umfang technischer Verhaltensautonomie ist zum anderen aber auch vom Umfang an Ressourcenautonomie abhängig.

Ein Thermostatventil beispielsweise übernimmt zwar nur ein kleines Teilstück. Aber es besitzt hohe Ressourcenautonomie (die einzige Verhaltensressource, die es benötigt, ist die Raumtemperatur) und versieht seinen Dienst gegebenenfalls über Jahre ohne äusseren Eingriff. Im Vergleich dazu kann die Rechtschreibhilfe ein deutlich grösseres Teilstück des Handelns übernehmen. Ressourcenautonomie besitzt es aber nur im begrenzten Bereich der Autokorrektur-Funktion. Welches der beiden Geräte besitzt die höhere Verhaltensautonomie? Ressourcenautonomie und Umfang der Selbststeuerung lassen sich schwer gegeneinander aufrechnen. Auf dieser Grundlage lässt sich die Frage deshalb meines Erachtens nicht beantworten.

Entscheidungsautonomie bezeichnet die Fähigkeit technischer Geräte, eigenständig zwischen Verhaltensalternativen auswählen zu können. Das Merkmal technischer Entscheidungsautonomie setzt nicht voraus, dass ein Entscheidungskalkül zum Einsatz kommt. Bereits die Reiz-Reaktions-Steuerung realisiert eine Form technisch eigenständiger Wahl zwischen Verhaltensalternativen. Eine Form technischer Entscheidungsautonomie ist auch die Verhaltenswahl nach Massgabe vorgegebener Entscheidungsprogramme. In beiden Fällen ist es sinnvoll, von technischer Entscheidungsautonomie zu sprechen, weil die Entscheidung darüber, welche technische Verhaltensoption als Teilstück einer Handlung realisiert wird, vom technischen Gerät getroffen wird und nicht von seinem Benutzer.

Begrenzt wird die technische Entscheidungsautonomie in diesen Fällen dadurch, dass das Wahlverhalten der direkten (tatsächlichen oder prinzipiellen) Kontrolle durch die Benutzer oder Hersteller der Geräte unterliegt: Die Geräte realisieren genau das ihnen vorgegebene Entscheidungsverhalten. Anders ist dies, wenn technische Geräte ihre Wahlentscheidungen

unter Verwendung von selbst erzeugten Informationen oder sogar unter Verwendung selbst erzeugter Entscheidungsregeln treffen. Sie benutzen dann Entscheidungsprogramme, die der menschlichen Kontrolle nur noch indirekt unterliegen. Dies ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt das höchste Mass technischer Entscheidungsautonomie.

Informationsautonomie bezeichnet die Fähigkeit technischer Geräte, aus verfügbaren Daten eigenständig Informationen zu gewinnen, die dann einen Einfluss auf ihr Verhalten haben. Technische Geräte, denen von ihren Herstellern oder Benutzern bestimmte Informationen zweckbezogen vorgegeben werden und die dann fallweise auf relevante Information zugreifen, besitzen keine Informationsautonomie.

Der Quantensprung zur Informationsautonomie geschieht mit der Bereitstellung des Zugangs zu Daten, deren Nutzungszweck als Information erst von dem technischen Gerät selbst erzeugt wird. Das entscheidende Merkmal der Informationsautonomie besteht mit anderen Worten darin, dass nicht im Voraus festgelegt ist, welche Daten vom Gerät in welcher Handlungssituation als Informationen genutzt werden.

Die drei Dimensionen der Selbsttätigkeit technischer Geräte stehen in Beziehung zu den drei Ebenen menschlicher (und technischer) Handlungsfähigkeit, die im Konzept gradualisierten Handelns (vgl. Rammert und Schulz-Schaeffer 2002) unterschieden werden:

Handlungsebene	Dimension der Selbsttätigkeit
Handeln als verändernde Wirksamkeit	Verhaltensautonomie (selbsttätige Durchführung von Verhaltensprogrammen)
Handeln als „Auch-anders-handeln-Können“	Entscheidungsautonomie (selbsttätige Wahl zwischen Verhaltensalternativen)
Handeln als begründetes Verhalten	Informationsautonomie (hier vor allem: regelerzeugende Selbststeuerung)

Verselbständigung hat ihren Preis

Der Sinn von Technik besteht darin, Hilfsmittel für zweckgerichtetes menschliches Handeln zu sein. Selbstgesteuerte Geräte werden dadurch zu Hilfsmitteln menschlichen Handelns, dass sie Teile davon selbsttätig übernehmen.

Worin unterscheiden sich in dieser Hinsicht die heutigen und die zu erwartenden Computertechnologien von einfachen selbstgesteuerten Geräten? Ein gewisses Mass an Verhaltensautonomie ist ein konstitutives Merkmal jeglicher selbsttätiger Technik. Die Besonderheit der Verselbständigung des Computers besteht darin, dass die Entscheidungsautonomie zunehmende Bedeutung gewinnt und dass die Informationsautonomie neu hinzutritt.

Die Entwicklung selbsttätiger Techniken ist zunächst ein Vorgang der zunehmenden Entlastung menschlichen Handelns. Verhaltensautonome Geräte, welche die Form der alternativlos festgelegten Selbststeuerung besitzen, entlasten menschliches Handeln, indem sie einen festgelegten Verhaltensablauf selbsttätig realisieren. Sie können dies aber nur in einer immer gleichen Weise. Ihre Wirkung ist dadurch begrenzt, dass der Nutzer alle Anpassungen dieses vorgefertigten Teilstücks an die konkrete Handlungssituation vornehmen muss.

Reiz-Reaktions-gesteuerte Geräte nehmen ihren Nutzern einen Teil dieser Anpassungsleistungen ab. Sie tun dies aber nur für einen vordefinierten Bereich von Faktoren, die in der jeweiligen Nutzungssituation selbst auftreten. Bei der informationsspeichernden Selbststeuerung werden technische Geräte darüber hinaus fähig, situationsübergreifende Anpassungsleistungen zu übernehmen. Dies ist beispielsweise bei der sich selbsttätig nachjustierenden Hydraulikbremse der Fall: Die bei ihrer Nutzung gespeicherte Information dient der Anpassung an die nächste Nutzungssituation.

Die Computersteuerung technischer Geräte ermöglicht die Speicherung unterschiedlichster Informationen und dadurch eine selbsttätige Anpassung des technischen Verhaltens an sehr viele künftige Handlungssituationen. Dieses informationstechnische Potential lässt sich nutzen, wenn das Gerät

eine Entscheidungskomponente besitzt und feststellen kann, welche Situation vorliegt und auf welche Informationen für die situationsgerechte Durchführung der Handlung in dieser Situation zugegriffen werden muss.

Informationserzeugende Selbststeuerung nimmt menschlichem Handeln darüber hinaus die Arbeit ab, die Informationen vorgeben zu müssen, die das technische Gerät zur selbsttätigen Anpassung seines Verhaltens an den jeweiligen Handlungszusammenhang benötigt. Regelerzeugende Selbststeuerung schliesslich übernimmt auch noch die Arbeit der Ableitung neuer Regeln situationsgerechten Verhaltens aus neuen Informationen.

Die zunehmende Selbsttätigkeit technischer Geräte ist mithin ein Prozess, in dem die Wirksamkeit technischer Geräte sich zunehmend nicht mehr auf die blossе Ausführung vorgegebener Tätigkeiten beschränkt, sondern mehr und mehr auf die Planung von Handlungsvollzügen oder gar auf die Umsetzung nur noch allgemein vorgegebener Handlungsziele ausgeweitet wird.

Der Preis dafür sind neue Formen technikinduzierter Belastungen. Vier davon sollen hier betrachtet werden: (1) Verselbständigung der Mittel gegenüber den Zwecken, (2) technisch vermittelte Fremdbestimmung, (3) tatsächliche Undurchschaubarkeit trotz prinzipieller Kontrollierbarkeit und (4) Risiken der nur noch indirekten Kontrollierbarkeit. In ihnen kommen unterschiedliche Formen der kritischen Verselbständigung des Computers (bzw. von selbstgesteuerter Technik insgesamt) zum Ausdruck.

Verselbständigung der Mittel gegenüber den Zwecken

Der Nutzer muss sich in den Dienst seiner technischen Gerätschaften stellen, er muss sie bedienen, um sie in Dienst zu nehmen (vgl. Schulz-Schaeffer 2007: 8). Als Benutzer technischer Geräte (und als deren Entwickler umso mehr) muss man Tätigkeiten verrichten, an denen man normalerweise kein unmittelbares Interesse hat – einfach damit die Geräte den beabsichtigten Zweck erfüllen. Konkret: Man muss die Geräte warten, reparieren, kontingentierte Ressourcen nachfüllen, gegebenenfalls neue

Informationsressourcen eingeben und bei der Nutzung selbst dafür sorgen, dass die technischen Abläufe zu den eigenen Handlungsentwürfen passen. Wobei die Summe dieser Tätigkeiten durchaus dazu führen kann, dass der Aufwand den Nutzen übersteigt.

Zunehmende technische Selbststeuerung kann darauf gerichtet sein, die Nettobilanz von technischer Entlastung und neuer technikinduzierter Belastung zugunsten der Entlastung zu verschieben. Ob die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien tatsächlich eine positive Nettobilanz aufweisen, ist zumindest in der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung jedoch umstritten. Die erwarteten Produktionszuwächse durch die Einführung von Informationstechnologien jedenfalls scheinen zunächst ausgeblieben zu sein.

Eine mögliche Erklärung für dieses so genannte Produktivitätsparadox (vgl. Stehr 2003) ist die Feststellung, dass die betriebliche Einführung der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien vielfach angebotsgesteuert und nicht bedarfsgesteuert erfolgte. Der Grund der Technikeinführung war häufig nicht ein Bedarf an konkreten Problemlösungen, sondern das eher diffuse Motiv, den Anschluss an den aktuellen Stand der Technik nicht zu verlieren. Auch dies ist eine Form von Verselbständigung der Mittel gegenüber den Zwecken.

Verselbständigung der Mittel gegenüber den Zwecken kann bei allen Formen technischer Selbststeuerung auftreten und zum versteckten oder offenen Sachzwang (vgl. Schelsky 1979 <1961>ff.) werden. Damit ist gemeint, dass die bestehende technische Infrastruktur Menschen dazu nötigt, technischen Mitteln in einer Weise Rechnung zu tragen, die letztlich im Widerspruch zu ihren Handlungszielen steht.

Technisch vermittelte Fremdbestimmung

Was als technischer Sachzwang daherkommt, ist in Wirklichkeit häufig ein technisch vermittelter sozialer Zwang.²⁶ Selbst wenn die technischen Geräte der menschlichen Kontrolle vollständig unterworfen sind, heisst dies eben noch lange nicht, dass sie der Kontrolle jener unterliegen, die sich ihrer bedienen oder von der Wirksamkeit der technischen Abläufe in anderer Weise betroffen sind. Die Kontrolle über die technischen Entscheidungs- und Verhaltensprogramme kann von anderen – von anderen Menschen, von Organisationen oder von gesellschaftlichen Institutionen – genutzt werden, um auf das Handeln jener einzuwirken, die mit den entsprechenden Geräten zu tun haben.

Diese technisch vermittelte Form der Einflussnahme finden wir in unterschiedlichsten Formen: Man denke nur etwa an die automatische Anhebung der Lautstärke während Werbeblöcken im Fernsehen, an die technischen Massnahmen, die das Kopieren von CDs und DVDs verhindern, oder an die Abstufungen der Leihberechtigungen im elektronischen Leihsystem einer Universitätsbibliothek. Zum Teil sind solche technischen Verhaltensmerkmale Ausdruck eines vereinbarten Interessenausgleichs zwischen Anbietern und Nutzern (von Nutzungspflichten und Nutzungsrechten etwa). Zum Teil sind es aber auch Formen der versteckten Einflussnahme, die unter dem Deckmantel der scheinbaren Neutralität des technischen Ablaufs vorgenommen werden (vgl. Marcuse 1967; Winner 1985; Zuboff 1988: 311ff.; Schulz-Schaeffer 2000: 312ff.).

Für sich betrachtet ist die technisch vermittelte Fremdbestimmung natürlich keine Form der Verselbständigung von Technik. Für den Nutzer, der den Herrschaftszwang als Sachzwang wahrnimmt, kann es dagegen so aussehen. Für die technisch vermittelte Einflussnahme auf Handlungen macht es einen Unterschied, welche Form technischer Selbststeuerung zum Einsatz kommt. Denn die weiter reichenden Formen technischer Selbststeuerung ermöglichen auch weiter reichende Formen der Fremdbestimmung der Geräteanwender. Wenn man zum Beispiel beim Online-Banking ge-

26 Pointiert formuliert Rammert (1993: 156): „Hinter jedem Sachzwang steht ein sozial konstruierter Zwang“ (vgl. auch Krohn und Rammert 1993 <1985>: 84).

zwungen ist, die Eingabemaske für eine Überweisung in einer ganz bestimmten Art und Weise auszufüllen, so ist dies durchaus eine Form technisch vermittelter Fremdbestimmung. Sie liegt im Interesse der Bank, die dadurch Verwaltungskosten einspart. So lästig dies auch sein mag – die Handlungsautonomie des Bankkunden wird dadurch im Kern nicht berührt. Wenn dagegen in die Suchstrategie eines Web-Browsers fremde Interessen einfließen – was bei Preissuchmaschinen nicht selten vorkommt – und dem Nutzer dies verborgen bleibt, kann die verzerrte Information grossen Einfluss auf Sinnkern von Handlungen haben.

Für die Beurteilung technisch vermittelter Fremdbestimmung kommt es – unabhängig von der Form technischer Selbststeuerung – allerdings auch darauf an, wie wichtig es dem Nutzer ist, zu vermeiden, wozu er genötigt wird. Es mag zwar lästig sein, eine elektronische Eingabemaske in einer bestimmten Form ausfüllen zu müssen. Das ist normalerweise aber auch alles. Wie aber steht es, wenn man technisch vermittelt gezwungen wird, sein Geburtsdatum und andere persönliche Daten preiszugeben, um etwa einen Bestellvorgang erfolgreich abwickeln zu können? Auch dies berührt zwar nicht den Kern der Bestell-Handlung. Andere Handlungsziele – in diesem Fall der Schutz der eigenen Privatsphäre – sind dann aber sehr wohl berührt.

Tatsächliche Undurchschaubarkeit trotz prinzipieller Kontrollierbarkeit

Nach verbreiteter Auffassung ist der massive Kurseinbruch beim Börsen-Crash vom Oktober 1987 wesentlich durch den computerisierten Wertpapierhandel verursacht worden (vgl. Brunnstein 1988). Dabei war es keineswegs so, dass die Computerprogramme ausser Kontrolle geraten wären. Sie haben auch an diesem Tag ihre Kauf- und Verkaufentscheidungen genau so getroffen und ausgeführt, wie sie programmiert waren. Aber die interaktive Verknüpfung all dieser zweckmässigen Einzelaktivitäten führte an diesem chaotischen Handelstag zum unvorhergesehenen und unerwünschten Resultat. Es ist eine Grundeinsicht sozialwissenschaftlicher Forschung, dass die interaktive Verknüpfung zweckgerichteter Einzelhand-

lungen in der Summe zu unbeabsichtigten und ungewollten Folgen führen kann (vgl. Merton 1936; Merton 1995: 49, 59ff.). Entsprechend gilt dies auch für jene Teilstücke menschlicher Zwecktätigkeiten, die technische Geräte selbsttätig durchführen.

Betrachtet man den Interaktionszusammenhang der vielen Computerprogramme, die im Börsengeschäft selbsttätig (und zugleich in strikt vorgegebener Weise) Käufe und Verkäufe tätigen, als *ein* technisches System, dann trifft die Behauptung zu, dass dieses technische System sich am 19. Oktober 1987 verselbständigt hat. Komplexe Systeme können ein insgesamt unvorhersehbares Verhalten aufweisen, obwohl jede ihrer Einzelaktivitäten ein zweckgerichtetes und gut kontrolliertes Verhalten ist. Charles Perrow (1987: 95ff.) führt diese Eigenschaft komplexer technischer Systeme auf zwei Merkmale zurück: auf enge Kopplungen und komplexe Interaktionen der Systemkomponenten. Enge Kopplung besagt, dass die technischen Komponenten unmittelbar aufeinander einwirken. Komplexe Interaktion bedeutet, dass die Aktivitäten vieler Komponenten auf vielerlei Weise auf die Aktivitäten vieler anderer Komponenten einwirken.

Die Computerisierung der technischen Unterstützung menschlichen Handelns hat häufig zur Folge, dass sich der Umfang enger Kopplungen wie auch das Ausmass komplexer Interaktionen erhöht. Zum einen ermöglicht die informations- und kommunikationstechnische Steuerung eine umfassende Integration bislang getrennter technischer wie auch administrativer Abläufe. Diese erhöht den Umfang enger Kopplungen. Die betriebsübergreifende computergestützte Verknüpfung („systemische Rationalisierung“) von Wertschöpfungsketten vom Rohstoff bis zum Kunden ist hierfür nur ein Beispiel (vgl. Bergstermann/Brandherm-Boehmker 1990; Sauer 2006). Zum anderen ist es ein Erfordernis solcher Integrationsprozesse, Teilinformationen und Teilaktivitäten innerhalb der integrierten Systeme einander wechselseitig zugänglich zu machen. Dies erhöht das Ausmass komplexer Interaktionen. Unvorhergesehenes Verhalten kann unter diesen Bedingungen als emergenter Effekt der Interaktion von für sich genommen gut kontrollierbaren technischen Teilprozessen entstehen. Diese Form der Verselbständigung des Computers setzt keine Unkontrollierbarkeit der technischen Entscheidungs- und Verhaltensprogramme voraus.

Risiken der nur noch indirekten Kontrollierbarkeit

Technische Geräte, die für ihre Verhaltenssteuerung selbst erzeugte Informationen verwenden, sind zumindest in ihrem konkreten Verhalten nicht mehr direkt kontrollierbar. Dies bedeutet allerdings nicht von vornherein, dass sie ein unkontrollierbares Verhalten aufweisen. Unter der Massgabe, dass technische Geräte menschliches Handeln unterstützen sollen, wäre das auch gar nicht erwünscht.

Für Zwecke der akademischen Grundlagenforschung mag es erstrebenswert sein, technische Geräte zu entwickeln, die in der Lage sind, neue Handlungsziele zu entwickeln. Im Rahmen der technischen Unterstützung menschlichen Handelns dagegen zielt die informationserzeugende und regelerzeugende Selbststeuerung lediglich darauf, technische Geräte mehr und mehr zu befähigen, aus menschlichen Zielvorgaben das entsprechende Handeln eigenständig abzuleiten.

Das Problem unvorhergesehenen Verhaltens als Resultat enger Kopplung und komplexer Interaktion der Systemkomponenten stellt sich hier noch deutlicher als für den Fall der systemischen Verknüpfung fest vorgegebener technischer Abläufe. Denn die technisch erzeugten Informationen und Regeln sind bereits für sich genommen ein Resultat enger Kopplungen und komplexer Interaktionen.

Zur Veranschaulichung dieses Punktes stelle man sich die folgende, technisch mögliche Erweiterung der Selbsttätigkeit der Rechtschreibhilfe von Textverarbeitungsprogrammen vor: Ein Wort, das in der Wörterbuch-Datenbank der Rechtschreibhilfe zunächst nicht enthalten ist, wird vom Programm eigenständig als neues Wort hinzugefügt, wenn der Benutzer es innerhalb eines bestimmten Zeitraums mit einer bestimmten Häufigkeit verwendet hat, ohne auf die Korrekturaufforderung des Programms zu reagieren. Dies wäre einerseits eine weitere Entlastung des Nutzers, der das Wörterbuch nun nicht mehr durch aktive Eingabe von Informationen pflegen müsste. Das Programm würde nun aber auch die typischen Schreibfehler seiner Benutzer automatisch als korrekte Wörter interpretieren und diesen Fehler anschliessend nicht mehr als Fehler erkennen können. Sein Korrekturver-

halten könnte sich dadurch im Laufe der Zeit gegenüber der amtlichen Rechtschreibung beträchtlich verselbständigen.

Möglicherweise gravierender ist ein anderes Problem dieser Form technischer Selbststeuerung: die Kontrolle der Nebenfolgen. Zweckgerichtetes Handeln beruht auf der Abwägung von Mitteln, Zielen und Nebenfolgen (vgl. Weber 1972 <1922>: 13). Es geht dabei zum einen um die Frage, mit welchen Mitteln das Handlungsziel möglichst gut erreicht werden kann. Darüber hinaus geht es im zweckgerichteten Handeln aber immer auch um die Einbeziehung der Nebenfolgen, die durch die Art und Weise der Handlungsdurchführung verursacht werden.

Informations- und regelerzeugende Selbststeuerung zielt darauf, die Art und Weise der Handlungsdurchführung zunehmend den technischen Geräten zu übertragen. Die Logik dieser selbsttätigen Umsetzung von Handlungszielen ist aber – wie dargestellt – die Logik des Mittel-Zweck-Kalküls. Das Problem dieser Form von Selbststeuerung ist, dass die Hersteller und Benutzer solcher Geräte die Kontrolle über die Nebenfolgen aus der Hand geben, indem sie den Geräten die Art und Weise der Handlungsdurchführung überlassen.

Die beabsichtigen Folgen wie auch die Nebenfolgen informations- und regelerzeugender technischer Selbststeuerung sind Folgen, die daraus resultieren, dass aus vorhandenen Daten neue Informationen gewonnen werden. Konkret: Aus Daten, die im Rahmen von Kaufvorgängen anfallen, können Informationen für Zwecke personalisierter Werbung gewonnen werden. Aus Daten über das Fahrverhalten von Autofahrern können Versicherungsgesellschaften Informationen über das persönliche Unfallrisiko ihrer Versicherten ableiten (vgl. Litman 2004; Coroama und Höckl 2004). Solche Formen der Informationsgewinnung haben vielerlei Nebenfolgen – insbesondere in puncto Schutz der Privatsphäre (vgl. SWAMI 2005; Căș 2005).

Derart gewonnene Informationen können zudem für die gezielte Ungleichbehandlung von Menschen benutzt werden. Es lassen sich damit beispielsweise Profile erstellen, mit denen man vielversprechende Kunden oder risikoarme Versicherte erkennen kann. Bei solchem so genannten „social

sorting“ (Lyon 2001; Lyon 2004) erhalten attraktive Kunden Sonderkonditionen und unattraktive eine stiefmütterliche Behandlung.

Dies kann zu neuer sozialer Ungleichheit führen wie auch zu neuen Formen gesellschaftlichen Anpassungsdrucks. Ist es gesellschaftlich wünschenswert, Handlungsvollzüge der selbsttätigen Verhaltenssteuerung technischer Geräte zu überlassen, wenn diese so schwer wiegende Nebenfolgen haben können? Solche Fragen rücken das Problem der Aufrechterhaltung der persönlichen Privatsphäre und das Problem des „social sorting“ ins Zentrum der Diskussion um die Verselbständigung des Computers.

4. Eingebettete, vernetzte und autonom handelnde Computersysteme: Szenarien und Visionen

Friedemann Mattern und Marc Langheinrich

Today we are confronting a new breed of machines, one with intelligence and autonomy, machines that can indeed take over for us in many situations. In many cases, they will make our lives more effective, more fun, and safer. But in others, they will frustrate us, get in our way, and even add to the danger.

Donald A. Norman

Computer sind bereits heute in zahlreichen Bereichen unseres Lebens präsent. Und sie werden unseren Alltag noch viel stärker durchdringen, weil sie immer kleiner, billiger und leistungsfähiger werden. Hält diese Entwicklung an, erscheint es möglich, dass unsere Welt in Zukunft durchsetzt sein wird von praktisch unsichtbaren Computersystemen, die mit Sensoren ihre Umgebung laufend erfassen und die aktuelle Situation interpretieren, um dann miteinander zu kooperieren und mittels Aktoren steuernd in die Realität einzugreifen.

In der Forschung werden bereits Informations- und Kommunikationstechnologien erprobt, die sich in Alltagsgegenstände integrieren lassen und so Umgebungen schaffen, die adäquat auf die Gegenwart des Menschen, seine Gewohnheiten und die aktuelle Situation reagieren. Indem autarke, aber drahtlos miteinander kommunizierende Computer in Dinge und Lebensräume integriert werden, verleihen sie diesen eine Zusatzfunktionalität,

womit eine den Menschen unterstützende unauffällige Hintergrundassistenz realisiert wird.

Die Vielzahl solcher Computersysteme und ihre Verborgenheit, aber auch die Komplexität der gesteuerten Vorgänge und die manchmal sehr kurzfristigen Entscheidungszeiträume erfordern fast zwangsläufig, dass die Systeme autonom agieren. Denn der Mensch wäre mit ihrer Kontrolle nicht nur überfordert, er möchte meist auch gar nichts von ihnen wissen, solange sie nur im Hintergrund ihre Aufgabe gut und richtig erfüllen. „Humans out of the loop“ lautet deshalb oft die Devise der Entwickler.

Ein schleichender Prozess

Dass selbständig agierende Mikrocomputer unseren Alltag immer mehr durchdringen, ist ein schleichender Prozess, den wir kaum explizit wahrnehmen, obschon er bereits vor einigen Jahren begonnen hat. Tatsächlich interagieren wir bereits heute, im Zeitalter von Mobiltelefonen, computer-gesteuerten Haushaltsgeräten, „smarten“ Fahrzeugen und digitaler Unterhaltungselektronik, täglich unbewusst mit hunderten von kleinen Steuerungscomputern: Wenn wir Auto fahren, Wäsche waschen, Kaffee kochen, Aufzüge verwenden, Musik hören oder telefonieren, nutzen wir dabei verborgene Computersysteme, die uns diese Tätigkeiten bequemer und sicherer erledigen lassen als früher.

Typische Beispiele für die zunehmende, aber noch kaum wahrgenommene Informatisierung alltäglicher Dinge und Prozesse liefert das Auto: Es begann damit, dass Mikroprozessoren mechanische oder analoge elektronische Regelungen (etwa zur Optimierung der Motorsteuerung) digital nachbildeten. Heute sind wir so weit, dass zum Beispiel durch das Betätigen des Bremspedals ein komplizierter informatischer Prozess angestoßen wird: Unsere Absicht, das Fahrzeug abzubremsen, wird entsprechend der konkreten Situation (Lenkradeinschlag, eventuelle Blockade von Rädern etc.) von einem Computer ausgewertet, der dann nach einem vorprogrammierten Schema die optimalen Bremsfunktionen auslöst.

In Zukunft wird die Informationstechnologie im Auto deutlich darüber hinausgehende Möglichkeiten eröffnen: Sensoren können die aktuelle Verkehrssituation und sogar den Zustand des Fahrers so genau erfassen, dass sich viel weitreichendere Entscheidungen an das automatische System delegieren lassen – etwa bis hin zur Frage, ob eine Zwangsbremmung des Autos stattfinden soll, wenn das System „meint“, dadurch einen Unfall verhindern zu können.

Undurchschaubare Systeme

Der angedeutete Trend ist natürlich nicht auf so genannt „intelligente“ Autos beschränkt. Die Informatisierung des gesamten Alltags (Mattern 2007a) bekommt dank immer kleinerer Sensoren, billigerer Speicher und zunehmender Vernetzung eine neue Qualität: Informatik-Systeme, die in die physische Umgebung eingebettet sind, können eine immer grössere Menge an Fakten über den aktuellen Zustand berücksichtigen und dadurch ihre Aufgaben selbständig planen und durchführen. Mehr noch: Sie können adaptiv auf Situationen reagieren, die von den Entwicklern gar nicht im Detail vorausgesehen wurden.

Diese Fähigkeit zur Selbstanpassung – und zwar in Echtzeit – eröffnet ganz neue Anwendungsmöglichkeiten (Coroama 2006b; Ducatel 2001), wie weiter unten gezeigt wird. Allerdings werden damit die Systeme für die Nutzer – und manchmal auch für die Entwickler – undurchschaubarer: Ihr Verhalten lässt sich nicht immer voraussagen oder nachvollziehbar erklären. Damit erhalten auch Begriffe wie „Vertrauen“ und „Verantwortung“ in vielen Anwendungsbereichen eine neue und wichtige Bedeutung.

Die folgenden Szenarien und Visionen sollen einen Eindruck davon vermitteln, welche prinzipiellen Möglichkeiten sich in den nächsten Jahren durch die Fortschritte der Informations- und Kommunikationstechnik ergeben. Manches ist dabei zum jetzigen Zeitpunkt natürlich noch Spekulation, denn wie die Erfahrung aus der Vergangenheit zeigt (Mattern 2007b), sind nicht nur Technikprognosen schwierig, sondern es lässt sich

auch kaum vorhersagen, welche künftigen Anwendungen auf Akzeptanz stossen, geschweige denn, welche sich ökonomisch rechnen werden.

Hilfsbereite Autos

Die Informatisierung des Autos, die sich bisher mit Marketing-Kürzeln wie ABS, ESC und ETS manifestierte,²⁷ soll es nach dem Wunsch vieler Politiker und Hersteller in Zukunft ermöglichen, aktiv in den Prozess des Fahrens einzugreifen und den Fahrer nicht mehr nur bei einem Notfall unterstützen, sondern einen solchen bereits im Vorfeld zu verhindern versuchen (BFU 2002).

Erste Prototypen beobachten beispielsweise mit Kameras die Fahrbahnmarkierungen, um bei einem schleichenden Spurwechsel (z.B. infolge von Müdigkeit) entweder den Fahrer durch Geräusche – die etwa das Fahren auf einem „Nagelbrett“ am Fahrbahnrand simulieren – auf das Verlassen der Spur aufmerksam zu machen oder sogar die Spur automatisch zu halten: „Droht das Fahrzeug unbeabsichtigt die Spur zu verlassen, warnt das System den Fahrer. Durch die Vernetzung mit einer aktiven Lenkung kann das Fahrzeug sogar zurück in die Spur geführt werden.“²⁸

Andere Ansätze verwenden in das Fahrzeuginnere gerichtete Kameras, um an der Augenbewegung die Müdigkeit des Fahrers (insbesondere Anzeichen für den so genannten „Sekundenschlaf“) zu erkennen. Bereits serienreif sind Einparkautomaten, die das Fahrzeug selbständig in eine automatisch vermessene Parklücke manövrieren, sowie der mit Video- und Radartechnik ausgestattete Tempomat,²⁹ der von sich aus die Geschwindigkeit reduziert, wenn sich das Auto einem langsameren vorausfahrenden Fahrzeug nähert.

27 ABS steht für Antiblockier-System, ESC für elektronische Stabilitätskontrolle und ETS für elektronisches Traktionssystem.

28 www.bosch-presse.de/TBWebDB/de-DE/PressText.cfm?id=2766.

29 Abgekürzt auch ACC genannt – Adaptive Cruise Control.

Im Gegensatz zum einfachen Bremsassistenten, der den offensichtlichen Vorsatz zum Anhalten (z.B. durch Vermeidung von Blockaden oder Durchdrehen der Reifen auf nasser Strasse) unterstützt, bleibt beim smarten Tempomaten oder dem intelligenten Spurassistenten jedoch ein gewisses Restrisiko, dem eigentlichen Willen des Fahrers zuwider zu handeln – vielleicht will dieser ja durch das dichte Auffahren zügig zum Überholen ansetzen und wird nun durch das automatisch ausgelöste Bremsen und Gegenlenken erst recht zum Verkehrsrisiko.

Auf den ersten Blick weniger kritisch erscheinen Ansätze im Bereich der immer populärer werdenden Navigationssysteme. Hier verspricht die Entwicklung von so genannten „Augmented Reality Systems“ das Einblenden der Streckeninformation direkt auf der Windschutzscheibe, sodass die zu folgende Route entweder als ein der Strasse überlagerter farbiger Streifen erscheint oder in Form eines projizierten „Geisterwagens“, dem es zu folgen gilt (Ferscha et al. 2004). Statt den Blick also periodisch auf die Armaturen zu richten, behält der Fahrer das Verkehrsgeschehen ständig im Blick. Eine neben den Frontscheinwerfern eingebaute Infrarotkamera soll darüber hinaus bei Dämmerung oder Dunkelheit Personen und Tiere erkennen und diese im Blickfeld des Fahrers hervorheben.³⁰ Mit der gleichen Technik liessen sich sogar Personen zwischen geparkten Fahrzeugen anzeigen. Auch andere fahrrelevante Dinge wie etwa Ölflecken oder Eisglätte könnten auf diese Weise direkt in das Blickfeld des Fahrers gebracht werden.

Um in Gefahrensituationen möglichst frühzeitig reagieren zu können, sollen sich in Zukunft die Fahrzeuge gegenseitig automatisch über Kurzreichweitenfunk warnen. Konkret: Falls Traktionskontrolle und Temperatursensoren eine Eisglätte erkennen, soll das System auch die entgegenkommenden und nachfolgenden Verkehrsteilnehmer darüber informieren.

30 Das „Night-Vision“ System von *Bosch* kommt bereits in der Mercedes S-Klasse zum Einsatz (siehe www.bosch-presse.de/TBWebDB/de-DE/PressText.cfm?id=2766).

Strassenverkehr situationsgerecht steuern

Die Navigation selbst kann in naher Zukunft mit Hilfe der in den einzelnen Fahrzeugen integrierten Sensoren dynamisch dem aktuellen Verkehrsaufkommen angepasst werden. Stellt ein Auto beispielsweise Schrittgeschwindigkeit auf einem Autobahnstück fest, so kann das automatische Melden dieser Tatsache einer Verkehrsleitzentrale ermöglichen, das Entstehen bzw. Auflösen von Verkehrsbehinderungen in Echtzeit zu verfolgen und die Navigationssysteme aller Fahrzeuge in der näheren Umgebung zeitnah über die Verkehrslage (und eventuelle Alternativrouten) zu informieren. Basierend auf solchen Szenarien wurden auch bereits Modelle entworfen, welche die Verkehrsentwicklung für eine gewisse Zeit vorhersagen und so Stausituationen verhindern oder zumindest mildern könnten.

Auch wenn Autofahrer (zunächst) nicht gezwungen wären, den Hinweisen ihres smarten Navigationssystems zu folgen, brächte es Nutzen für alle und dürfte daher schnell akzeptiert werden. Interessant an dieser Technologie ist vor allem, dass sie Verkehrsplanern eine sehr weit reichende automatisierte Kontrolle über die Verkehrsströme erlauben könnte, da sich mit einem weiterentwickelten System sogar in dirigistischer Weise grossflächig in den Strassenverkehr eingreifen liesse. Beispielsweise könnte man je nach Verkehrs- und Umweltlage (z.B. Smogbildung) unterschiedliche Gebühren für die Fahrt in eine Innenstadt verlangen und den Automobilisten die aktuellen Preise und Optionen (Park&Ride, etc.) auf ihrem Navigationssystem präsentieren. Mit einem solchen System liesse sich natürlich auch die Abrechnung der Mautgebühren automatisieren.

Der nächste Schritt wäre dann die Einführung eines allgemeinen dynamischen Road-Pricings. Damit könnte man nicht nur das Fahren auf bestimmten Strecken oder zu bestimmten Zeiten unterschiedlich teuer machen, sondern beispielsweise auch Fahrverbote oder generelle Geschwindigkeitsbeschränkungen bei hoher Ozon- oder Feinstaubkonzentration durch sinnvollere (und vermutlich akzeptablere) Alternativen ersetzen: Automobilisten könnten dann – insbesondere bei einem Notfall oder wenn es ihnen wirklich wichtig ist – ihr Auto dennoch benutzen, müssten für die Fahrt aber einen entsprechend hohen Preis zahlen (evtl. abhängig von der gefahrenen Geschwindigkeit oder von der konkreten Umweltbelastung).

Statt dass der Staat die strikte (und evtl. automatisch kontrollierte oder gar erzwungene) Einhaltung von starren Verkehrsbeschränkungen verlangt und sich damit Vorwürfe einhandelt, könnte er also den Verkehr auf diese „sanfte“ Weise steuern und so einen globalen Nutzen erzielen, ohne die Bürger zu sehr zu verärgern.

Autoversicherung: Pay as you drive

Ähnliche Überlegungen werden im Bereich von Autoversicherungen angestellt, um Haftpflichtprämien nach dem individuellen Fahrstil zu berechnen (Coroama 2006a): Fahrer, die etwa abrupt beschleunigen und bremsen oder ihr Auto häufig bei Nacht und Regen benutzen, bezahlen eine höhere Prämie als jene, die sich weniger risikoreich verhalten. Technisch geschieht dies mit Hilfe von Ortungssystemen wie GPS, die jederzeit feststellen können, wo sich ein Auto befindet, und dies dann zusammen mit Parametern wie der Fahrgeschwindigkeit etc. per Mobilkommunikation an die Versicherung melden – eventuell in aggregierter und teilweise anonymisierter Form durch eine „Blackbox“ im Fahrzeug. Monatlich könnte dann eine Rechnung über die Gesamtprämie entsprechend den effektiven Fahrten und den jeweils damit verbundenen Risiken erstellt werden.

Schon heute bietet eine ganze Reihe von Versicherern³¹ vor allem Fahrern und Unternehmen eine einfache Variante einer solchen „Pay-as-you-drive“-Fahrzeugversicherung an. Gerade für Wenigfahrer ergeben sich dabei oft signifikante Prämienersparnisse (Detecon 2006). Viele Versicherungsnehmer fühlen sich damit auch „fairer“ behandelt (Arruda 2006).

Noch keines dieser heutigen Systeme ist allerdings im engeren Sinne „autonom“ – weder greift es aktiv in das Fahrverhalten ein, noch passt es die

31 Beispiele in Europa sind *Norwich Unions* PAYD-Modell in Grossbritannien (siehe www.payasyoudriveinsurance.co.uk), *UNIQAs* NoVi-Pilotprojekt in Österreich, das Auto-Profi-Produkt für Geschäftskunden der deutschen *DBV-Winterthur* sowie das *Young & Safe*-Produkt der *WGV* in Deutschland (Detecon 2006).

Versicherungsprämie dynamisch in Echtzeit an. Stattdessen werden Kunden üblicherweise Rabatte beim Erreichen bestimmter Ziele in Aussicht gestellt, z.B. beim Unterschreiten einer gewissen Jahreskilometerleistung. Die Kosten bleiben dadurch kalkulierbar, und Kunden können prinzipiell nur „gewinnen“, auch wenn für den Fahrer unklar bleibt, was genau sein Auto autonom der Versicherung meldet und ob diese Daten eventuell seinen künftigen Versicherungsschutz beeinflussen könnten.

Es bleibt abzuwarten, ob die durch den Technikfortschritt ermöglichte wesentlich genauere Erfassung des individuellen Fahrverhaltens in zukünftige Versicherungsangebote einfließen wird – und ob die Kunden dies dann auch akzeptieren würden.

Funketiketten revolutionieren Logistik und Handel

Teilweise bereits weit fortgeschritten in der Anwendung eingebetteter und vernetzter Computersysteme sind Entwicklungen und Prototypen im Bereich Handel und Logistik. Drahtlos auslesbare Funketiketten, so genannte „RFID-Chips“,³² lösen den optischen Strichcode in weiten Teilen der Lieferkette zusehends ab. Gegenüber Barcodes bieten Funketiketten den Vorteil, dass sie über Entfernungen von bis zu wenigen Metern auch ohne direkte Sichtverbindung ausgelesen werden können und somit eine Identifikation von Behältern und Paletten unabhängig von deren Ausrichtung zum Lesegerät möglich ist. RFID-Systeme erlauben auch wesentlich höhere Informationsdichten, d.h. statt der Strichcode-Nummer können nun auf einer kleineren Fläche mehr Produktdaten gespeichert werden, wodurch Warenströme detaillierter erfasst werden können.

Branchenkenner erwarten durch den konsequenten Einsatz solcher Identifikationstechnologien gewaltige Einsparungen (Fleisch 2004). Schon heute verlangen Handelsgiganten wie der amerikanische *Wal-Mart*-Konzern von ihren Zulieferern eine konsequente Kennzeichnung der Waren mit Funk-

32 RFID steht für Radio Frequency Identification.

etiketten (Das 2006). Die deutsche *Metro*-Handelsgruppe hat erste RFID-Pilotprojekte bereits erfolgreich abgeschlossen, und auch Automobilkonzerne haben inzwischen eine Reihe von innerbetrieblichen Abläufen auf RFID umgestellt.

Interessant wird es vor allem, wenn RFID-Chips nicht mehr nur auf Kartons und Paletten angebracht werden, sondern direkt an Produkten – auf Flaschen und Dosen geklebt, in Plastikgriffe von Rasierern und Lippenstiften integriert oder in die Etiketten von Kleidungsstücken eingewoben. In Regalböden angebrachte RFID-Antennen könnten dann automatisch erkennen, ob zu wenige oder sogar falsche Produkte im Regal stehen und umgehend Mitarbeiter darauf aufmerksam machen.

Einen Schritt weiter ging man im *Prada Epicenter Store* in New York, wo versuchsweise Kleideretiketten mit RFID-Chips versehen wurden. Suchte eine Kundin eine Anprobekabine auf, wurden ihr auf dort angebrachten Displays Informationen und Kombinationsvorschläge für das ausgewählte Kleidungsstück angezeigt sowie die aktuell im Laden vorrätigen Grössen und Farben genannt. Wenn auch die persönlichen Kundenkarten eines solchen Ladens mit Funketiketten versehen sind, ist es prinzipiell sogar möglich, früher gekaufte Kollektionen sowie persönliche Vorlieben abzurufen und dann automatisch entsprechende Kaufvorschläge zu generieren. Was zunächst nach Kundenvorteil aussieht, kann allerdings schnell als negativ empfunden werden: Wenn ein technisch derart hochgerüsteter Verkäufer alle Vorlieben eines Kunden kennt, kommt bei diesem leicht das Gefühl der Beeinflussung auf – die Angst, dass man ihm etwas aufschwätzen will und dass er nicht mehr wirklich selbst entscheiden kann (Reda 2004).

Eher harmloser sollen – so jedenfalls eine populäre Vision – RFID-Chips dereinst in Supermärkten das Bezahlen erleichtern: Automatische Kassen erfassen sämtliche Produkte in der Einkaufstasche, ohne dass diese einzeln auf ein Laufband gelegt werden müssten. Eine ebenfalls mit RFID ausgestattete Kreditkarte ermöglicht gleichzeitig das Abbuchen des geschuldeten Geldbetrags – der Kunde könnte dann den Supermarkt direkt verlassen, ohne an einer Kasse anstehen zu müssen.

Erste in den USA im Umlauf befindliche RFID-Kreditkarten sorgen momentan allerdings für andere Schlagzeilen: Forscher der *University of Massachusetts* konnten die ohne jegliche Sicherheitstechnik ausgerüsteten Funkchips unbemerkt auslesen, auch wenn die Kreditkarte tief im Geldbeutel der Hosentasche steckte (Heydt-Benjamin et al. 2007). Bequemlichkeit hin oder her: Ein auf derart unsicherer Technik beruhendes Bezahlungssystem könnte bei der Kundschaft Skepsis hervorrufen oder gar auf Ablehnung stossen.

Chips warnen vor Gefahren

Eingebettete und funkvernetzte Computersysteme sollen in Zukunft auch im Logistikbereich noch wesentlich mehr leisten, als mit reinen RFID-Systemen möglich ist. Statt nur die Identität (d.h. Hersteller, Produkt- und Seriennummer) zu melden, könnten in Paletten und Verpackungen integrierte Miniatursensoren kontinuierlich den momentanen Ort und den Zustand von Waren überwachen und in Echtzeit an die Firmenzentrale übermitteln. Ein Ausfall der Kühlkette könnte so beispielsweise sofort erkannt werden und verdorbene Ware unmittelbar aus dem Verkehr gezogen werden – im gleichen Moment würde die entsprechende Nachbestellung ausgelöst.

Forscher an der *University of Lancaster* arbeiten zusammen mit *BP* und *SAP* an entsprechenden Systemen für Gefahrguttransporte, um beispielsweise die Lagerung zweier für einander gefährlicher Stoffe in unmittelbarer Nähe zu verhindern: Bemerkt der mit dieser Technik ausgerüstete Behälter des einen Gefahrgutes einen Behälter der anderen Stoffgruppe im eigenen Umkreis, löst er sofort Alarm aus (Davies et al. 2007).

Mit der gleichen Technik liesse sich auch durchsetzen, dass Maschinen auf einer Baustelle nur dann funktionieren, wenn alle Bediener korrekt mit Helm und Lärmschutz ausgerüstet sind. Selbst wenn der Einzelne eine solche maschinelle Bevormundung als gravierenden Eingriff in seine Autonomie ansehen mag, wiegen die arbeits- und haftungsrechtlichen Umstände im

industriellen Umfeld sicher schwerer als die persönliche Freiheit der betroffenen Mitarbeiter.

Gesundheit „online“ überwachen

Ähnlich wie im Handel und in der Industrie können auch in Spitälern durch konsequenten Technologieeinsatz Fehler vermieden und Prozesse optimiert werden. So lassen sich beispielsweise leerstehende Betten automatisch erfassen und melden oder medizinisches Personal lokalisieren und bei Notfällen dynamisch disponieren.

Auch hier gilt es, eine angepasste Balance zwischen Autonomie und Effizienz zu finden. Während ein System, das autonom medizinisches Hilfspersonal disponiert und diesem ausgehend vom momentanen Aufenthaltsort und der gegenwärtigen Tätigkeit dynamisch Aufgaben zuweist, gerade noch akzeptabel sein mag, könnte das gleiche System bei Ärzten auf starke Gegenwehr stossen, da hier der berufsbezogene Autonomiegrad deutlich höher liegt (Müller et al. 2003; Scholl et al. 2007).

Zu Hause kann drahtlos kommunizierende Sensortechnologie die Behandlung sicherer machen, indem beispielsweise Tablettenverpackungen das Herauslösen einzelner Tabletten registrieren und dies über Funk dem Hausarzt melden (Flörkemeier und Siegemund 2003). Ein „smarter“ Medizinschrank könnte die mit RFID versehenen Medikamentenverpackungen erkennen und dem Benutzer beim Herausnehmen die korrekte Dosis angeben und über Kontraindikationen informieren (Lampe und Flörkemeier 2004). Auch Verfallsdatum oder Rückrufe könnten dem Benutzer zeitnah angezeigt werden.

Schon heute werten in Japan einige Toiletten automatisch Urinwerte aus und ermöglichen eine frühzeitige Diagnose bei Problemen.³³ In Unterwäsche eingewobene Sensoren können in Zukunft Herzschlag und andere

33 Siehe www.cnn.com/2005/TECH/06/28/spark.toilet/index.html.

Vitalparameter messen und diese an einen beispielsweise im Gürtel integrierten Kleinstcomputer senden (Tröster 2007). Bei problematischen Werten könnte dann automatisch über das Mobiltelefon des Benutzers ein Gesundheitsdienst informiert werden. Ob smarte Unterwäsche und Gürtel dann allerdings immer nur ihren Besitzern gehorchen und „unbequeme“ Werte interessierten Krankenversicherungen und neugierigen Arbeitgebern (z.B. bei Verdacht auf Alkohol- oder Drogenmissbrauch) verschweigen, bleibt abzuwarten.

Auch im Wellnessbereich können solche Technologien gute Dienste leisten: „Smarte“ Unterwäsche kann beispielsweise Sportler beim Training unterstützen und Gesundheitsbewusste über die tägliche Bewegung (bzw. deren Mangel) informieren. Bereits heute vertreiben der Sportartikelhersteller *Nike* und der Computerhersteller *Apple* das „iPod Sport Kit“, bei dem Sensoren in der Sohle des Turnschuhs drahtlos nicht nur die gelaufenen Kilometer an den iPod übermitteln, sondern auch eine dem aktuellen Lauf-tempo angepasste Musikauswahl getroffen wird.

Wie bei der Autoversicherung wäre es prinzipiell auch hier möglich, dass eine Krankenversicherung Anreize für gesundes Leben und ausreichende sportliche Betätigung schafft, indem sie Nutzer solcher Systeme durch Rabatte für ihren positiven Lebensstil belohnt. Das Aufgeben der Autonomie kann dann ebenfalls monetär abgegolten werden – die Entscheidung, einem Computersystem die Überwachung des eigenen Verhaltens zu übertragen, erfolgt dann „zwanglos“ in eigener Verantwortung.

„Smarte“ Alltagsprodukte

Computer-, Sensor- und Funktechnologie kann, wenn sie nur hinreichend klein und billig ist, auch direkt in Alltagsgegenstände eingebaut werden. Wenn solche „smart“ gemachten Dinge Daten sammeln, speichern, verarbeiten und kommunizieren, erhalten sie eine erweiterte Funktionalität und damit eine zusätzliche Qualität. Beispiele für „smarte“ Dinge sind Auto-

reifen, die den Fahrer benachrichtigen, wenn der Luftdruck abnimmt,³⁴ oder Medikamente, die sich bemerkbar machen, bevor ihr Haltbarkeitsdatum abläuft.

Allgemein ist zu erwarten, dass zunehmend hybride Produkte entstehen, die sich aus physischer Leistung (z.B. ein Medikament mit seinen biochemischen und medizinischen Wirkungen) und Informationsleistung (etwa aktuelle Hinweise zum Verlauf einer Grippeepidemie) zusammensetzen.

Werden industrielle Erzeugnisse wie Haushaltsgeräte, Spielzeuge, Kleidungsstücke etc. durch integrierte Informationsverarbeitung „schlau“, oder erhalten sie Sensoren zur Wahrnehmung des Kontextes (wissen also z.B., wo und in welcher Umgebung sie sich gerade befinden), so sind dadurch nicht nur innovative Produkte, sondern auch zusätzliche Dienstleistungen und neue Geschäftsmodelle möglich: Der digitale Mehrwert eines Produkts kann dieses beispielsweise von physisch ähnlichen Konkurrenzprodukten abheben. Oder es kann die Kunden stärker an eigene Mehrwertdienste und dazu kompatible Artikel binden.

Die Kosten der mit den Produkten verbundenen Zusatzdienste können pauschal im Produktpreis enthalten sein – müssen aber nicht: Denn durch technisch ausgefeilte Methoden, welche die tatsächliche Nutzung von Gegenständen ermitteln und weitermelden, sind nach dem Prinzip „Pay-per-Use“ auch neue Abrechnungs- und Leasingmodelle möglich, wie schon am Beispiel der Autoversicherung skizziert wurde.

Von der Flugzeugturbine zur Kaffeemaschine

Derzeit ist die für hybride Produkte erforderliche Technik noch relativ aufwändig und teuer, sodass diese höchstens bei hochpreisigen Gütern ein-

34 Ab September 2007 müssen alle in den USA zugelassene Neuwagen ein „Tire Pressure Monitoring System“ besitzen (Abschnitt 13 des „Transportation Recall Enhancement, Accountability, and Documentation (TREAD) Acts“ – siehe www.nhtsa.gov/cars/rules/rulings/TREAD/MileStones/index.html).

gesetzt wird. So werden beispielsweise Flugzeugturbinen des Herstellers *General Electrics* mit drahtlos vernetzten Sensorsystemen überwacht: Stellt das System während eines Fluges ein Problem fest, wird noch vor der Landung ein detaillierter Bericht an einen Service-Techniker vor Ort übermittelt, samt einer von der Turbine zusammengestellten Liste der benötigten Ersatzteile.³⁵ Mit zunehmender Verbilligung der entsprechenden Informations- und Kommunikationstechnologie dürften bald aber auch banalere Produkte von einer solchen „Informatisierung“ profitieren.

Schon die einfache Erweiterung eines Produktes um eine maschinenlesbare Identifikation mit Hilfe der oben angesprochenen Funketiketten kann – auch ausserhalb der klassischen Logistik-Szenarien – Nutzen bringen. So könnten reparaturanfällige Haushaltsgeräte wie Kaffee-, Wasch- und Geschirrspülmaschinen eine unkomplizierte Garantieabwicklung dank RFID-basierter Identifikation durch den Kundendienst bieten.

Mit der zunehmenden Verbreitung von Mobiltelefonen, die RFID-Chips über kurze Distanzen auslesen können, sind sogar Selbstdiagnosesysteme denkbar, bei denen der Kunde sein Handy an das defekte Gerät hält und die vermutliche Fehlerursache übermittelt bekommt, um entweder ein Ersatzteil direkt beim Hersteller bestellen zu können oder den Besuch eines Servicetechnikers zu vereinbaren (Roduner et al. 2007).

Es droht der Technikpaternalismus

Heikel wird es allerdings, wenn die automatische Erkennung von Problemen zu einer aufdringlichen Signalisierung führt oder gar zum „richtigen“ Verhalten zwingt. Beispiele dafür sind die Anschnallerinnerung, die heutzutage in praktisch allen Fahrzeugen das Anlegen des Sicherheitsgurtes „vorschlägt“, oder der „Alcokey“ von *Saab*, der das Fahrzeug nur dann startet, wenn der Fahrer nicht alkoholisiert ist.³⁶ Auch eine Espresso-Maschine, die durch lautes Piepsen darauf aufmerksam macht, dass sie

35 Siehe www.economist.com/printedition/displayStory.cfm?story_id=949030.

36 Siehe www.carpages.co.uk/saab/saab-alcokey-08-06-05.asp.

gereinigt werden muss, oder die „smarte“ Bohrmaschine, die nur dann funktioniert, wenn Schutzhelm und Schutzbrille aufgesetzt sind (Technology Review 2005) und die vorgeschriebene tägliche maximale Nutzungsdauer noch nicht erreicht ist (Davies et al. 2007), gehören in diese Kategorie.

Offensichtlich kann regelkonformes Verhalten von „smarten“ Dingen unterschiedlich deutlich eingefordert werden: von dezenten Hinweisen (die dann vielleicht meist ignoriert werden) bis hin zu Zwangsmassnahmen (Einstellung der Funktion bei der Espressomaschine, technische Begrenzung der Geschwindigkeit beim Auto). In solchen Fällen wird an sich hilfreiche Technik allerdings schnell als repressiv empfunden. *Spiekermann* und *Pallas* diskutieren diesen Aspekt unter dem Begriff des „Technologiepaternalismus“ (Spiekermann und Pallas 2007), dem die Vorstellung zu Grunde liegt, dass eine automatisch agierende Hintergrundassistentz zwar den Menschen „nach bestem Wissen und Gewissen“ umsorgen mag und sogar in dessen Interesse handeln mag, ihm aber dabei wesentliche Entscheidungsfreiheit und Handlungsverantwortung vorenthält.

Man kann erwarten, dass sich in Zukunft durch das zunehmende Kontextbewusstsein immer mehr Dinge so verhalten, wie sie selbst glauben, dass es für den Menschen in der vermuteten Situation angemessen oder „richtig“ ist. Wenn ein smartes Ding den Kontext jedoch falsch versteht oder inadäquat interpretiert, wird ein solches Verhalten zumindest als lästig empfunden, schlimmstenfalls ist man aber der „Ideologie“ des Gegenstandes ausgeliefert und muss sich ihr unterwerfen.

Auf einen weiteren problematischen Aspekt allzu schlauer Dinge und Umgebungen weist der Philosoph Philip Brey hin: Zwar bezweifelt er, dass Dinge schon bald so intelligent werden, dass sie die Intentionen des Menschen verstehen und sich dementsprechend zielgerichtet und nützlich verhalten. Sollte es aber jemals dazu kommen, so hätten solche Objekte gespenstische Eigenschaften, die Brey wie folgt umschreibt: *„They would use such complex algorithms arriving at their conclusions that their inferences can no longer be accounted for. A smart object may conclude that a user wants to order 200 bottles of Chardonnay, but may no longer be able to explain to the user on what basis it has drawn its conclusion. Users may*

even start experience cognitive dissonance, when they believe they want one thing but a smart object tells them that they want something else“ (Brey 2005).

Man muss solchen autonomen Objekten daher entweder „blind“ vertrauen, ähnlich wie etwa ein kleines Kind seinen Eltern vertraut, oder aber diese wie auch ihre Empfehlungen und Handlungen schlicht ablehnen – einfach deswegen, weil man ein ungutes Gefühl hat.

Wenn das Haus „mitdenkt“

Das Erweitern der Funktionalität einzelner Gegenstände mittels Computerleistung, Sensorik und Kommunikationstechnik lässt sich auch „im Grossen“, d.h. in Räumen und ganzen Gebäuden, bewerkstelligen. Die Erwartung ist, dass ein mit so genannter „Ambient Intelligence“ ausgestattetes Haus den Komfort und die Sicherheit erhöht, zur automatischen Energieeinsparung beiträgt, sanft über relevante Ereignisse informiert und uns über geeignete Telekommunikationsmedien mit anderen Menschen verbindet.

Mehr oder weniger wünschenswerte konkrete Beispiele fallen leicht ein: So gewinnt offenbar ein automatischer Rasensprinkler nicht nur durch eine Vernetzung mit Feuchtigkeitssensoren im Boden an Effizienz, sondern auch durch die Konsultation der Wetterprognose im Internet. Eine Heizungsanlage kann durch Kommunikation mit den Fahrzeugen oder Mobiltelefonen ihrer Bewohner abschätzen, wann diese zu Hause eintreffen, um rechtzeitig die Wohnung auf die richtige Temperatur zu bringen. Waschmaschinen können die Pflegehinweise aus Funketiketten der Kleidung auslesen, um automatisch das passende Waschprogramm zu wählen bzw. vor dem gemeinsamen Waschen von Koch- und Feinwäsche zu warnen. Zwar erscheint das mittlerweile ziemlich abgedroschene Beispiel vom „smarten Kühlschrank“, der automatisch die Milch nachbestellt, für viele eher lächerlich als erstrebenswert („was ist, wenn ich in Urlaub fahre?“), doch könnten zumindest auf einem integrierten Tür-Display gut dargestellte

Hinweise auf die Ablaufdaten der enthaltenen Lebensmittel einen nützlichen Mehrwert darstellen.

Eine häufig genannte Vision besteht darin, dass intelligente Gebäude älteren Menschen ein selbstbestimmtes Leben zu Hause ermöglichen sollen, indem sie selbständig Alarm schlagen, wenn ein Notfall eintreten sollte. Noch bevor es dazu kommt, könnten beispielsweise smarte Betten in unaufdringlicher Weise das Gewicht und die Schlafgewohnheiten ihrer Besitzer beobachten, um ungewöhnliche Gewichtsverluste oder Probleme beim Aufstehen bzw. Zubettgehen bereits im Vorfeld den Verwandten oder einem Arzt zu melden. Kindern und Enkelkindern an entfernten Orten könnten auch periodisch aktualisierte Standbilder oder abstrakte Aktivitätsmuster in Bilderrahmen angezeigt werden, um ohne „Überwachung“ im eigentlichen Sinne die Gesundheit der Eltern und Grosseltern eher beiläufig im Auge zu behalten (Mynatt et al. 2001). Ferner können geistig verwirrte Menschen von smarten Räumen beim Erledigen einfacher Aufgaben unterstützt werden, indem sie an unterbrochene Aktivitäten erinnert werden oder auf Routineaufgaben aufmerksam gemacht werden (Salvador und Anderson 2003).

Dass aber in Zukunft ein allzu „intelligentes“ und autonom agierendes Haus seinen Bewohnern auch vielfältige Probleme und Ärgernisse bereiten kann, wenn es nicht so funktioniert, wie diese es sich vorstellen, leuchtet ein – sehr nett hat dies Michael Schrage, Kolumnist bei der *Los Angeles Times*, schon vor einigen Jahren in einer lesenswerten und amüsanten Satire beschrieben (Schrage 1993).

Nutzen und Risiken abwägen

Fast alle der oben beschriebenen Visionen und Szenarien gehen davon aus, dass sich mit Hilfe eingebetteter, vernetzter und autonom handelnder Computersysteme ein substantieller Mehrwert für eine breite Bevölkerungsschicht erreichen lässt: Mehr Effizienz im beruflichen Umfeld und am persönlichen Arbeitsplatz, Energieeinsparungen im Verkehr und bei Gebäuden, eine höhere Sicherheit in betrieblichen Abläufen und im Privatleben,

eine Verbesserung der allgemeinen und der individuellen Gesundheit, mehr Bequemlichkeit im Alltag sowie mehr Autonomie für Alte, Kranke und Behinderte.

Bei all diesen erwarteten oder zumindest erhofften Vorteilen darf man jedoch nicht vergessen, dass mit dem Einsatz einer solchen oft versteckt im Hintergrund arbeitenden Technik auch Nachteile und Risiken verbunden sind, die als Preis für das Plus an Wohlstand in einer Welt „intelligenter“ Dinge und Umgebungen zu zahlen sind.

Dazu gehören Aspekte, die von den jeweils Betroffenen unmittelbar wahrgenommen werden und – je nach Disposition – als mehr oder weniger störend empfunden werden, wie etwa Einbussen bei der Privatsphäre auf Grund des „Monitorings“ durch smarte Häuser oder Bevormundungen durch die „Eigenwilligkeit“ smarterer Gegenstände, aber auch langfristige Tendenzen, die eher schleichend daherkommen und die Gesellschaft insgesamt betreffen, wie zum Beispiel eine immer stärkere Abhängigkeit von der Technik auch im Alltag, was zusammen mit der zunehmenden Vernetzung eine wesentlich höhere Anfälligkeit im Krisenfall nach sich zieht und damit unsere Gesellschaft insgesamt gefährden kann.

Die oben geschilderten Szenarien zeigen die grundsätzliche Ambivalenz der in naher Zukunft erwarteten Technologien und der damit ermöglichten Anwendungen. Generell gilt dies insbesondere für die Frage, ob wir damit unsere Umgebung besser beherrschen und steuern können, oder ob wir umgekehrt eher den autonomen Systemen und ihrem jeweiligen „Willen“ ausgeliefert sind. Technikbefürworter wie David Tennenhouse meinen, dass wir die wichtigen Dinge viel besser unter Kontrolle haben, wenn wir unwesentliche Aufgaben an Automatismen delegieren können (Tennenhouse 2000). Breys kurze und charmante Replik dazu zeigt, wie paradox das aus seiner Sicht erscheint: *„In other words, control is to be gained by giving it away“* (Brey 2005).

Immerhin muss man aber zugestehen, dass wohl gerade aus diesem Grund das Autofahren mit zunehmender Elektronisierung und Informatisierung für uns nicht nur einfacher und bequemer geworden ist, sondern dass wir deswegen das Auto in kritischen Situationen auch besser beherrschen.

Wie die generelle Bilanz bezüglich Gewinn und Verlust an Kontrolle in Zukunft aussehen wird, ist unklar: Einerseits sorgen eingebettete Computer, Sensorik, Vernetzung sowie kontextbewusste und personalisierte Informationsmöglichkeiten dafür, dass die Umgebung auf die Wünsche und Bedürfnisse des Menschen eingeht, ohne dass dieser sich kognitiv oder physisch besonders anstrengen muss. Andererseits liegt genau in dieser „Entmündigung“ auch ein Risiko – dass nämlich die autonomen Systeme etwas tun, das nicht den Absichten oder Bedürfnissen des Menschen entspricht. Welcher Grad an Autonomie im Einzelfall angemessen ist, lässt sich kaum allgemein angeben und mag mitunter sogar von eher unscheinbaren kulturellen Faktoren abhängig sein: So hat beispielsweise ein typisches amerikanisches Auto nicht nur ein automatisches Getriebe, sondern schaltet auch das Licht bei Dunkelheit automatisch ein und verriegelt die Türen beim Losfahren – Aktivitäten, von denen ein europäischer Autofahrer meist noch nicht befreit (oder eben entmündigt) ist.

Über solche konkreten Einzelaspekte hinaus lässt sich dennoch eine generelle Feststellung treffen: In einer Welt, die von immer mehr selbständig handelnden Dingen bevölkert wird, überträgt der Mensch einen Teil seiner Entscheidungs- und Handlungskompetenz an computergesteuerte Gegenstände und gibt damit bewusst ein Stück seiner Autonomie auf. Nun gehört aber Autonomie zu den zentralen Konzepten der moderneren westlichen Kultur; Rainer Kuhlen erinnert mit Bezug auf ihre Gefährdung durch neue Technologie zu Recht daran, dass selbstbestimmt handeln zu können eine der wesentlichen Forderung der europäischen Aufklärung war (Kuhlen 2005). Für den Philosophen Gerald Dworkin ist die individuelle Autonomie sogar eine grundsätzliche Voraussetzung für Freiheit und Gleichwertigkeit (Dworkin 1988).

Wenn nun allerdings immer mehr Prozesse autonom ablaufen, Dinge damit quasi einen eigenen Willen bekommen und die automatisierten Vorgänge für die Nutzer oder Betroffenen nicht mehr im Detail nachvollziehbar sind, könnte dies das autonome Entscheiden und Handeln erschweren, da die von den Automatismen vorgesehenen Handlungsdispositionen bereits durch andere Menschen vorstrukturiert, interpretiert und bewertet wurden. „Smarte“ Dinge könnten im Extremfall auch als illoyal wahrgenommen wer-

den, was diese Technik dann sogar als eine Bedrohung erscheinen lässt (Bohn et al. 2004). Und letztlich besteht auf Grund dieser möglichen Entwicklung die Gefahr, dass wir das Vertrauen in eine kaum mehr durchschaubare Umgebung verlieren und so grundlegend unsere Einstellung zu der uns umgebenden Welt ändern.

Bei einer Bewertung der neuen Technologien und Ihrer Anwendungen muss man zudem bedenken, dass eine anfangs grundsätzlich positive Aufnahme durch die Bevölkerung später ins Negative kippen kann, wenn plötzlich Nebenwirkungen auftreten, die zunächst nicht absehbar waren oder nicht ernst genommen wurden. Deshalb sind, soweit möglich, bei einer Analyse solcher Technologien auch die potentiellen langfristigen und sekundären Effekte mit einzubeziehen und im Sinne des Vorsorgeprinzips zu berücksichtigen.

Zur gezielten Untersuchung derartiger Aspekte und negativer Nebenwirkungen wurde mit *SWAMI* („Safeguards in a World of Ambient Intelligence“) ein eigenständiges EU-Projekt aufgesetzt, um bereits im Vorfeld einer solchen Entwicklung Handlungsoptionen zu analysieren und mögliche alternative Ansätze zu entwickeln (Wright 2006). Neben vielfältigen Gefahren durch Identitätsdiebstahl und mangelnden Datenschutz warnen die Autoren vor allem vor drohendem Kontrollverlust durch paternalistische Technik und unvorhersehbares Systemverhalten sowie vor den sich häufenden Fehlinterpretationen des Benutzerwillens durch „intelligente“ Dinge. Andere (z.B. Hilty et al. 2003) propagieren nachhaltige Entwurfsprinzipien bei der Planung autonomer und eingebetteter Computersysteme, um die negativen Folgen unvorhergesehener Entwicklungen komplexer Systeme zu minimieren: *„ICT-related decisions under uncertainty should favor lower complexity over higher complexity, open standards over proprietary standards, and adapting the technology to humans over adapting humans to the technology“* (Som et al. 2004).

Für den Usability-Experten Donald Norman setzt eine solche Adaption von Technik an den Menschen allerdings einen Paradigmenwechsel im Bereich der Nutzungsschnittstellen voraus. Der heute noch vorherrschende Ansatz, mit Hilfe besserer Dialogsysteme das Problem „besserwisserischer“ Computersysteme erträglicher zu machen, wird seines Erachtens am begrenz-

ten „gesunden Menschenverstand“ (common sense) von Maschinen scheitern: *„As machines start to take over more and more, they need to become socialized; they need to improve the way they communicate and interact, and to recognize their limitations. ... Social interaction requires effective communication. This ... requires that each understands the arguments, beliefs, and intentions of the other. We cannot have effective communication with our machines, for we are different species, sensing the world differently, thinking differently“* (Norman 2007).

Eine Schöne Neue Welt wird also in Zukunft nicht einfach durch noch bessere Sensoren oder kompliziertere Regelsysteme eintreten – es wird wesentlich auf die praktische Umsetzung ankommen: Bevormundet uns die neue Technik oder unterstützt sie uns? Schafft sie Fakten oder bietet sie uns Optionen? Je komplexer die Aufgaben sein werden, bei denen wir uns der Hilfe autonomer Systeme bedienen wollen, umso öfter werden Mensch und Maschine auch unterschiedlicher Meinung sein – und dieser Konflikt wird am Nutzer zehren. Wie so oft mag auch für autonom handelnde Dinge gelten: „Weniger ist mehr“, wenn es darum geht, in unser Leben einzugreifen. Oder mit den Worten Donald Normans: *„We need augmentation, not automation; facilitation, not intelligence“* (Norman 2007).

5. Triebkräfte und Auswirkungen

Albert Kündig

Die Technologiefolgen-Abschätzung (TA) will neue Technologien keineswegs behindern. Aber sie fordert – und fördert – für die Entwicklung Rahmenbedingungen, welche die Interessen der Bürger würdigen und ethische Prinzipien widerspiegeln.

Ursprünglich war die Technologiefolgen-Abschätzung geprägt von einem zwar noch immer verbreiteten, aber heute weitgehend in Frage gestellten Technikdeterminismus: Dieser sah die technische Entwicklung als beharrlich fortschreitend und hielt eine kulturelle Anpassung für unumgänglich.

Heute ist man bemüht, Aspekte der Entstehung und Verbreitung neuer Technologien mit zu berücksichtigen: Es geht um ein umfassendes Technologieverständnis unter Einbezug der Akteure mit ihrem Beziehungsgeflecht. Anstelle einer blossen Folgenabschätzung tritt also eine Analyse der Entwicklung sozio-technologischer Zusammenhänge. Im Rahmen des vorliegenden Buches kann dies allerdings nur übersichtsweise geschehen.

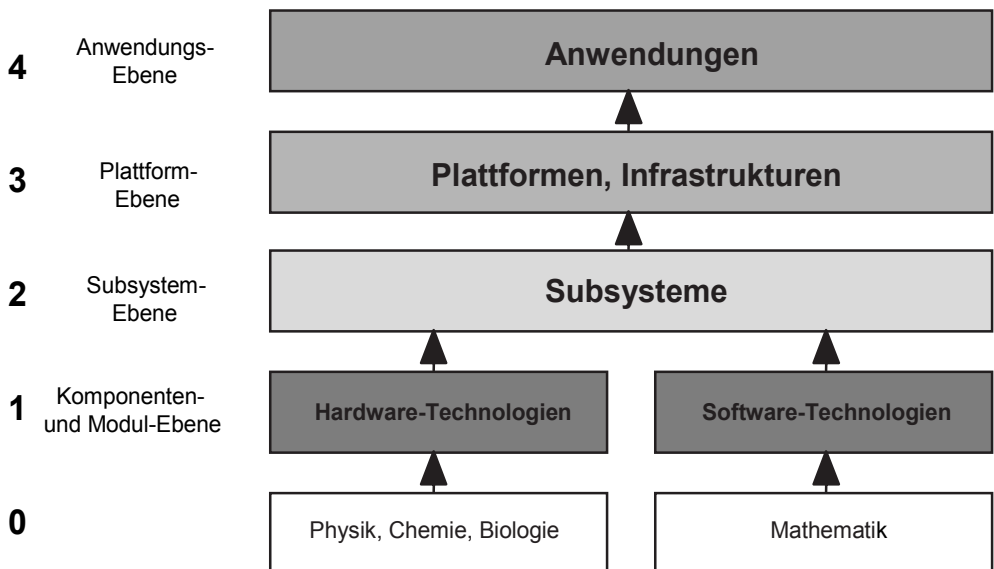
Zwei Fragen stehen dabei im Brennpunkt: jene nach den Triebkräften dieser Entwicklung und jene nach den möglichen Auswirkungen der neuen Technologien.

Die in der Einführung skizzierten Beispiele wie auch die im vorangehenden Kapitel geschilderten Anwendungsszenarien sind nur möglich, weil die Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in den letzten etwa 20 Jahren entsprechende technische und wirtschaftliche Voraussetzungen geschaffen haben. Wir stellen im Folgenden die für unsere Betrachtungen relevanten Aspekte dar.

Fachleute unterscheiden vier unterschiedliche Ebenen der Informations- und Kommunikationstechnologien (siehe **Figur 1**). Visualisiert wird die Struktur der heutigen Wirtschaft mit ihrer arbeitsteiligen Organisation.

Die Industrie ist weitgehend vertikal gegliedert: Im Allgemeinen deckt ein Unternehmen nur selten mehr als zwei der Schichten des Modells ab. Andererseits gibt es auf jeder Ebene eine horizontale Aufteilung:

Die Ebene 4 zum Beispiel hat verschiedene Anwendungsbereiche (Banken, Bauwesen, Maschinenbau, etc.), auf der Ebene 3 findet man verschiedenartige plattformorientierten Firmen (zum Beispiel Cisco für Router, Microsoft für Betriebssysteme, Internet-Provider, etc.), auf Ebene 2 gibt es unterschiedliche Anbieter von Subsystemen (wie zum Beispiel Mikroprozessoren oder speziellen Softwaremodulen), und auf der Ebene 1 die Entwickler von Basistechnologien (Hardware- und Software).



Figur 1: Die vier Ebenen der Informations- und Kommunikationstechnologien

Jede der beschriebenen Ebenen besitzt ihre eigene Dynamik und ihre eigenen Gesetzmässigkeiten. Während bei den Hardwaretechnologien das Moore'sche Gesetz die Entwicklung diktiert (gemäss dem sich das Leistungs/Preis-Verhältnis in der Mikroelektronik alle 18 Monate verdoppelt), erfolgen die Innovationsschritte auf der Anwendungsebene eher nach Massgabe der Aufnahme- und Anpassungsfähigkeit der menschlichen Nutzer. Die tatsächliche Entwicklung ergibt sich aus dem Zusammenspiel und den gegenseitigen Abhängigkeiten aller vier Ebenen.

Technologie auf der Suche nach Anwendungen

Einer der wichtigsten Treiber der Entwicklung ist die Mikroelektronik-Industrie (Ebenen 1 und 2 in Figur 1). Da neue Technologie-Generationen riesige Investitionen erfordern, die der Massenproduktion um Jahre vorausgehen, setzt sich die Industrie selber unter Druck: Sie muss den Kunden Anwendungen schmackhaft machen, die einen grossen Absatz versprechen – also „technology in search of applications“.

Gewisse Anwendungen, die wir bereits vorgestellt haben, sind dabei besonders attraktiv: Vor allem die „Elektronifizierung“ von Alltagsgegenständen („Pervasive Computing“) verspricht neue Absatzgebiete mit hohen Stückzahlen. Der renommierte Technikhistoriker Thomas P. Hughes hat für diese Eigendynamik der technologischen Entwicklung den Begriff „Technological Momentum“ geprägt (Hughes 1994).

Ähnliche Überlegungen gelten auch für die beiden höheren Schichten. Selbstverständlich versuchen die dort angesiedelten Firmen ebenfalls, ihre Vorleistungen in die Entwicklung neuartiger Systeme und den Aufbau von Infrastrukturen durch zusätzliche Anwendungen rascher zu amortisieren und Marktanteile zu gewinnen. Gängige Methoden dafür sind

- der Einsatz von Geräten, die ursprünglich für professionelle Anwender entwickelt wurden (wie z.B. Router oder Scanner), bei privaten Nutzern

- die Nutzung bestehender Technologien für neue Anwendungen. Prominentes Beispiel: Das Internet-Übermittlungsverfahren wird für die Telefonie und das Fernsehen eingesetzt.

Mitunter wird eine Technologie auch unbeabsichtigt zum grossen Renner: Paradebeispiel dafür ist der Short Message Service (SMS), der ursprünglich bloss als Nebenprodukt des digitalen Mobilfunks angesehen wurde – gerade mal gut genug für die Übermittlung von Mitteilungen des Netzbetreibers an seine Kunden. Heute ist der SMS-Dienst eine der Haupteinnahmequellen der Netzbetreiber.

Doch auch hier zeigt sich der Januskopf der Technologie, die Hand zum Guten wie zum Schlechten bietet: Mit dem gleichen SMS-Dienst lassen sich nämlich auch Bomben aus der Ferne zünden.

Triebrkräfte der Verselbständigung

Wir wollen nun vor allem jene Entwicklungen betrachten, die in der einen oder andern Form zu einer stärkeren „Verselbständigung der Technik“ führen oder führen könnten. Die im Folgenden skizzierten Entwicklungslinien sind keineswegs unabhängig: Wir werden immer wieder verwandte Denkmuster, ähnliche Ziele und gemeinsame technologische Voraussetzungen antreffen. Daraus ergeben sich auch vielfältige wechselseitige Beeinflussungen, und es lassen sich Auswirkungen identifizieren, die in mehreren Anwendungsgebieten auftreten.

Bequemlichkeit

Einer der wichtigsten Beweggründe für die Entwicklung verschiedenartiger Werkzeuge ist das Streben nach angenehmeren Lebens- oder Arbeitsbedingungen. Dies muss nicht mit Faulheit gleichgesetzt werden: Zum Beispiel ist es durchaus wünschenswert, wenn sich mit dem Einsatz des Werkzeugs körperliche Schwerarbeit oder langweilige administrative Tätig-

keiten vermeiden lassen. Schwierig zu beantworten ist allerdings die Frage nach dem richtigen Mass solcher Entlastungen – eine Frage, die wir weiter unten wieder aufgreifen werden.

Ruf nach Transparenz³⁷

In der heutigen Politik und der Wirtschaft, aber auch in Bereichen wie der Bildung, der Medizin und selbst im Sport ist der Ruf nach grösserer Transparenz und besserer Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen unüberhörbar. Damit findet eine Entwicklung ihre Fortsetzung, die ihre Wurzeln eigentlich vor Hunderten von Jahren hat: Von dem in der Bibel beschriebenen Zensus über die Erfassung der Versorgungslage bei klimabedingten Hungersnöten in vorigen Jahrhunderten bis zu PISA zeigt sich der Drang nach einer Quantifizierung und Messung aller möglichen Phänomene sowie zur Bündelung der Messwerte zu Indikatoren.

So begrüssenswert es auch ist, dank einer Auslegeordnung der massgeblichen Parameter und durch Messung relevanter Grössen Übersicht zu gewinnen, so kritisch muss man heute all diesen Vorhaben gegenüber stehen. Im Kontext unserer Überlegungen droht vor allem die Gefahr, dass Entwicklungen oder Situationen nicht nur „vermessen“ werden, sondern dass dabei auch gleich die Entscheidungen der Politik (durch die Bürokratie) und in einem nächsten Schritt der Bürokratie (durch den Computer) entzogen werden.

Das Resultat: Statt der erhofften Transparenz regieren nun die so genannten Sachzwänge – im schlimmsten Falle bewusst geschaffen von jenen, die bei der Ausgestaltung der Messmethode, bei der Definition der Indikatoren und bei der Anwendung ihre eigenen versteckten Absichten haben einfließen lassen.

37 Die in diesem Punkt dargestellten Probleme werden in einer neuen TA-Studie unter dem Titel *Indikatorgestützte Entscheidungsprozesse* untersucht: siehe http://www.ta-swiss.ch/a/them/070212/DIV_Projektuebersicht_2007_d.pdf.

Reduktion von Kosten

Eine dominierende Triebkraft in der Wirtschaft und Verwaltung ist nach wie vor die Kostenminimierung. Am meisten Aussicht auf Erfolg hat man beim Ersatz personalintensiver, repetitiver Tätigkeiten. Dazu gehören Zutrittskontrollen, die Analyse des Kundenverhaltens bei einer Bank oder einem Grossverteiler, die Interpretation von Bild- und Messdaten in der Medizin, die Suche nach Information, etc. Dies ruft letztlich nach einer Automatisierung kognitiver Prozesse. Dabei kommen unterschiedlichste Technologien zum Einsatz: Biometrische Verfahren, Data-Mining, Mustererkennung, Web-Bots („Roboter“, die das World Wide Web nach Informationen absuchen), etc.

Die Herstellung von Produkten (sowohl im Güter- als auch im Dienstleistungsbereich) stützt sich heute zumeist auf automatisierte Verfahren ab, übersteigen doch die Anforderungen bezüglich Qualität und Volumen die Möglichkeiten der handwerklichen Fertigung bei weitem. Besonders augenfällig ist dies bei den Informations- und Kommunikationstechnologien – man denke nur an die Herstellung elektronischer Chips mit Millionen von Transistoren. Damit erklärt sich auch die seit mehr als vier Jahrzehnten andauernde, rasante Leistungssteigerung dieser Technologien, denn es besteht eine direkte Rückwirkung innerhalb des Gebietes:³⁸ Leistungsfähigere Chips ermöglichen bessere Informatik-Werkzeuge, die wiederum der Entwicklung und Fertigung noch leistungsfähigerer Chips dienen. In den klassischen Technologiesektoren ist dies grundlegend anders: Ein leistungsfähigeres Flugzeug zum Beispiel trägt nicht direkt zu Fortschritten in der Flugzeugindustrie bei.

Durchgängigkeit von Prozessen

Dank der elektronischen Durchgängigkeit der Verarbeitungs- und Entscheidungsprozesse über möglichst viele Stationen – ohne menschliches

38 Im Englischen beschreibt man dieses Phänomen ab und zu prägnant mit *IT is feeding on itself*.

Dazutun – hoffen Unternehmen, schneller reagieren und jederzeit den Stand der Geschäfte überblicken zu können. Dies gilt sowohl für den Dienstleistungs- als auch den Güter produzierenden Bereich. Beim Letzteren wird zusätzlich angestrebt, die Lagerhaltung auf allen Stufen des Produktionsprozesses zu minimieren (so genanntes „Just-in-time Konzept“).

Die Technologie trägt zur Verwirklichung derartiger Ansätze vor allem mit Fortschritten bei der Kommunikation und Vernetzung bei. Sie können aber nur umfassend genutzt werden, wenn es standardisierte *Protokolle* und anwendungsspezifische Normen für die Darstellung und Interpretation von Daten gibt – nicht nur innerhalb einer Firma, sondern im Zuge der globalen Arbeitsteilung auch firmenübergreifend.

Die elektronische Durchgängigkeit von Prozessen kann auch als Zusammenarbeit verschiedener Teilsysteme gesehen werden. Bei der Weiterführung dieser Idee zum Konzept ad hoc kooperierender elektronischer Objekte im Rahmen des Pervasive Computing entstehen allerdings noch grössere Herausforderungen bezüglich Lesbarkeit der Daten: Eine Kooperation kann nur zu Stande kommen, wenn die überall gespeicherten Informationen von Maschinen auch verstanden werden. Dazu ist es nötig, die Semantik (Bedeutung) der Daten in standardisierter Form zu beschreiben. Entsprechende Anstrengungen unter Einbezug der interessierten Wirtschaft macht vor allem das *World Wide Web Consortium (W3C)*³⁹ im Rahmen des so genannten Semantic Web. Es gehört zu den erklärten Zielen von *Tim Berners-Lee* – Erfinder des World Wide Web und Leiter des einflussreichen W3C – die im Web gespeicherten Informationen für die Nutzung durch Maschinen zugänglich zu machen (Berners-Lee 1999: 169f.).

39 Eine Beschreibung des W3C findet man unter <http://www.w3c.org>.

Mechanisierung von Such- und Entscheidungsprozessen

Verwandt mit diesen Bestrebungen sind Anwendungen wie jene, die in Kapitel 2 mit dem Beispiel des computergestützten Wertpapierhandels geschildert wurden. Wo immer der Erfolg eines Akteurs in einem System kooperierender und zugleich konkurrierender Akteure davon abhängt, ob dieser seine Entscheidungen richtig und möglichst rasch fällt, ist Maschinenhilfe willkommen – sowohl beim Erarbeiten der Entscheidungsgrundlagen als auch bei den Entscheidungen selbst.

Im Extremfall wird beides gänzlich an einen elektronischen Agenten delegiert. Voraussetzung für den Erfolg solcher Ansätze ist allerdings, dass sich die als Entscheidungsgrundlagen benötigten Daten (zum Beispiel Börsenindikatoren) maschinell erfassen wie auch interpretieren lassen und dass bei der Entscheidungsfindung bewährte Taktiken und Strategien zum Zug kommen.

Beherrschung der Komplexität

Die Beherrschung der Komplexität neuartiger Einrichtungen und Systeme stösst oft an Grenzen. Dies gilt für alle Abschnitte im Lebenszyklus vieler moderner technischer Einrichtungen.

Nutzer und Betreiber von Systemen können ohne „automatisierte“ Unterstützung kaum mehr leben. Man muss gar nicht erst an einen modernen Jet oder ein Kernkraftwerk denken – auch die Nutzer eines PC möchten selbständig ablaufende Installationsprogramme oder Konfigurationsassistenten nicht mehr missen.

Eine intelligente Mediation zwischen einer komplexen Einrichtung und ihren Nutzern ist tatsächlich ein grosses Bedürfnis und ist nicht nur Ausdruck von Bequemlichkeit. Die oft verwendete Metapher des *elektronischen Agenten* darf allerdings nicht darüber hinweg täuschen, dass das Vertrauen des Benutzers in seine elektronischen Helfer nicht immer so gerechtfertigt ist wie jenes in menschliche Agenten wie etwa Treuhänder. Elektronische

Agenten können zum Beispiel so genannte Spyware in den Computer schmuggeln.

Besonders wichtig sind alle Anstrengungen, für lebenswichtige Infrastrukturen der Informatik und Telekommunikation eine hinreichende Verfügbarkeit zu garantieren. Das angestrebte „Self-Management“ zum Beispiel (IBM 2001) umfasst die Komponenten Self-Configuration, Self-Optimization, Self-Healing und Self-Protection.

Beim Entwurf und der Entwicklung neuer Produkte muss man oft komplexe Probleme meistern. Computergestützte Werkzeuge gehören deshalb zum Alltag der meisten Ingenieure und Architekten. Aber selbst diese leistungsfähigen Hilfsmittel stoßen in einigen Disziplinen an ihre Grenzen: So ist zum Beispiel der Aufwand für die Entwicklung moderner Mikroprozessoren immens hoch. Wären da vielleicht selbstorganisierende elektronische oder bioelektronische Strukturen – also salopp gesagt ein Mikroprozessor aus der Petrischale – ein gangbarer Ansatz?

Wer mit solchen Gedanken spielt, muss wissen, dass der Einsatz von Technologie zur Lösung der von ihr selbst verursachten Probleme selten das Ei des Kolumbus ist – durch die Hintertüre tauchen oft ganz neue Probleme auf.

Militärtechnik

Sehr viele Impulse für die Technologieentwicklung gehen von der militärisch initiierten Forschung und Entwicklung aus. Zu den Schwerpunktthemen⁴⁰ gehören dort verschiedenste Arten von „autonom“ agierenden technischen Einrichtungen wie zum Beispiel Minensuchgeräte oder Drohnen. Zusätzlich trägt der Schwerpunkt „human enhancement“ mittelbar zur Förderung autonomer Technologien bei: Um die Soldaten zu entlasten, werden zeitaufwändige Aufgaben wie etwa die Positionsbestimmung an

40 Instrukтив sind zum Beispiel die Angaben, die man unter http://www.darpa.mil/body/off_programs.html findet!

Einrichtungen des „electronic battlefields“ delegiert. Noch weiter geht der Ersatz des Soldaten selbst – anstelle des Infanteristen tritt ein Kampfroboter, und der menschliche Kampfpilot wird durch einen „robotic attack jet“⁴¹ ersetzt.

Der Industrie, die solche Systeme entwickelt, kann nicht verargt werden, wenn sie die Ergebnisse auch im zivilen Sektor nutzen möchte. Doch gerade dabei zeigt sich die ambivalente Natur der Technik besonders stark: Werden Technologien des „human enhancement“ bei Behinderten eingesetzt, so empfinden wir dies als positiv; kommen sie hingegen als Machtmittel einer Minderheit zur Übervorteilung der Mehrheit zur Anwendung, so erscheint dies ethisch fragwürdig.

Impulse aus der Grundlagenforschung

In den Neurowissenschaften und der Robotik werden menschenähnliche Objekte mit dem Ziel entwickelt, unsere Einsichten zu den menschlichen Fähigkeiten und den zu Grunde liegenden Mechanismen zu mehrten. Auch diese interessanten Anstrengungen haben ihre Kehrseite: nämlich dann, wenn daraus ein maschinengeprägtes Menschenbild entsteht. Dies gilt vor allem, wenn von (zu) einfachen Modellen ausgegangen wird, die bei einer kritischen Beurteilung⁴² dem komplexen „System Mensch“ bei weitem nicht gerecht werden.

Schliesslich arbeitet die Forschung auch an Systemen, die sich durch Selbstorganisation weiterentwickeln und ein emergentes Verhalten zeigen. Ein Spezialfall davon sind Systeme, die sich selbst reparieren oder gar replizieren. Dabei liegt es nahe, Erkenntnisse aus Biologie, Soziologie und Ökonomie zu nutzen. Noch ambitionärer ist die Entwicklung hybrider – zum Beispiel bioelektronischer – Systeme.

41 Dazu beispielsweise: Talbot 2005.

42 Wie zum Beispiel in Auyang 2000.

Automatisierung: Fluch oder Segen?

Über Jahrhunderte haben Menschen wohl in erster Linie Werkzeuge erfunden und die Umwelt verändert, um sich von der Mühsal körperlicher Arbeit zu befreien und sich vor Naturgefahren zu schützen. Aber selbst bei diesen „vornehmen“ Zielen darf die ambivalente Natur vieler Werkzeuge nicht vergessen werden: Sie können einst beherrschte Fähigkeiten zum Verkümmern bringen, exzessiver Gebrauch kann die Nutzer schädigen, Werkzeuge können missbraucht werden (zum Beispiel als Waffen), etc.

Sinnvolle Werkzeuge geben ihrem Nutzer mehr Freiheit (zum Beispiel, indem sie ihm Arbeit abnehmen); gleichzeitig können sie ihn aber auch anbinden (zum Beispiel, weil er von ihnen abhängig geworden ist). Wir werden also weder behaupten können, dass autonomere Werkzeuge unser Leben in jedem Fall erleichtern, noch dass diese immer einen Verlust menschlicher Autonomie mit sich bringen.

Allerdings scheint die umfassende Digitalisierung, wie sie in den vielen Beispielen geschildert wurde, Probleme zu schaffen, die aus der Sicht der Technologiefolgen-Abschätzung eine ernsthafte Diskussion rechtfertigen. Unbestritten ist, dass Wirtschaft und Recht (namentlich im Bereich Datenschutz und Haftung) von den neuen Technologien betroffen sind. Die vorliegende Publikation enthält daher in drei separaten Kapiteln eine Auseinandersetzung mit diesen Aspekten; in diesem Kapitel gehen wir deshalb darauf nicht erneut ein.

Bei den Auswirkungen der Technologie auf das Individuum und die Gesellschaft wie auch bei gewissen systemtechnischen Problemen müssen wir uns darauf beschränken, die potentiellen Auswirkungen kurz zu skizzieren; Vorschläge für weiterführende Arbeiten finden sich in Kapitel 9.

Vorweg drei grundsätzliche Bemerkungen:

- In vielen Fällen ist nicht allein die „Verselbständigung des Computers“ verantwortlich für die (positiven und negativen) Eigenschaften einer technischen Einrichtung. Die folgende Beurteilung wird sich deshalb auf Anwendungen konzentrieren, bei denen dieses Phänomen dominiert.

- Aus dem gleichen Grunde befassen wir uns auch nicht mit der Problematik „virtueller Welten“, obschon darin „verselbständigte künstliche Wesen“ eine wichtige Rolle spielen. Die Wechselwirkungen zwischen den für solche Welten relevanten Technologien und den sie nutzenden Individuen wie auch der Gesellschaft verdienen es, speziell untersucht zu werden.⁴³
- Es gibt auch technische Einrichtungen, bei denen die Autonomie zwar ein charakteristisches Merkmal ist, aber Probleme bei der Anwendung nicht ursächlich mit dieser Autonomie zusammenhängen. Ob es zum Beispiel ethisch verantwortbar ist, bei schwerkranken Patienten lebensverlängernde Massnahmen zu ergreifen, hat nichts mit der eingesetzten Technik zu tun.

Wir werden uns deshalb auf Fälle konzentrieren, bei denen die Autonomie technischer Einrichtungen unmittelbar relevant ist – sei es, weil sie neuartige Produkte überhaupt erst ermöglicht, oder weil die „Verselbständigung des Computers“ an sich zu Problemen führt. Der Einfachheit halber verwenden wir den Begriff „Automatisierung“ stellvertretend für alle Formen des selbständigen Arbeitens computerbasierter Einrichtungen.

Nach einer kurzen Übersicht über Anwendungen, die wahrscheinlich als weitgehend problemlos betrachtet werden können, gehen wir auf jene Aspekte der Verselbständigung des Computers ein, die – neben Wirtschaft und Recht – eingehendere Untersuchungen verdienen. Wobei die folgende Auslegeordnung weder Anspruch auf Vollständigkeit erhebt noch auf grundsätzliche philosophische und psychologische Themen (Beispiel: Identität des Menschen in einer Welt selbständig agierender Objekte) eingeht.

43 Eine Studie von TA-SWISS mit dem Arbeitstitel „L'Internet du futur“ wird voraussichtlich solche Fragen behandeln.

Automatisierung in weitgehend unproblematischen Bereichen

Es gibt viele Anwendungen, bei denen das weitgehend autonome Funktionieren technischer Einrichtungen eine entscheidende Voraussetzung für einen sinnvollen Einsatz ist und bei denen das Einsatzgebiet auch nicht als kontrovers gilt.

Dazu gehören unter anderem:

- Apparate für Behinderte (Gehhilfen, Sprachsynthese-Geräte, etc.)
- Geräte für den Einsatz in gefährlichen Umgebungen (z.B. Roboter für die Minenräumung, die Säuberung verseuchter Böden oder die Sanierung von Abwasserkanälen).
- Implantate, die über längere Zeit medizinische Wirkstoffe dosiert im menschlichen Körper freisetzen (z.B. automatisierte Insulinabgabe, die sich dem aktuellen Blutzuckerspiegel anpasst).
- Die automatische Warnung vor Naturgefahren.

Selbstverständlich müssen derartige Einrichtungen sehr hohe Anforderungen an die Verlässlichkeit erfüllen. Die Autonomie solcher Apparate bringt in der Regel keine zusätzlichen Risiken, da die Anwendung gut abgegrenzt und die Kontrolle durch die Anwender gewährleistet ist.

Bei den folgenden Anwendungen fallen zunächst die positiven Aspekte auf. Bei näherem Hinsehen erkennt man aber auch gewisse Probleme. Sie sind allerdings nicht so gravierend, dass unmittelbarer Handlungsbedarf im Sinne vorsorglicher Massnahmen besteht:

- Die automatische Erfassung von Messwerten in Umweltbereichen wie Gewässerschutz, Luftreinhaltung etc. Die Voraussetzung dabei ist, dass wirklich die relevanten Parameter erfasst und vernünftige Grenzwerte festgelegt werden. Dies hat aber nichts mit der Automatisierung zu tun. Gegenüber der Ablesung von Messinstrumenten durch Personen entfällt allerdings die Möglichkeit, Fakten zu erkennen, die nicht durch die Messungen erfasst werden – zum Beispiel Veränderungen in der Pflan-

zenwelt. Dies ist ein Beispiel einer Problematik, die in ähnlicher Form bei der Automatisierung kognitiver Funktionen häufig angetroffen wird.

- Die selbsttätige Überwachung technischer Anlagen und Systeme zur Sicherstellung eines störungsfreien Betriebs – von der Tiefkühltruhe bis zum Atomkraftwerk. In vielen Fällen sind solche Anlagen derart komplex, dass eine Überwachung ohne technische Hilfsmittel gar nicht möglich ist. Entscheidend ist, dass die Überwachungseinrichtungen selbst eine wesentlich höhere Zuverlässigkeit aufweisen als das überwachte System, und dass das Zusammenwirken mit dem Betriebspersonal und den Nutzern klar geregelt ist.

Von der Spezialisierung ...

„What have you got against machines?“ said Buck. „They are slaves.“ [said Harrison] „Well, what the heck, I mean they aren't people. They don't suffer. They don't mind working.“

„No, but they compete with people.“ „That's a pretty good thing, isn't it – considering what a sloppy job most people do of anything?“ „Anybody that competes with slaves becomes a slave.“

Vonnegut 1952, S. 280 - 281.

Die Spezialisierung in der Arbeitswelt begann schon in der vorindustriellen Zeit: Erste spezialisierte Berufe bildeten sich in der Landwirtschaft auf Grund der zunehmenden Bedeutung der Werkzeuge. Beispiele dafür sind Wagner, Küfer, Rechenmacher, Sattler, etc. In der heutigen Wirtschaft und Verwaltung gehen die Arbeitsteilung und Spezialisierung allerdings viel weiter.

Die Spezialisierung ist eine wesentliche Voraussetzung für den Ersatz von Handarbeit und Gedankenarbeit durch eine Maschine: Maschinen haben zwar bei weitem keine umfassenden menschlichen Fähigkeiten; doch eng abgegrenzte Aufgaben erledigen sie oft rascher, präziser und zuverlässiger

als der Mensch. Sie sind geduldig und ermüden nicht – ideale Voraussetzungen, um Menschen von Routinetätigkeiten und Schwerarbeit zu entlasten. Maschinen bewältigen zudem Arbeiten, die Menschen weder allein noch als Gruppe je ausführen könnten.

Schliesslich werden so auch neue, interessante Berufe und Organisationen geschaffen: Das Zusammenspiel von Mensch und Maschine muss geplant und organisiert werden. Die Entwicklung neuer Maschinen fordert Sachverstand und Intuition der Ingenieure heraus. Waren- und Finanzmärkte sorgen mit „unsichtbaren Händen“ (*Adam Smith*) – ohne zentrale Planung – für Produkte, die den Bedürfnissen entsprechen und gerecht verteilt werden. So viel zur positiven Seite.

Doch schon die klassische Mechanisierung und Automatisierung von Tätigkeiten hatten ihre Kehrseiten. Der Unterschied zu heute ist, dass sich problematische Auswirkungen in der Vergangenheit meist mit gezielten Massnahmen neutralisieren liessen.

Eine Ausnahme dabei war – und ist – die Beschäftigung von Menschen mit besonderen Fähigkeiten in Bereichen, die leicht automatisierbar sind. Dieses Problem dürfte sich massiv verschärfen, übernehmen doch der immer selbständiger werdende Computer bzw. die von ihm gesteuerten Geräte zusehends auch Aufgaben, die bis anhin als durchaus anspruchsvoll galten.

Wie beschäftigt man die frei werdenden Personen? Genügen ihre Fähigkeiten, um in der digitalisierten Arbeitswelt zu bestehen? Droht eine Spaltung der Gesellschaft in eine Gruppe von Managern und Ingenieuren einerseits und eine Gruppe von Personen, welche die nicht automatisierbare „Dreckarbeit“ besorgen?⁴⁴ Solche Fragen verdienen es zweifellos, in vertiefenden Untersuchungen angegangen zu werden. Dazu gehört auch eine

44 Kurt Vonnegut beschrieb 1952 eine solche Gesellschaft in einem Roman (Vonnegut 1952), bei dem der Computer bereits eine zentrale Rolle spielt. Auf eine denkbare Emanzipation von Maschinen wies allerdings schon Samuel Butler hin: 1872, in seinem Roman „Erwhon“. Butler war allerdings nicht so prophetisch, dass er die Möglichkeiten eines Computers vorausgeahnt hätte – bei ihm wird die Mechanisierung noch durch eine Dampfmaschine verkörpert.

kritische Beurteilung bereits existierender Massnahmenpakete: Genügen Aktionen wie zum Beispiel „Schulen ans Netz“, oder ist sogar unser Verständnis der relevanten Werte zu überdenken? Was sind verschiedene Formen von Arbeit wert? Welche Beziehung besteht zwischen dem Wert der Arbeit und dem Wert von Maschinen? Gibt es ein vernünftiges Verhältnis von Arbeit und Freizeit?

... zur Rationalisierung

Zunächst scheint es durchaus einleuchtend, wenn Prozesse in der Wirtschaft wie auch in Politik und Verwaltung der ursprünglichen Bedeutung des Begriffes „Rationalisierung“ entsprechend (lat. ratio = Verstand, Vernunft) gestaltet werden, wenn man also „verständliche“ und „vernünftige“ Prozesse definiert. Auch gegen die Messung prozessbeschreibender Parameter (physikalische und chemische Grössen, Zeitaufwand, statistische Daten, etc.) ist nichts einzuwenden, denn dies erlaubt, Zusammenhänge besser zu erkennen, Prozesse zu „managen“ und bei Produktionsprozessen Gesetzmässigkeiten aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften zu nutzen.

Mit der zahlenmässigen Erfassung von Prozessen sind allerdings auch die Voraussetzungen geschaffen für ihre computergerechte Beschreibung (und damit zum Beispiel für die Auswertung statistischer Daten oder für die Simulation). Mehr noch: Der Computer kann Aufgaben lösen, die bisher Menschen besorgten.

Dagegen ist nichts einzuwenden, wenn damit gefährliche, langweilige oder im Verhältnis zum Resultat sehr aufwändige Arbeiten gelöst werden. Fragwürdig wird die „Wegrationalisierung“ des Menschen hingegen bei Aufgaben, deren Lösung neben dem reinen Anwendungswissen auch noch so genanntes „Weltwissen“ erfordern, zum Beispiel für die Bewältigung von unvorhergesehenen Situationen, oder wenn Menschen von den Entscheidungen ernsthaft betroffen sind. Ebenso fragwürdig ist die Automatisierung

in Fällen, wo das Wahrnehmen und Zeigen von Gefühlen oder wo Einfühlungsvermögen⁴⁵ wichtig sind.

Entlastung oder Bevormundung und Überwachung?

Beim so genannten Pervasive Computing wird immer wieder geltend gemacht, dass „mitdenkende Dinge“ ihre Nutzer entlasten. „Elektronische Butler“ zum Beispiel erinnern an das Tragen des Fahrradhelms (sonst bleibt das Fahrrad blockiert) oder spielen dank ihrem Einfühlungsvermögen die zur Stimmung passende Musik im Wohnzimmer. Natürlich sind diesbezüglich Anwendungen denkbar, die den Nutzern insgesamt Vorteile bringen. Doch es gibt dabei auch Probleme, wie im Beitrag von Mattern und Langheinrich geschildert wird (Mattern und Langheinrich 2007):

- Selbsttätige Computersysteme haben Mühe, mit unvorhergesehenen Situationen umzugehen und in solchen Situationen eine zweckmässige Arbeitsteilung mit den menschlichen Nutzern zu finden.
- Technikpaternalismus: Der aufdringliche elektronische Butler wird als lästig empfunden. Bei Systemen, die aus früheren Situationen „lernen“ und sich ein Bild über die Vorlieben der Nutzer machen, sind die Vorschläge und Handlungen der smarten Umgebung manchmal schwer nachvollziehbar.
- Benutzer fühlen sich vom System ständig beobachtet und überwacht. Oder noch schlimmer: fremdbestimmt.

In Ergänzung dazu sehen wir folgende Probleme:

- Gewährleistung der Privatsphäre: Wenn die smarte Umgebung ihre Nutzer und deren Vorlieben „kennen“ soll, muss sie entsprechende Daten sammeln. Dabei muss gewährleistet sein, dass niemand miss-

⁴⁵ Wie kann ein Computer der praktisch in allen Kulturkreisen geltenden goldenen Regel „Was du nicht willst, dass man dir tu, das füg auch keinem andern zu nach leben“?

bräuchlich auf diese Daten zugreifen kann. Mit diesen Aspekten befasst sich Kapitel 7.

- **Haftung bei Fehlverhalten:** Das so genannte „Pervasive Computing“ stützt sich auf das Zusammenspiel von kooperierenden Einrichtungen und nutzt die Dienste Dritter (Wetterprognosen, Kataloge, etc.). Die entsprechenden Einrichtungen – selbst jene beim Anwender – stammen in der Regel von verschiedenen Herstellern. Der Benutzer selber übernimmt Aufgaben bei der Konfiguration und der Installation. Frage: Wer haftet in diesem Fall für ein Fehlverhalten des Systems? Noch komplexer wird die Angelegenheit, wenn selbstlernende Komponenten mit im Spiel sind, deren Verhalten nicht vorhersagbar ist. Antworten auf diese Fragen findet man in Kapitel 8.
- **Überforderung der Benutzer beim Management der smarten Umgebung:** Verglichen mit einer heutigen PC-Arbeitsumgebung mit Internetzugang sind „smarte“ Systeme, wie sie Mattern und Langheinrich vorstellen (Kapitel 4), viel schwieriger zu verwalten – von der Konfiguration über die Installation bis hin zur Fehlersuche. Die Benutzerfreundlichkeit muss daher, verglichen mit der bereits unbefriedigenden Situation bei heutigen Systemen, ganz entscheidend verbessert werden: Laienanwender wollen mit der Technik möglichst wenig zu tun haben.

Ob diese Forderung je erfüllt wird, ist fraglich: Vielen Herstellern scheint es nach wie vor wichtiger zu sein, ihre Kunden mit ständig „verbesserten“, aber nicht rückwärtskompatiblen Versionen die Kunden zum Zwangskonsum zu führen.

- Wenn der Mensch mehr und mehr von autonom agierenden Computern umgeben ist, stellt sich auch die Frage nach den Wechselwirkungen mit seiner Psyche. Entstehen dadurch neue Arten von Störungen (zum Beispiel Technikphobien wegen des Kontrollverlustes)? Kritisch zu hinterfragen sind auch die Bemühungen einiger Hersteller, dem Computer menschenähnliche Züge zu verleihen, um ihn benutzerfreundlich zu gestalten. Wäre es nicht vielleicht besser, wenn man das Werkzeug eindeutig als solches wahrnehmen würde?

Wenn sich elektronische Agenten ins Gehege kommen

Elektronische Agenten werden in verschiedensten Märkten (Wertpapierhandel, Warenbörsen, usw.) eingesetzt, um stellvertretend für den eigentlichen Nutzer auf „smarte“ Weise Geschäfte zu tätigen. Erfolgreich sind sie dann, wenn sie die Marktsituation sowie das Verhalten der anderen Benutzer richtig einschätzen und dann in einer günstigen Situation als Erste handeln. Alternativ könnten elektronische Agenten auch versuchen, die Konkurrenz über ihre eigentlichen Absichten zu täuschen.

Beim Zusammenwirken von Menschen können gruppendynamische Prozesse zu Situationen führen, die weder der Einzelne noch die Gruppe wollten oder vernünftig finden. Davor sind auch Systeme von kooperierenden elektronischen Agenten nicht gefeit. Das Resultat sind Instabilitäten oder Überreaktionen. Gefragt wäre hier eine Theorie, um derartige Systeme so auszugestalten, dass ein Übergang zu problematischen Zuständen von vornherein ausgeschlossen ist. Wie weit sich dies mit dem Bestreben der Marktteilnehmer vereinbaren lässt, ihre Strategien zu verbergen, ist eine offene Frage.

Gefährliche Vermischung von Begriffen

Technobabble generates catchy sound bytes. These may sell, but they are too impoverished in contents to sustain reasoning and argument.

Auyang 2000, S. 43 - 44.

Sprachen spiegeln die Kulturen wieder, in denen sie entstanden sind; sie sind damit auch ein Abbild der zivilisatorischen Errungenschaften. So erstaunt es nicht, dass unsere Sprache mit technisch gefärbten Metaphern gespickt ist – von der „Tretmühle“ bis zum „Webstuhl der Zeit“.

Umgekehrt ist es für die Entwickler selbständig agierender Maschinen nahe liegend, sich an Bildern zu orientieren, die wir uns von den Fähigkeiten und

vom Verhalten von Menschen machen, sowie an Modellen für gesellschaftliche Phänomene (zum Beispiel für die Kommunikation). Und so wird die Welt der „bioinspirierten“ Technik von Begriffen überschwemmt, die in der Alltagssprache, aber auch in den Geistes- und Sozialwissenschaften eigentlich für das Nachdenken über den Menschen und die Gesellschaft bestimmt sind. Besonders augenfällig ist das auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz (KI), deren Forschungsergebnisse bei der Entwicklung selbständig agierender Computer eine wichtige Rolle spielen. Da tauchen dann Begriffe wie „intelligente“ Autos und „mitdenkende“ Häuser auf, bis hin zum elektronischen „BDI-Agenten“, der angeblich über Weltwissen verfügt (B = Belief), seine eigenen Ziele (D = Desire) sowie bestimmte Absichten (I = Intention) hat.

Am Media Lab des MIT schliesslich arbeitet man seit Jahren am so genannten „Affective Computing“ – einfühlsamen Computern also, die Emotionen eines menschlichen Benutzers wahrnehmen und ihrerseits „Gefühle“ zeigen sollen (Picard 1997).

Die Mehrdeutigkeit solcher Begriffe ist in zweierlei Hinsicht bedenklich:

- Sie weckt bei Laien unerfüllbare Hoffnungen, was die Fähigkeiten technischer Einrichtungen betrifft, und sie senkt gleichzeitig Hemmschwellen, wenn es um ethische Fragen beim Einsatz der Technik geht (Beispiel: Pflege-Roboter).
- Sie stützt bei gewissen Forschenden die fragwürdige Vorstellung, ein Modell des Menschen in der Form des Computers zu suchen: *„A living, thinking, intelligent human being is a digital computer made of flesh and blood“* (zitiert in Auyang 2000: 43).

„Laisser faire“ oder regeln?

Die vorangehenden Abschnitte zeigen, dass das Phänomen „Verselbständigung des Computers“ weder einseitig auf die Eigendynamik der

Technologien⁴⁶ zurückzuführen ist (Technikdeterminismus), noch dass es vorwiegend aus Veränderungen in der Gesellschaft („Sozialdeterminismus“) und der Wirtschaft hervorgeht. Fakt ist, dass die Entwicklungen in der Technik und der Gesellschaft sich gegenseitig bedingen und auch beeinflussen. Und dass aus dieser Wechselwirkung nicht nur Geplantes, sondern auch unerwartet Neues entsteht. Dabei handelt es sich oft um „schleichende“ Prozesse, die gar nicht leicht wahrnehmbar sind – wie etwa der Wandel von Werten oder Änderungen in den vorherrschenden Denkmustern.

Die Frage ist, ob man den beschriebenen Entwicklungen freien Lauf lassen soll, obschon damit unbestritten auch Probleme einhergehen. Werden die negativen Folgen durch den Markt korrigiert, falls das „Preisschild“ der neuen Technologien nicht nur die Kosten auflistet, sondern auch die „Risiken und Nebenwirkungen“? Oder sind vorsorgliche Massnahmen nötig, um die Entwicklung in Bahnen zu lenken, die mit unseren Wertvorstellungen verträglich sind? Braucht es gesetzliche Regelungen, um Missbräuche zu verhindern und um die Rechte und Pflichten aller Akteure im neuartigen Umfeld zu definieren? Sind weiterführende Studien notwendig, um Problemfelder auszuloten, die in der vorliegenden Publikation nur ungenügend oder überhaupt nicht behandelt werden?

Erste Antworten dazu stehen in den Kapiteln zu den datenschutzrechtlichen Aspekten und zur Haftung, vor allem aber in den Expertenempfehlungen für die Praxis (Kapitel 9).

46 „Technologie“ in einem umfassenden Sinne verstanden: Es geht nicht nur um die Technologien per se, sondern auch um das eine Technologie fördernde, entwickelnde und produzierende System.

6. Digitalisierte Wirtschaft: Praktisch kein Stein bleibt auf dem andern

Beat F. Schmid

Nachdem mit der Industrialisierung in grossem Umfang physische Arbeit an Maschinen übertragen wurde, delegieren wir nun zunehmend geistige Tätigkeiten an sie: das Verarbeiten von Information und das Herstellen von Entscheidungen. Mit der Computertechnologie hat in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts die Industrialisierung der Informationsverarbeitung begonnen.

Die Fähigkeit des Computers, auch komplexe Aufgaben automatisch und selbständig zu erledigen, wird in den Betrieben zunehmend genutzt, um ganze Geschäftsprozesse zu automatisieren. Die moderne Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) stellt die Infrastrukturen für diese Transformation der Geschäftsabläufe zur Verfügung. Sie gibt der Information eine bisher unbekannte Gestalt und macht sie zu einem neuartigen und entscheidend wichtigen Produktionsfaktor. Aus Sicht der Wirtschaft steht deshalb weniger der Computer als Maschine im Vordergrund, sondern die neue Gestalt, die er der Information verleiht.

Die neue Industrialisierung hat vielfältige Konsequenzen für die Wirtschaft:

- Mit den IKT-Infrastrukturen sind globale elektronische Marktplätze geschaffen worden. Die alten Grenzen der Betriebe verschwinden; sie müssen ihre Struktur in neuartige, weltumspannende Wertschöpfungs-systeme einbetten. Die globale Fabrikhalle entsteht, in der Arbeitskräfte aus allen Kontinenten als Kollegen und Konkurrenten mitarbeiten, mit

neuen, mächtigen Werkzeugen. Sie können dies tun, ohne ihren Standort verlassen zu müssen.

- Auch die Produkte verändern ihre Natur. Sie werden zusehends mit Elektronik-Chips ausgestattet und ans Netz angebunden. Das Telefon zeigt diesen Wandel exemplarisch: Es ist zu einem Computer geworden, mit neuen Funktionen wie Agenda, Fotoapparat, Musik-Player, Navigationssystem, etc. Durch die Anbindung ans Internet integriert das Telefon auch dessen Dienste.
- Information wird zu einer entscheidenden Ressource für neue Produkte. Was wiederum Auswirkungen hat auf die Inhalte der Medien, ihre Produktion und Verteilung – sie erfahren eine Transformation, wie sie bei der Erfindung der Schrift oder des Buchdrucks stattgefunden hat.
- Damit werden sich die Entwicklungen der seit dem 18. Jahrhundert wirkenden Industrialisierung beschleunigt fortsetzen. Zu erwarten sind dabei weit reichende Umwälzungen der Produktionsstrukturen sowie massive Auswirkungen auf Märkte und Standorte.

Die historische Entwicklung

Vom betrieblichen Informationssystem zum Internet

Der Computer ist für die Wirtschaft seit den 1950er Jahren als Werkzeug verfügbar. Er wurde zuerst von Ingenieuren und in der administrativen Datenverarbeitung eingesetzt, um arbeitsintensive Informationsarbeit zu mechanisieren. Seine Funktion war somit die eines Werkzeugs oder eines künstlichen Assistenten.

In den 1960er Jahren realisierten die Firmen zunehmend, dass Computerdaten eine neuartige *Ressource* darstellen. Ressourcen bedürfen einer systematischen Bewirtschaftung. Es entstanden die Konzepte der Datenbank und des *Informationssystems*. Die Datenverarbeitung wurde stärker zentralisiert: In den Firmen wurden Informatikabteilungen geschaffen.

Parallel dazu wurden Computer zunehmend in der Produktion eingesetzt, auch zur *Steuerung* von Produktionsanlagen. Die Geschäftsprozesse wurden mittels IKT rationalisiert – zunächst ohne die gewohnten betrieblichen Strukturen zu sprengen. Basissystem für diese Veränderungen waren die betrieblichen Informationssysteme. Aber man bewegte sich immer noch im bekannten betrieblichen Kontext.

Das änderte sich ab den 1980er Jahren. Durch die Verknüpfung betrieblicher Informationssysteme über die Betriebsgrenzen hinweg entstanden so genannte *Interorganisationssysteme*, zuerst in Industrien wie Banken, Luftfahrt, Tourismus oder Logistik.

Zur Strukturierung der Kommunikationsflüsse in diesen neuen Informationsinfrastrukturen wurden Kommunikationsmodelle und *Protokolle* wie das TCP/IP-Protokoll entwickelt. Auch Daten wurden standardisiert, z.B. im Bereich des so genannten EDI (Electronic Data Interchange). Mit diesen Entwicklungen begann sich das Geschäft spürbar zu verändern.

In den 1990er Jahren wurden diese Informationssysteme zunehmend ins *Internet* eingebunden. Dieses globale Netz verhält sich zum einzelnen Betrieb ähnlich wie die modernen Elektrizitätsnetze zum früheren betriebs-eigenen Kraftwerk. Das TCP/IP-Protokoll hat die Basis dafür geliefert, um aus den nicht oder nur lose gekoppelten Informationssystemen ein globales föderiertes Informationssystem zu schaffen. Der Slogan „The net becomes the computer“ wird zunehmend Realität. In einem knappen halben Jahrhundert hat die IKT mit diesen Entwicklungen für die Wirtschaft ein völlig neues Umfeld geschaffen.

Information hat eine neue Gestalt

Wenn wir eine E-Mail mit einem Anhang erhalten, z.B. einer Word-Datei oder einer Excel-Tabelle, so können wir diese nicht nur lesen wie eine Beilage zu einem gewöhnlichen Brief – wir können sie auch bearbeiten. Text und Tabelle sind nämlich verbunden mit den Operationen, die entsprechende Programme zur Verfügung stellen. Diese können entweder auf

unserem Computer installiert sein (wie Word oder Excel) oder temporär aus dem Netz bezogen werden.

Die einst passiven Daten sind nun also mit der Maschine verbunden und werden so zu *aktiven* Daten. Selbst ganze Informationssysteme können zu interaktiven Informationsobjekten werden: Beispiele dafür sind E-Shops wie Amazon, Flugreservationssysteme oder elektronische Börsen. Im Netz verfügbare aktive Information ist *ortslos* und überall einsetzbar. Für die Wirtschaft heisst das: IKT-Werkzeuge, die man bislang an seinem Arbeitsplatz in der Firma verfügbar hatte, lassen sich zunehmend über das Netz beziehen – überall und von jedermann, also auch von Konkurrenten im Billiglohnland. Das verlangt nach einer Neuorganisation der Produktion.

Genau so, wie sich Energie aus der Steckdose holen lässt, können heute wirtschaftliche Leistungen, die früher im eigenen Betrieb produziert werden mussten, aus dem Internet bezogen werden. Umgekehrt kann man die eigene Produktionsleistung über das Netz andern zur Verfügung stellen. Mit andern Worten: Die Produktionsmittel, die Informationsleistungen erbringen, sind losgelöst von speziellen Standorten und global verfügbar. Dies ist der mediale Kern der Globalisierung.

Die neue, informationsbasierte Ökonomie ist geprägt durch eine explosionsartig wachsende Menge dieser neuen Informationsform. Die heutige „Infosphäre“ besteht aus interaktiven Informationsobjekten, die wesentlich mehr sind als die herkömmlichen passiven Informationen: Es sind virtuelle, bei Bedarf aktualisierbare Maschinen.

Diese neuartige Produktionsumgebung verändert nicht nur die Wirtschaft – sie verändert auch die Menschen in ihren Rollen als Kunden und als Mitarbeiter. Der Journalist Thomas Friedmann spricht von einer neuen Form der Globalisierung: Die erste Globalisierung, die etwa von Christoph Columbus (Ende 15. Jh.) bis um 1800 gedauert habe, sei eine Globalisierung der Nationen gewesen (Kolonialismus), während man die zweite Globalisierung von 1800 bis 2000 als Globalisierung der Firmen ansehen müsse (Friedemann 2005). Mit dem 21. Jahrhundert beginne die Globalisierung der Individuen und Gruppen. Grundlage dafür bilde die flache Welt des Bildschirmes, welche das neue digitale Medium allen Individuen rund

um die Welt erschliesse. Damit könnten sie auf alle Informationsressourcen und die mit ihnen verbundenen Dienste (so genannte „Web Services“, siehe weiter unten) zugreifen und umgekehrt ihre eigenen Dienste global verfügbar machen.

Massive Auswirkungen auf die wirtschaftliche Entwicklung

Elektronische Märkte: jederzeit und überall

Die transformierende Wirkung der IKT auf die Märkte wurde schon früh erkannt und diskutiert. Die ökonomische Leistung der Märkte ist die der Preisfindung und der Leistungskoordination. Die IKT macht nun globale, ortslose Marktplätze möglich, die permanent offen stehen und Käufern wie auch Verkäufern eine neue Dimension der Informationsversorgung ermöglichen.

Erste elektronische Märkte entstanden schon in den 1980er Jahren in Gestalt von elektronischen Börsen, namentlich für Finanzgüter und Logistikleistungen.⁴⁷ Die Vergrößerung der Reichweite wird bei Effektenbörsen sichtbar: Waren die Börsen früher nur für die Händler der Ringbanken zugänglich, können heute Endkunden ihre Transaktionen auf fast allen Börsen der Welt direkt tätigen.

Inzwischen sind im Internet zahllose elektronische Marktplätze vorhanden, bis hin zu elektronischen Flohmärkten wie *eBay*. Aber nicht nur Börsen, sondern alle Formen von offenen Verkaufsplattformen tragen zum globalen elektronischen Basar bei, den das Internet heute realisiert. Und dieser Basar kommt zum Kunden – das globale Angebot ist am Bildschirm abrufbar – zunehmend auch „wireless“ und damit an jedem Ort, der über Mobilfunk erreichbar ist.

47 Siehe Schmid 2000.

Die Art, wie das globale Güter- und Dienstleistungsangebot zum Kunden gelangt, hat sich also radikal verändert. Die Verlagerung der herkömmlichen Distributionswege ins Internet ist in vollem Gange – und erst in den Anfängen. Wie die Welt nach dem erfolgten Umbau der Handelsströme aussehen wird, lässt sich erst erahnen.

Völlig neue Wertschöpfungssysteme

Welche grundlegenden Veränderungen bringt denn die Entwicklung der IKT für ein Unternehmen? Während in den vergangenen Jahrzehnten viele Arbeitsprozesse im Betrieb zu Software wurden, so werden nun ganze Teile seiner Organisationslogik (Aufbau- und Ablauforganisation) zu überbetrieblicher Software. Fazit: Die Produktionsprozesse verlagern sich zunehmend ins Internet.

Der Handel in den Finanzmärkten beispielsweise nutzt die global verfügbaren Informationsinfrastrukturen und Handelsplattformen (elektronische Börsen, etc.). Die Organisation der Finanzmärkte sieht heute völlig anders aus als noch vor einem Vierteljahrhundert. Und der Transformationsprozess ist noch längst nicht abgeschlossen.

In der Flugzeugindustrie, einem anderen „early mover“ im Bereich der Interorganisationssysteme, ist das Internet zum zentralen Vertriebsmedium geworden. Die damit erzielbaren Kostenreduktionen haben zu einer Neustrukturierung dieser Industrie geführt, die ebenfalls nicht abgeschlossen ist. Analoges gilt für die Tourismusindustrie.

Auch im Handel hat die Transformation ein spürbares Ausmass angenommen. Der Absatz von Konsumgütern traditioneller Anbieter über das Internet liegt mitunter bereits im Prozent-Bereich und wächst mit zweistelligen Prozentzahlen.⁴⁸ Daneben haben sich eigentliche Internetfirmen

48 Siehe Rudolph 2007.

etabliert, die anstelle physischer Verkaufsstellen nur noch Software benutzen.

Nicht nur Betriebe, sondern ganze Branchen werden einer radikalen Transformation unterworfen. Wie Industrien sich in Software verwandeln, lässt sich am Beispiel der Musikindustrie studieren, wo dieser Prozess unablässig fortschreitet, oder bei der Post: Die Briefpost ist eine Industrie, die sich erst in der Neuzeit etabliert hat und dabei weltweit Abertausende von Gebäuden errichtet und ungezählte Mitarbeiter angestellt hat. Es gibt sie zwar immer noch, aber mit längerfristig abnehmendem Volumen: E-Mail, der elektronische Klon, nimmt ihr Briefe und deren Beförderung weg. Kern der Transformation von Briefpost in Software ist das E-Mail-Protokoll SMTP (Simple Message Transfer Protokoll). Die imposanten Gebäude und vielen Postbeamten der Briefpost werden zusehends ersetzt durch IKT-Infrastruktur und Software. Wobei die Software erst noch austauschbar ist: Sie muss nur das E-Mail-Protokoll realisieren. Ob sie von *Microsoft* stammt oder gratis aus dem Internet, spielt praktisch keine Rolle.

Die Digitalisierung der Briefpost ist paradigmatisch für die Automatisierbarkeit von Institutionen und Organisationen. Ein weiteres Beispiel liefert die Medienindustrie mit ihren so genannten „MPEG-Standards“ für audiovisuelle Information. Diese Standards regeln nicht nur die Formate der Ton- und Bilddateien, sondern auch die Verarbeitung von entsprechenden Zusatzinformationen (Metadaten), etwa für die Beschaffung der Copyrights, Bezahlung, Logistikprobleme, Zölle und Abgaben, etc. Damit wird die Wertschöpfungslogik dieser Industrie zum Bestandteil eines offenen Protokolls und damit zu einer neuen Form von öffentlichen Gütern. Der amerikanische Fachpublizist Don Tapscott sieht darin ein neues „Age of Transparency“: Unternehmen, die ihre Organisationslogik mit Software realisieren, sind transparent – oder, wie er es formuliert, „nackt“ (Tapscott 2003). Die Digitalisierung der Institution Briefpost ist paradigmatisch für diese Entwicklung.

Ein Film lässt sich heute teilweise, morgen vollständig im MPEG-Kontext produzieren, unter Verwendung standardisierter Daten (Bilder, Töne, Filmsequenzen etc.). Diese lassen sich via Internet auf elektronischen Märkten beschaffen. Nachdem der Filmproduzent die Urheberrechte abgeklärt und sich diese unter Verwendung normierter Dienste und Verträge beschafft

hat, bearbeitet er die eingekauften Produkte mit Hilfe von öffentlich zugänglicher Software und integriert sie zum gewünschten Produkt. Mit andern Worten: Das Internet ist sein Produktionsbetrieb – es bietet ihm sämtliche dafür nötigen Materialien und Werkzeuge.

Mehr noch: Das Internet hilft ihm am Schluss auch noch, sein Produkt zu vertreiben. Er kann dieses in der gleichen MPEG-Welt andern verkaufen – entweder Leuten, die es einfach konsumieren wollen, oder andern, die es brauchen, um selbst einen Film zu machen. Die Konsumenten können den Film mit elektronischen Playern, die im Internet meist frei verfügbar sind, überall abspielen – auf dem PC, dem Mobiltelefon, dem Autoradio oder sonst einem Endgerät.

Man muss sich den Übergang von der alten Form der Industrien in ihre neue, internetbasierte Form klar vor Augen halten. Die alte Form besteht aus einem Netzwerk von Betrieben mit eigenen Organisationslogiken, die jeweils für die einzelnen Firmen entwickelt wurden. Dieses System von weitgehend ortsgebundenen Betrieben wird nun im Zuge der neuen Industrialisierung durch Protokolle, Software und das Internet ersetzt. Die regionale Verankerung wird aufgehoben. Bildlich gesprochen, erlebt die Industrie einen Phasenübergang: aus fest wird flüssig.

Bei einem solchen Übergang müssen die Geschäftsmodelle der Unternehmen neu erfunden werden. Wir können diesen Prozess gegenwärtig in der Medienindustrie beobachten, namentlich bei Musik- und Zeitungsverlagen, oder in der Telekommunikation: Die Internet-Telefonie (Voice over IP oder kurz VoIP) zwingt die Telekommunikationsfirmen, neue Geschäftsmodelle zu entwickeln.

Wenn es neue Geschäftsmodelle braucht, müssen auch die Rollen der Teilnehmer am Wertschöpfungsprozess neu definiert werden. Dieser Prozess benötigt Zeit und bringt erhebliche Umwälzungen mit sich. Das treffende Wort zur Beschreibung der wirtschaftlichen Implikationen durch die IKT ist „Revolution“, das lateinische Wort für Umwälzung.

Von der globalen Fabrik zum Internet der Dienste ...

Wir können heute im World Wide Web auf Angebote aus der ganzen Welt zugreifen: Als Konsumenten auf Konsumgüter wie Bücher, Flüge, Hotelzimmer, und als Firmenkunden auf Industriegüter von Anbietern rund um die Welt.

Bisher braucht es für diese Interaktionen immer noch den Menschen am Bildschirm. Nun soll auch der Computer befähigt werden, Dienste und Produkte selbständig zu identifizieren und bei Bedarf einzubinden (d.h. zu bewerten, zu bestellen, zu nutzen, etc.). Diese Entwicklung wird mit dem Begriff „*Web Services*“ umschrieben. Sie wird in letzter Konsequenz zur so genannten „globalen Fabrik“ führen. Und das funktioniert so:

Die Angebote im Internet werden maschinenlesbar. Auf der Basis von „Ontologien“ sollen sie für den Computer mindestens teilweise auch semantisch interpretierbar werden. Die Vision ist, dass der Computer eine ihm übergebene Recherche (im Rahmen der im Web vorhandenen Angebote) ohne menschlichen Eingriff durchführt. Das Ziel ist, sämtliche benötigten Angebote – auch über eine Zeitdauer verteilte –, automatisch zu finden, zu bündeln und rückzumelden.⁴⁹ Konkret: Wer beispielsweise eine Geschäftsreise mit anschliessendem Ferienwochenende buchen will, konsultiert heute eine Fachperson im Reisebüro. Die Vision der *Semantic Web Services* sieht vor, dass ein künstlicher Agent unter Berücksichtigung des Kundenprofils zu einem gleich guten Ergebnis kommt.

Damit wird das World Wide Web zu einem World Wide Service Web und das Internet zum *Internet der Dienste*, einem globalen Leistungsverbund, in dem Computer weltweit zusammenarbeiten, Angebot und Nachfrage dynamisch verbinden und mit den Anforderungsprofilen ihrer Kunden verweben.

In der Folge müssen Organisationsformen radikal verändert werden. Wie der Bau von Elektrizitätsnetzen neue Betriebsstandorte ermöglichte, eröff-

49 Siehe Peer 2006.

net auch das Netz der Web Services neue Gestaltungsräume. *IBM* hat für das Internet der Dienste den Slogan „Business on Demand“ geprägt. Dabei sollen standardisierte Leistungseinheiten (halb)automatisch und kostengünstig verbunden werden können und so ein globales dezentrales „Business Web“ geschaffen werden.⁵⁰

Über das neue Medium kann jedermann an jedem Ort der Erde seine Dienste anbieten. Mit dem Anwachsen der Bandbreite wird diese Telepräsenz immer attraktiver werden. *Amazon* beispielsweise hat begonnen, Arbeitspakete, die früher durch Firmenangestellte bearbeitet wurden, über einen eBay-ähnlichen elektronischen Marktplatz zu versteigern. Eine indische Studentin kann sich so ein Arbeitspaket genauso ersteigern wie eine Sekretärin in San Francisco. Die Globalisierung erhält damit eine neue Gestalt: Aufträge werden zusehends weltweit vergeben und bearbeitet – es entstehen „global factories“, deren Organisationslogik in Form von Software im Internet residiert.

... zum Internet der Dinge

Die IKT verändert also Information und macht daraus vernetzte Informationsobjekte, die man als virtuelle Maschinen ansehen kann. Gleichzeitig begeben sich computerisierte Betriebe ins Netz und werden zu Web Services – Produktionsmaschinen im Internet. Doch damit nicht genug: Nun werden auch Produkte ans Netz angebunden – aus dem Internet wird ein *Internet der Dinge*:

- Der erste Schritt dazu ist das Eindringen des Computers in die Dinge: Haushaltsmaschinen, Autos, Fotoapparate – immer mehr Dinge werden mit Mikroelektronik-Chips ausgerüstet und dadurch „smart“.
- Der zweite Schritt ist ihre Anbindung ans Internet. Es entsteht das, was Fachleute mit „Pervasive Computing“ oder „Ubiquitous Computing“ nen-

50 Siehe Tapscott 1995, 2003.

nen: das *Internet der Dinge*.⁵¹ Dadurch werden Alltagsgegenstände einerseits zu Informationsobjekten, andererseits kann digitale Information aus dem Internet in diese Dinge eindringen, sie anreichern und lenken.

Dieser Prozess schafft neue ökonomische Werte: Produkte erhalten Mehrwert. Aber auch die Informationsbestände des Internets werden aufgewertet. Für Betriebe und Volkswirtschaften gilt es, diese neuen Wertpotentiale zu erschliessen und zu meistern.

Die Effekte, die aus der Anbindung eines Produkts ans Internet resultieren, erleben wir heute beim multifunktionalen Mobiltelefon: Es ist nicht nur Telefon, Agenda, Kamera und Musik-Player, sondern auch ein Informationsterminal und Navigationsgerät. Das Automobil erfährt diese Anbindung ans Netz in den kommenden Jahren.

Gleichzeitig schafft ein vernetztes Produkt aber auch einen neuen Zugang zu seinem Benutzer: Das Handy ist ein Sensor, der seine Aktionen registrieren und die entsprechenden Daten via Internet weiterleiten kann. Damit sind Benutzer solcher Produkte auf eine neue Weise verfolgbar. Viele Erfolge der Terroristenfahndung beruhen auf der Auswertung solcher Datenspuren durch die Polizei. Ähnliches wird künftig mit allen vernetzten Produkten möglich sein. Womit sich die Frage stellt, wer dieses neue Informationsmaterial benutzen darf, wann und wozu. Was darf das Unternehmen mit dieser neuen Informationsressource tun, was der Staat?

Radikale Änderungen in der Medienlandschaft

Technologien zur Fixierung und zum Transport von Information werden als *Medien* bezeichnet. Sie werden durch die Digitalisierung zu globalen, die Information augenblicklich vermittelnden Infrastrukturen. Doch damit nicht

51 Siehe Fleisch und Mattern 2005.

genug: Sie können diese Information auch analysieren und verändern. Und haben damit Fähigkeiten, die bisher dem Menschen vorbehalten waren.⁵²

Wie schon in der Vergangenheit verändern neue Medien die Gesellschaft tiefgreifend. Deshalb darf der Computer nicht nur als Maschine und Produktionsmittel betrachtet werden – man muss ihn auch als ein neues, universelles Medium ansehen. Um die Wirkungen auf die Gesellschaft bewusst zu machen, ist ein Blick auf vergangene Medienwandel nützlich.

Bis zur Erfindung der *Schrift* war der Mensch der einzige Wissensträger. Der Wissenstransfer erfolgte mittels Sprache, Mimik, Gestik, mit Zeigen und Vormachen. Mit der Erfindung der Schrift wurde es dann möglich, Wissen in einem dauerhaften Informationsträger zu codieren und unverändert über grosse Zeiträume zu transportieren. Die Konzepte des geschriebenen Gesetzes, der Buchhaltungen und Bestandesstatistiken wurden möglich. Dies war Grundlage für die Bildung von Stadtstaaten und der antiken Reiche.

Der *Buchdruck* erschloss weitere Wissenspotentiale der medialen Fixierung und Verbreitung, da er einen wesentlich rascheren und billigeren Austausch von Wissen erlaubte. Das neuzeitliche Schulsystem ist Folge dieser neuen Art der Verbreitung von Information. Die Entwicklung der neuzeitlichen Wissenschaft und Wirtschaft wäre ohne diese Innovation nicht möglich gewesen.

Die Industrialisierung hat neue Mediensysteme und die modernen Medienindustrien hervorgebracht. Die Erfindung des *Telegrafen* und des *Telefons* ermöglichten den lichtschnellen Nachrichtentransport über grosse Entfernungen und revolutionierten viele Bereiche des Handels.

Der *Rundfunk* mit Radio und Fernsehen brachte den Massen sofortige („live“) und gleichzeitige Information über das Geschehen in der ganzen Welt, über ihre Symbole (z.B. Marken) und Lebensstile ins Haus. Wirtschaft und Gesellschaft veränderten sich erneut mit hoher Geschwindigkeit.

52 Siehe Stefik 1988, 1996.

Dies zeigt: Innovationen im Bereich der Informationsträger sind eng mit der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung verknüpft. Sie bewegen und formen Wissensgemeinschaften, schaffen *gemeinsame symbolische Welten*. Die modernen Massenmedien sind wesentlich an der gesellschaftlichen Bedeutungsproduktion beteiligt: Im Verbund mit ihnen konstruiert die Gesellschaft ihre Wirklichkeiten – in der Politik, in der Wirtschaft, im Sport, im Konsumbereich.

Während die modernen Massenmedien asymmetrisch sind, indem sie, von wenigen kontrolliert, viele erreichen und beeinflussen (Broadcasting), ist das Medium Internet grundsätzlich symmetrisch. Es bietet dem Sender und dem Empfänger im Prinzip den gleichen Raum zur Artikulation und gleicht diesbezüglich eher Medien wie Brief und Telefon. Fachleute bezeichnen dieses „Empowerment“ der Endbenutzer und seine Erscheinungsformen als Web 2.0.

Der neue Medienwandel ist für die Entwicklung der gesellschaftlichen Bedeutungskonstruktion von grosser Relevanz. Sie hat auch aus wirtschaftlicher Sicht grosses Gewicht, sind doch inzwischen intangible symbolische Güter, namentlich Marken, aber auch kognitive Elemente wie Vertrauen, wertmässig ebenso bedeutend geworden wie klassische materielle Assets.

Heute ist der Bildschirm das Zugangsmedium zum Internet. Wenn nun die Dinge „smart“ und vernetzt werden, erhalten auch sie medialen Charakter. Die neuen Mobiltelefone und so genannten Personal Digital Agents (PDA) sind nicht nur Zugangsmedien zum Internet, sie sind auch Agenten in Community-Medien. Diesen tiefgreifenden Medienwandel gilt es zu bewältigen.

Die neue Industrialisierung ist bereits im Gang

Es braucht neue Governance-Strukturen

Die IKT ermöglicht die Industrialisierung von informationsverarbeitenden Leistungen. So wünschenswert das auch sein mag – es ist nicht problem-

los, denn Industrialisierungen stellen immer grosse Herausforderungen an Individuen, Körperschaften und Staaten.

Ein Blick auf die *historische Industrialisierung* seit dem 18. Jahrhundert zeigt, wie weitreichend sich der Strukturwandel auswirkte:

- Er veränderte die Wettbewerbsfähigkeit, den Wohlstand und die Macht von Nationen.
- Er verwandelte die Agrar- in eine Arbeiter- und Angestelltengesellschaft, bewirkte neue Sozialgesetzgebungen, usw.
- Es galt, demokratische Institutionen aufzubauen, als Korrelat zu marktwirtschaftlichen Strukturen.
- Verstädterung und Landflucht waren zu bewältigen.
- Der Strukturwandel verlangte neue Infrastrukturen für Verkehr, Elektrifizierung, Telekommunikation, u.a.m.

Betrachtet man die *neue Industrialisierung* der IKT, sind vergleichbare Herausforderungen und Entwicklungen abzusehen. Die folgenden Beispiele zeigen, wo sich neben der Wirtschaft auch der Staat erfolgreich positionieren muss, um seine Interessen im wirtschaftlichen Wettlauf zu verteidigen. Neben der Suche nach einer geeigneten Entwicklung bestehender Institutionen geht es vor allem darum, sich in den neuen Governance-Strukturen gut zu positionieren:

- Das *Bildungssystem* ist, wie in der historischen Industrialisierung, auch heute eine zentrale Grösse. Auch hier sehen wir Staaten, die sich mit einer klaren Strategie und gezielten Anstrengungen erfolgreich in der digitalen Ökonomie positionieren. Dies zeigt z.B. Korea, das im IKT-Bereich in den 70er Jahren nichts besass. Trotzdem hat das Land in rund 20 Jahren den Anschluss an die Weltspitze geschafft. Heute liegt Korea nicht nur ganz vorn, es weist im IKT-Bereich auch einen positiven Handelsbilanzsaldo auf.
- Die IKT verlangt neue Governance-Strukturen. In den neuen institutionellen Regelungen sind die eigenen Interessen gegenüber anderen Staaten nachhaltig zu positionieren. Da IKT-Protokolle oft als staatliche

Instanzen wirken, sind die Auswirkungen auch auf die Interessen der eigenen Bürger und auf die Wirtschaft zu klären. Dies zeigt z.B. die Diskussion zu Zöllen für über das Netz verkaufte Waren. Auch die Frage, ob digitale Produkte Güter (im Sinne der GATT-Regelungen) oder Dienstleistungen (Gegenstand der GATTs-Runde) sind, ist noch nicht klar beantwortet. Oder: In Standards wie den Protokollen für Ton- und Video der MPEG-Familie werden rechtliche Regelungen eingebaut. Sie müssen, wie die Regelungen für Open Source Software oder Creative Commons, mit den nationalen Rechtssystemen harmonisieren.

- Die Ziele der *Wirtschaftspolitik* in der digitalen Ökonomie sind klar zu formulieren, speziell in Verbindung mit den neuen Governance-Strukturen.

Ein Wandel mit Folgen

Nicht zu unterschätzen ist die Tatsache, dass die neue Form der vernetzten Produkte im Internet der Dinge die Transformation der Regelungen vieler herkömmlicher Institutionen in Internet-Protokolle erzwingt. Solche Protokolle können ohne unser Zutun direkt auf Dinge in unserer Umgebung einwirken. Diese Problematik zeigt sich am Szenario eines künftigen IKT-gelenkten Strassenverkehrs:

Wir betrachten eine Welt, in der Autos zunehmend mit Computern ausgestattet und vernetzt werden, in der aber auch Verkehrssignale (Ampeln, Strassenschilder, Barrieren, etc.) mit Mikroelektronik-Chips ausgerüstet werden können, mit denen sie ihre Bedeutung drahtlos mitteilen. Das Verkehrsgesetz regelt, unterstützt durch die Verkehrssignale, die Bewegungen der Fahrzeuge. Wenn die Verkehrsregeln computerlesbar gemacht werden, kann der Bordrechner des Autos die Fahrweise anhand dieser Regeln überprüfen, die Verkehrszeichen lesen und den Fahrer informieren: „Du fährst zu schnell – hier gilt Tempo 50!“ Oder der Autopilot des Fahrzeuges kann automatisch die Einhaltung der Verkehrszeichen erzwingen: Das Auto fährt nicht schneller als erlaubt, beachtet die Verkehrszeichen, parkiert nicht im Parkverbot, usw.

Wie werden diese neuen Möglichkeiten in Zukunft vom politischen System genutzt? Es ist zu erwarten, dass auf Grund von Vorkommnissen mit hoher emotionaler Aufladung (Verkehrsgefährdung durch Raser, Autodiebstähle, Terrorfahndungen, etc.) der Ruf laut wird, den Strassenverkehr so zu lenken, dass solche Vorfälle technisch verhindert werden. Man könnte von den Herstellern verlangen, die Autos so zu programmieren, dass sie die Einhaltung gewisser Verkehrsgesetze garantieren. Das eröffnet weitere Wirkungsmöglichkeiten für die Politik. So könnten die Behörden etwa bei zu hohen Feinstaubkonzentrationen „per Knopfdruck“ die zulässige Höchstgeschwindigkeit aller Verkehrsteilnehmer herabsetzen, womit sich die Verkehrsströme augenblicklich langsamer bewegen würden. Das Auto würde damit Teil einer übergeordneten Verkehrsmaschine, die gelenkt wird durch ein zum elektronischen Protokoll gewordenes Strassenverkehrsgesetz.

Das Protokoll repräsentiert aber eine Institution, die nicht alleinige Domäne des betreffenden Staates ist, sondern häufig auch internationaler Kontrolle unterliegt, da die IKT international ausgerichtet ist und zudem von internationalen Firmen entwickelt wird. Die damit verbundenen Probleme verlangen eine rechtzeitige Meinungsbildung im Staat sowie dessen Mitarbeit in internationalen Organisationen. Nur so lassen sich Bedingungen schaffen, um die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung in die gewünschten Bahnen zu lenken.

Es gibt einige Protokolle, die bereits heute als Institutionen im genannten Sinne wirken und mit welchen wir inzwischen Erfahrung haben. Beispiele dafür sind das Internet-Protokoll TCP/IP, das E-Mail-Protokoll oder die oben genannte MPEG-Protokoll-Familie. Die nun in Entstehung begriffenen Protokolle für Web Services, die Grundlage für die künftige globale Fabrik und das Geschäft im globalen elektronischen Markt, sind weitere Beispiele.

Wenn solche Protokolle institutionelle Aspekte haben, wirft das eine Reihe von Fragen auf, etwa:

- Wer ist die Legislative, welche diese Gesetze erlässt?
- Wer ist für ihre Anwendung und richtige Umsetzung verantwortlich?
- Wer kontrolliert und sanktioniert, d.h. wer hat die Rolle der Judikative?

Dass wir den Lösungsansatz noch nicht gefunden haben, hat die kürzlich stattgefundene Diskussion zum Internet-Protokoll TCP/IP am *UNESCO-Weltinformationsgipfel 2005* in Tunis gezeigt. Das Internet-Protokoll ist zwar grundsätzlich offen und egalitär, es sieht keine zentrale Instanz vor, sondern gleichberechtigte Client-Server-Netzwerke. Anders ist es bei den Domain-Namen (jenem Teil der E-Mail-Adresse, der rechts vom @-Zeichen steht): Diese werden zentral vergeben, und zwar von der amerikanischen Firma *ICANN*. Zwar delegiert sie Teile ihrer Arbeit an regionale Institutionen (in der Schweiz zum Beispiel an die *SWITCH*), hat aber dennoch die Möglichkeit, den Internetverkehr zu kontrollieren. Durch diese spezielle Form der Institutionalisierung wurde eine sehr asymmetrische Machtverteilung zugunsten der USA installiert. Deren Beseitigung wird heute von zahlreichen Nationen verlangt, von den USA aber bisher verweigert.

Der Übergang von der alten Form der Wertschöpfungssysteme in ihre neue, internet- und protokollbasierte Form sprengt also nicht nur den betrieblichen Rahmen, sondern auch den nationalen Rahmen. Gefragt ist somit die Mitarbeit und klare Positionierung nicht nur der Firmen und Industrien, sondern auch der Staaten.

Gefragt: eine Wirtschaftspolitik für die digitale Ökonomie

Gegenwärtig wird eine Fülle neuer IKT-Produkte entwickelt. Diese Produktkategorie wird volkswirtschaftlich künftig noch bedeutsamer werden. Damit stellt sich die Frage, in welchen Bereichen die Schweiz künftig wertschöpfend tätig sein will – und kann. Unsere wirtschaftliche Situation wird schwierig werden, wenn sie eines Tages im IKT-Bereich einen negativen Handelsbilanzsaldo aufweisen sollte.

Doch wichtiger und vielleicht noch dringender ist die Positionierung der Schweiz in der sich herausbildenden „global factory“, welche die Arbeit im globalen Massstab neu verteilt. Allerdings sind davon nicht alle Arbeitsmärkte betroffen: Der Friseur in Malaysia mag zwar billiger sein, trotzdem wird diese Dienstleistung bei uns weiterhin von lokalen Fachleuten ausge-

führt werden. Andere Märkte aber werden echt global, und es wird den beteiligten Industrien ähnlich ergehen wie seinerzeit der Textilindustrie: Ein Teil ihrer Arbeit wird wegfließen. Dann stellt sich die Frage, in welchen Bereichen wir die Ausfälle kompensieren können und wollen.

Dabei gilt es zu beachten, dass die wegen der IKT ausgelagerte Wertschöpfung nicht das alleinige Erfolgskriterium darstellt – und das ist auch eine Chance für die Schweiz:

- *Symbolische Güter* wie Marken sind ein Segment mit hohem Wertschöpfungspotential. Unsere Uhrenindustrie demonstriert dies eindrücklich. Die Marke Schweiz hat insgesamt ein grosses Potential. Ohne klare Markenpolitik, insbesondere Positionierung und Pflege des Namens der Schweiz, können diese für Hochlohnländer wichtiger werdenden Assets jedoch längerfristig Schaden erleiden, oder neue Potentiale lassen sich nur schwer erschliessen.
- Ein wichtiges intangibles Gut ist *Vertrauen*. Die schweizerischen Finanzdienstleister verstehen es, damit massiv zur Wertschöpfung beizutragen. Das Bankgeschäft ist ein Geschäft, bei dem die eigentliche Herstellung der Dienstleistung, bzw. der damit verbundenen Prozesse, durch die IKT weitgehend zu Software wird und deshalb irgendwo produziert werden kann. Der „weiche“ Faktor des Vertrauens bleibt davon jedoch unberührt. Solche Faktoren sind nicht nur mit Individuen und einzelnen Unternehmen verbunden, sondern auch mit dem Standort, dessen Kultur und Willensbildung.

Wie schon bei der Industrialisierung im 19. Jahrhundert empfiehlt sich auch heute die Entwicklung einer konzisen Wirtschaftspolitik für die IKT-basierte Wirtschaft und ihr Umfeld. In der Vergangenheit hat sich die Schweiz erfolgreich positionieren könnten. Wenn wir es richtig anpacken, stehen unsere Erfolgchancen trotz der grossen Herausforderung auch dieses Mal nicht schlecht.

7. Die Verselbständigung des Computers – datenschutzrechtliche Aspekte

Bruno Baeriswyl

Technologische Entwicklungen als Herausforderung für den Datenschutz sind kein neues Phänomen. Vielmehr hat gerade die Technologie den Anlass gegeben, das Grundrecht auf Privatsphäre in einer spezifischen Gesetzgebung zu konkretisieren.⁵³ So war in den 1960er Jahren die Verbreitung der Grosscomputer Anstoss, sich Gedanken zur Bedrohung der Privatsphäre durch den Computer zu machen. Erste Datenschutzgesetze entstanden in Europa in den 1970er Jahren, und zahlreiche weitere folgten in den nachfolgenden Jahrzehnten, so auch in der Schweiz.⁵⁴

Seither haben sich die Computertechnologie und Informatik rasant weiterentwickelt und verändert. Anstelle von Grosscomputern mit zentralisierter Datenverarbeitung sind zusehends (global via Internet) vernetzte Personal Computer getreten, die ihre Aufgaben dezentral abwickeln.⁵⁵ Mit dem so genannten „Ubiquitous Computing“ und der „Verselbständigung“ des Computers stehen wir an der Schwelle neuer Entwicklungen.

Die Gesetzgebung, welche die Rahmenbedingungen für den Schutz der Privatsphäre beim Einsatz neuer Technologien schaffen sollte, konnte mit dieser rasanten Entwicklung nicht Schritt halten und nur in ihrer eigenen Geschwindigkeit reagieren. Seit einigen Jahren wird deshalb im Datenschutz eine „mehrdimensionale“ Betrachtungsweise gefordert. Sie verlangt,

53 Siehe dazu: Baeriswyl 2002: 51.

54 Baeriswyl 2002: 54 ff.

55 Zehnder 2002: 27 ff.

dass neben der Gesetzgebung auch Elemente wie die datenschutzfreundliche Technikgestaltung zur Sicherstellung der Privatheit in der Informations- und Kommunikationsgesellschaft beitragen.⁵⁶

Die aktuell wahrgenommene Schwäche des Datenschutzrechts wird indes- sen vorschnell als konzeptionelle Schwäche des Schutzes der Privatsphäre in unserer Gesellschaft interpretiert. Vor allem die Entwickler und Hersteller neuer Technologien schieben den Datenschutz gerne auf die Seite („You have zero privacy anyway, get over it“⁵⁷) und verlangen von vornherein, dass das Konzept der Privatheit zu überdenken sei.

Dabei wird von vielen verkannt, dass das dem Datenschutz zu Grunde liegende Konzept, nämlich der Schutz der Privatsphäre und das Prinzip der informationellen Selbstbestimmung, als Bestandteil der Autonomie⁵⁸ eine wichtige Grundlage unserer liberalen Gesellschaftsordnung ist. Wer dieses Konzept aufgibt, stellt auch wesentliche Aspekte der autonomen Lebensgestaltung der Individuen in unserer Gesellschaft in Frage.

Obwohl dieses liberale Grundverständnis der europäischen wie der amerikanischen Gesellschaft zu Grunde liegt, hat die unterschiedliche Ausgestaltung des Rechts auf Privatheit („The right to privacy“) in den beiden Rechtskreisen für das technologische Umfeld grosse Auswirkungen. Während in Europa der Datenschutz eine grundrechtliche Regelung⁵⁹ und in den Datenschutzgesetzen eine Konkretisierung erfahren hat, setzt das amerikanische System mehrheitlich auf Selbstregulierung: Im privatrechtlichen Bereich ist das Recht auf Privatheit den marktwirtschaftlichen Interessen untergeordnet, und im staatlichen Bereich verliert es an Gewicht, wenn Sicherheitsbedürfnisse artikuliert werden: Sicherheit kommt vor Freiheit.

56 Baeriswyl 2002: 58f.

57 Scott McNealy, CEO *Sun Microsystems*, zitiert nach: Unabhängiges Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein, 22. Tätigkeitsbericht 2000, Ziff. 8.4.

58 Hierzu: Rössler 2001.

59 In der Schweiz Art. 10 Abs. 2 und 13 Abs. 2 Bundesverfassung.

Da die technologischen Entwicklungen ihren Ursprung überwiegend in den USA haben, hat dieses amerikanische Grundverständnis schwer wiegende Folgen: Das Verständnis der Entwickler für ein liberales, grundrechtlich abgestütztes Datenschutzsystem ist gering. Und es gibt auch keine Leitplanken für den Datenschutz, denen die Technologie und ihre Anwendungen zu genügen hätten.

Den Herausforderungen, die sich aus der „Verselbständigung“ des Computers ergeben, ist aus einer grundrechtlichen Betrachtungsweise des Datenschutzes nicht mit einer konzeptionellen Anpassung des Datenschutzes zu begegnen. Das Grundrecht auf Datenschutz hat seinen angemessenen Platz einzufordern, und der Einsatz der Technologie hat sich entsprechend nach den datenschutzrechtlichen Prinzipien zu richten.

Etwas überspitzt gesagt, wird die Verselbständigung des Computers in der liberalen Gesellschaft nie zur Abschaffung der Privatsphäre führen, da damit ein Wesensmerkmal dieser Gesellschaft betroffen ist. Dass die Einführung neuer Technologien mit Spannungsfeldern verbunden ist, ist nichts Ungewöhnliches. Aber warum soll mit jedem schnelleren Motor die Geschwindigkeitsbegrenzung erhöht werden? Oder um es noch deutlicher zu sagen: Obschon eines der zehn Gebote vorschreibt „Du sollst nicht töten“, sind Tötungsinstrumente immer raffinierter und allgegenwärtiger geworden. Trotzdem käme es niemanden in den Sinn, deshalb dieses Gebot aufzuheben. Warum sollte es beim Grundrecht auf Privatheit – einem Fundament der liberalen Gesellschaft – anders sein?

Die gesellschaftliche Diskussion ist zur Zeit geprägt von einer unheiligen Allianz von Kräften, die unter dem Anliegen der Sicherheit den Verzicht auf Privatsphäre fordern, und von Personen, die behaupten, die technologischen Entwicklung führe zwangsläufig zur Aufgabe der Privatsphäre! Interessanterweise haben Visionen von totalitären Staaten immer diese beiden Elemente als Grundlage.

Doch hier soll den Apologeten des Untergangs der Privatsphäre, die gerade beim Thema der Verselbständigung des Computers Aufwind verspüren, nicht gefolgt werden. Auch eine radikale Änderung des Konzepts der Privatheit steht nicht zur Diskussion, denn damit würde die autonome

Lebensgestaltung in der liberalen Gesellschaft grundlegend in Frage gestellt. Entscheidend ist vielmehr, wie sich der Datenschutz für die Informations- und Kommunikationsgesellschaft tauglich machen lässt.

Die Verselbständigung des Computers ist eine ernst zu nehmende Herausforderung. Der Prozess zu einer wirkungsorientierten Ausrichtung des Datenschutzes hat schon vor einigen Jahren eingesetzt. Jetzt geht es darum, ihn konsequent weiter zu verfolgen und vor allem auch umzusetzen. Hier ist der Gesetzgeber gefordert, der bisher in diesem Bereich Partikularinteressen den Vorrang gegeben hat.⁶⁰

Privatheit und das Recht auf informationelle Selbstbestimmung

Die Ausgestaltung des Datenschutzes in unserer Rechtsordnung zeigt, dass weit mehr auf dem Spiel steht als bloss eine individuelle Angelegenheit des Einzelnen. Tatsächlich verwirklicht der Datenschutz ein Grundrecht der liberalen Rechtsordnung, das in den Prinzipien der Datenschutzgesetze seine Fortsetzung findet.

Die Rahmenbedingungen für den Schutz der Privatheit ergeben sich bereits aus den europarechtlichen Vorgaben: Die Europäische Konvention zum Schutz der Menschenrechte und Grundfreiheiten vom 4. November 1950 (EMRK) enthält in Art. 8 unmittelbar für die Schweiz anwendbare Bestimmungen zum Schutz der Privatsphäre.

Die Europaratskonvention 108 von 1981 trat für die Schweiz am 1. Februar 1998 in Kraft. Sie regelt den Schutz des Menschen bei der automatischen Verarbeitung personenbezogener Daten und stellt hierfür Richtlinien auf, die ins nationale Recht zu übernehmen sind.

60 Vgl. hierzu: Rudin 2004: 415ff.

Die Bundesverfassung beinhaltet in Art. 10 Abs. 2 und Art. 13 das Grundrecht auf Datenschutz als Teil der persönlichen Freiheit und als Schutz vor Missbrauch persönlicher Daten. Damit sind als Kernelemente einerseits die Privatsphäre (das Schutzobjekt) und andererseits die informationelle Selbstbestimmung (der Schutzmechanismus) als grundlegende Aspekte des Datenschutzes auf Verfassungsstufe festgeschrieben.

Die Datenschutzgesetze bringen eine Konkretisierung der verfassungsmässigen Bestimmungen, indem sie Rahmenbedingungen für die Datenbearbeitungen festlegen.

Bei der Anwendung neuer technologischer Entwicklungen dürfen die Kernelemente – Schutzobjekt und Schutzmechanismus – nicht in Frage gestellt werden. Vielmehr stellt sich die Herausforderung, wie eine mit Risiken für die Privatheit verbundene Technologie in der Praxis grundrechtskonform ausgestaltet werden kann. Entsprechende Ansätze sind unter dem Begriff der „Privacy Enhancing Technologies“ (PET) bekannt.

Die folgenden datenschutzrechtlichen Prinzipien sind deshalb beim Einsatz neuer Technologien näher zu betrachten:

a. Rechtmässigkeit

Die Grundlage jeglicher Datenbearbeitung ist die Rechtmässigkeit. Im privatrechtlichen Bereich sind Datenbearbeitungen rechtmässig, wenn sie die Persönlichkeit der betroffenen Person nicht widerrechtlich verletzen. Soweit keine gesetzliche Verpflichtung für eine Datenbearbeitung vorliegt, ist eine Datenbearbeitung möglich, wenn eine Einwilligung der betroffenen Person vorliegt oder wenn die Datenbearbeitung durch ein überwiegendes öffentliches oder privates Interesse gerechtfertigt ist (Rechtfertigungsgrund).

Die Einwilligung setzt die Transparenz über die bezweckte Datenbearbeitung voraus und muss freiwillig und widerrufbar sein. Das Datenschutzgesetz (DSG) verlangt insbesondere für das Bearbeiten von besonders

schützenswerten Personendaten (z.B. Daten über die Gesundheit) und Persönlichkeitsprofilen (eine Zusammenstellung wesentlicher Aspekte der Persönlichkeit) eine ausdrückliche Einwilligung.

b. Transparenz

Der allgemeine Grundsatz von Treu und Glauben bedeutet bei Datenbearbeitungen, dass diese erkennbar und transparent erfolgen müssen. Eine verdeckte Erhebung von Daten (z.B. durch Überwachung oder Auswertung elektronischer Kommunikation) ist verpönt. Beim Beschaffen von besonders schützenswerten Personendaten muss der Datenbearbeiter die betroffenen Personen informieren. Diese Informationspflicht kann allerdings entfallen, wenn die Benachrichtigung nur mit unverhältnismässigem Aufwand möglich wäre.

c. Verhältnismässigkeit

Der Grundsatz der Verhältnismässigkeit verlangt, dass Daten nur soweit bearbeitet werden, wie es für die Aufgabenerfüllung erforderlich ist. Das Erheben und Bearbeiten von Daten auf Vorrat ist ausgeschlossen, und die Verwendung der Daten ist bloss für die vorgesehenen Aufgaben erlaubt. Insbesondere im technischen Bereich gelten die davon abgeleiteten Prinzipien der Datenvermeidung und der Datensparsamkeit,⁶¹ so dass Daten für spätere Anwendungen, die nicht ursprünglich vorgesehen waren, gar nicht zur Verfügung stehen.

61 Dies bedeutet beispielsweise, dass personenbezogene Verbindungsdaten („Datenspuren“), die bei der elektronischen Kommunikation anfallen und nur während der aktuellen Verbindung notwendig sind, gar nicht erst zu speichern sind.

d. Zweckbindung

Das Prinzip der Zweckbindung besagt, dass Daten nur zu einem vorher bestimmten Zweck bearbeitet werden dürfen. Jede andere Verwendung braucht einen Rechtfertigungsgrund. Somit ist die Mehrfachverwendung von Daten, die technisch ja einfach möglich wäre, rechtlich eingeschränkt. Es geht hier vor allem um die Abgrenzung von Sachbereichen (Gesundheitswesen, Marketing, Versicherung etc.), damit personenbezogene Daten zwischen diesen nicht vorbehaltlos ausgetauscht werden. Ein konkretes Beispiel: Informationen, die so genannte RFID-Chips (Funketiketten) über eine Ware speichern, dürfen für die Analyse des Kaufverhaltens eines bestimmbareren Kunden nicht verwendet werden. Damit wird das so genannte Data Mining ohne ausdrückliche Einwilligung der betroffenen Person ausgeschlossen.

e. Integrität

Der Grundsatz der Integrität verlangt, dass die bearbeiteten Daten richtig und – soweit es der Zweck verlangt – auch vollständig sind. Insbesondere in der elektronischen Datenbearbeitung ist die Richtigkeit von Daten und entsprechenden Verarbeitungsprozessen durch geeignete Massnahmen sicherzustellen (z.B. bei elektronischen Patientendossiers). Wenn also im Gesundheitswesen selbständig agierende Computersysteme zur Anwendung kommen, wird die Einhaltung dieses Grundsatzes zu einer grossen Herausforderung.

f. Sicherheit

Personendaten müssen durch angemessene technische und organisatorische Massnahmen gegen unbefugtes Bearbeiten geschützt werden. Diese Massnahmen sollen die Vertraulichkeit, Verfügbarkeit, Integrität und Authentizität der Daten sichern. Sie müssen verhältnismässig sein und dem Stand der Technik entsprechen. Gemeint sind damit unter anderem Ver-

schlüsselungsverfahren zum Schutz der Daten bei der Übermittlung oder Speicherung. Zur Leitlinie in diesem Bereich werden zusehends die internationalen Sicherheitsstandards.⁶²

Verselbständigung: die kritischen Punkte

Die Verselbständigung des Computers bringt in puncto Schutz der Privatheit im Wesentlichen zwei kritische Elemente neu ins Spiel:

- Die Allgegenwärtigkeit des Computers („ubiquitous computing“) führt zu einer Autonomisierung der Computerfunktionen. Damit stellt sich aus (datenschutz)rechtlicher Sicht die Frage, wer in diesem Fall für die Datenbearbeitung überhaupt verantwortlich ist.
- Das so genannte „Data Mining“ (Auswerten von Datensammlungen auf Grund von Verhaltensmustern) führt zu einer Autonomisierung von Entscheidungen. Aus (datenschutz)rechtlicher Sicht stellt sich hier die Frage, wem diese Entscheidungen anzurechnen sind.

Erst die Entscheidung über die Zurechnung dieser beiden Prozesse führt zur Frage der Datenschutzrelevanz selbständiger Computersysteme.

Der Datenschutz basiert auf einem Verantwortlichkeitssystem, bei dem ein spezifizierter Dritter Daten über eine andere Person bearbeitet. Auszuschliessen ist somit der Fall, wo mein eigener selbständiger Computer Daten über mich bearbeitet.

Mit anderen Worten: Gehört der selbständige Computer mir oder trage ich die Verantwortung für seine Datenbearbeitungen und Entscheidungen, liegt per definitionem kein Eingriff in das Grundrecht vor. Der computergestützte Wertpapierhandel funktioniert in der Regel auf diese Weise.

62 ISO/IEC 17799; ISO/IEC 27001; BSI 100-1, BSI 100-2, BSI 100-3.

Zu relevanten Eingriffen in die Privatheit kann es erst kommen, wenn der selbständige Computer Datenbearbeitungen und Entscheidungen vornimmt, die im rechtlichen Sinne einem Dritten zuzurechnen sind. Hierzu sind die meisten heute diskutierten selbständigen Systeme im Gesundheits- und Pflegebereich zu rechnen.

Soweit es sich um personenbezogene Daten handelt, müssen die datenschutzrechtlichen Prinzipien gewährleistet sein. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass jedes Bearbeiten von personenbezogenen Daten einen Grundrechtseingriff bedeutet. Dabei sind Personendaten Daten, die sich auf eine bestimmte oder bestimmbare Person beziehen. Alle anderen Daten sind für den Datenschutz irrelevant.

Bei der Verselbständigung des Computers sind deshalb insbesondere folgende Szenarien kritisch:

- (Personen)daten werden spontan weitergegeben;
- (Personen)daten werden spontan abgerufen;
- (Personen)daten werden aus dem ursprünglichen Kontext in eine neue Umgebung gebracht;
- (Personen)daten werden kombiniert und führen zu neuen personenbezogenen Informationen.

Dieser Austausch von Daten kann bei „lernfähigen“ Systemen auch zu einem ungewollten Lernen führen. Damit stellt sich bei einer widerrechtlichen Datenbearbeitung durch solche Systeme die Frage der Haftung.⁶³

Aus datenschutzrechtlicher Sicht ist beim Einsatz einer Technologie, für die ein Dritter als Datenbearbeiter verantwortlich ist, entscheidend, welche Einwilligung die betroffene Person gegeben hat. Und wie weit Transparenz über die möglichen Auswirkungen dieser Einwilligung bestand.

63 Siehe dazu den Beitrag von David Rosenthal, „Autonome Informatiksysteme: Wie steht es mit der Haftung?“ in diesem Band (Kapitel 8).

Es geht also um die Fragen, wie die Aufklärung über den Einsatzzweck dieser Technologien erfolgt ist und ob über Nebeneffekte der Technologie (unbeabsichtigte Kontrollen oder Datenweitergaben) soweit Transparenz herrschte, dass die betroffene Person mit ihrer Einwilligung das Risiko in Kauf nahm.

Eines ist klar: Die Technologie als solche lässt noch keine Aussagen über ihre Datenschutzkonformität zu. Sie muss in ihrer Anwendung datenschutzkonform gestaltet werden. Darin liegt die eigentliche Herausforderung.

Herausforderungen und Lösungsansätze

Bei der Verselbständigung des Computers stellen sich datenschutzrechtliche Fragen nicht in Bezug auf die Technologie selber, sondern in Bezug auf ihre Anwendungen. Die Privatheit ist erst gefährdet, wenn bei der Anwendung personenbezogene Daten bearbeitet werden.

Als Axiom der liberalen Rechtsordnung ist die Privatheit in ihrem Kerngehalt auf jeden Fall zu respektieren. Allerdings ist eine Konkretisierung dieses Kernbereichs noch nicht erfolgt.⁶⁴ Die Herausforderung liegt deshalb darin, die Wirksamkeit der datenschutzrechtlichen Rahmenbedingungen auch bei neuen technologischen Anwendungen zu gewährleisten. Bei den folgenden Paragraphen a – e wurden Lösungen erst diskutiert. Ansätze auf der technischen Ebene müssen in Richtung einer datenschutzkonformen Technikgestaltung gehen (Paragraph f).

64 Poledna 2006.

a. Personendaten

Soweit verselbständigte Computer Daten bearbeiten, die keinen Personenbezug haben, liegt kein datenschutzrechtliches Problem vor. Unpersönliche Daten sind also personenbezogenen Daten vorzuziehen.

Die Technologie soll deshalb das Bearbeiten von Personendaten soweit wie möglich ausschliessen, solche Daten anonymisieren oder verhindern, dass ein Personenbezug stattfinden kann. Ein durch Mikroprozessoren gesteuertes Auto ist aus datenschutzrechtlicher Sicht so lange unbedenklich, als kein Bezug zum Fahrer oder Fahrzeughalter hergestellt wird (beispielsweise durch Speicherung der Daten).

Datenschutzrechtlich stellt sich die grundsätzliche Frage, ob der umfassende Begriff „Personendaten“ angemessen ist. Denn nicht jedes Personendatum ist gleich schutzwürdig. Bereits heute wird unterschieden zwischen Personendaten und besonders schützenswerten Personendaten. Denkbar ist, den Schutzbereich bei den Personendaten einzuschränken.⁶⁵ Bei der Verwendung solcher „nicht geschützter“ Daten (z.B. für „Auswertungen“) wären indessen technisch wirkungsvolle Schranken nötig, die eine andere Verwendung ausschliessen.

b. Rechtfertigung („Einwilligung“)

Die Verselbständigung des Computers verlangt im Hinblick auf mögliche Datentransfers eine entsprechende Aufklärung der betroffenen Person, damit sie die Risiken für ihre Privatheit abschätzen kann.

Einerseits braucht es hier eine klare Deklaration, wer für die Datenbearbeitungsprozesse verantwortlich ist. Andererseits braucht die Datenbearbeitung einen Rechtfertigungsgrund. Dabei geht die Rechtsentwicklung heute schon beim Bearbeiten von besonders schützenswerten Personendaten in

⁶⁵ Siehe zur aktuellen Diskussion in der EU: http://ec.europa.eu/justice_home/fsj/privacy/docs/wpdocs/2007/wp136_en.pdf

die Richtung einer Aufklärungspflicht. Eine solche muss man sicherlich auch bei der Bearbeitung in einem System verselbständigter Computer fordern. Im Vordergrund stehen dabei nicht die Einzelheiten möglicher Datenbearbeitungen (die zu diesem Zeitpunkt vielleicht noch gar nicht bekannt sind), sondern die Transparenz über die Risiken.

Es ist denkbar, dass eine solche Aufklärungspflicht auch mit einem vorgängigen „Privacy Impact Assessment“ (PIA) verbunden wird. Ein solches PIA hätte einen objektivierten strukturellen Schutzcharakter für verselbständigte Computersysteme und müsste daher öffentlich zugänglich sein.

Der betroffenen Person muss auch eine Wahlmöglichkeit offen stehen, denn nur so lässt sich die informationelle Selbstbestimmung gewährleisten.

c. Zweckbindung

Im Rahmen der Verselbständigung des Computers wird insbesondere die Zweckbindung der Daten aufgehoben. Um diesen Nachteil zu kompensieren, muss man einerseits eine hohe Transparenz der Anwendung („Aufklärung über die Risiken“) verlangen und andererseits durch klar festgelegte Bearbeitungsziele den Missbrauch der Daten für andere Zwecke unterbinden („Vertrauensschutz“). Technisch muss dies so abgesichert sein, dass die Daten nur für spezifizierte Nutzungen zur Verfügung stehen.

d. Verhältnismässigkeit

Der Grundsatz der Verhältnismässigkeit ist durch Datenvermeidung und Datensparsamkeit sicherzustellen. Dazu gehört auch, dass die Systeme so programmiert sind, dass Daten definitiv gelöscht werden,⁶⁶ sobald sie nicht mehr gebraucht werden.

66 Ähnlich wie sich heute RFID-Tags selbst deaktivieren können.

e. Integrität

Um die Persönlichkeitsrechte einer betroffenen Person zu wahren, muss das System jederzeit über die Integrität der Daten Rechenschaft ablegen können. Zum Beispiel muss der Ursprung der Daten klar sein (wurden diese von den betroffenen Personen eingegeben, statistisch ermittelt oder sind sie aus Kombination entstanden? Usf.), und es muss auch möglich sein, die Datengrundlage von Entscheidungen nachzuvollziehen und diese allenfalls zu korrigieren.

f. Datenschutzfreundliche Technologien

Die Forschung wird sich vermehrt damit beschäftigen müssen, wie die neuen Technologien datenschutzfreundlich eingesetzt werden können. Kritische Bereiche dabei sind Mechanismen der Anonymisierung und Pseudonymisierung, technische Lösungen der Datenvermeidung und Datensparsamkeit sowie datenschutzfreundliche Identitätsmanagementsysteme. Letztere geben einer Person eine weitgehende Herrschaft über ihre Daten; gleichzeitig ermöglichen sie ihr, Anwendungen mit unterschiedlichen (virtuellen) Identitäten zu nutzen. Es geht also nicht nur um Zutrittskontrollen, sondern auch um individuelle Nutzungskontrollen.

Die Marktreife der Technologie hängt wesentlich davon ab, wie datenschutzfreundlich die Anwendungen gestaltet sind. Die Einführung neuer Technologien könnte auch von einer Zertifizierung abhängig gemacht werden, welche die Einhaltung von definierten Standards verlangt.

g. Verbindlichkeit

In einem Markt, wo dem Datenschutz (noch) nicht die notwendige Beachtung zukommt, könnte man – vor allem im Hinblick auf die Verselbständigung des Computers – auch mit zwingenden Vorschriften und Sanktionen vermehrt Nachachtung verschaffen. Zum Beispiel mit dem oben erwähnten

„Privacy Impact Assessment“ oder mit Zertifizierungen nach klar vorgeschriebenen Regeln.

Fazit

Die Verselbständigung des Computers bringt eine Reihe von Herausforderungen mit sich – auch in Bezug auf datenschutzrechtliche Prinzipien. Wenn bei der Lösungssuche das Konzept des Datenschutzes radikal in Frage gestellt wird, ist ein wesentlicher Bestandteil der Autonomie des Individuums in der liberalen Gesellschaftsordnung gefährdet.

Dem Grundrecht auf Privatheit, das als Schutzobjekt die Privatsphäre und als Schutzmechanismus die informationelle Selbstbestimmung umfasst, ist das richtige Gewicht einzuräumen – gegen technikzentrierte und antiliberale Tendenzen.

Für die Verselbständigung des Computers bedeutet dies einerseits, dass Grundprinzipien des Datenschutzes auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen sind. Andererseits muss sich auch die Technikgestaltung danach richten: Erlaubt sein sollen nur Technologien, die diese Grundprinzipien tatsächlich respektieren.

Konkrete Lösungen stehen zwar zurzeit noch in Diskussion. Trotzdem sollten schon heute verbindliche Rahmenbedingungen für den Einsatz neuer Technologien geschaffen werden.

8. Autonome Informatiksysteme: Wie steht es mit der Haftung?

David Rosenthal

Die fortschreitende Komplexität von Informatiksystemen kann den Eindruck hinterlassen, dass Computer zusehends autonom handeln – wobei hier unter Autonomie die Flexibilität verstanden wird, dass sich Computer veränderten Umständen auch ohne Neuprogrammierung durch den Menschen anpassen können. Damit stellt sich die Frage nach der Haftung für solche Systeme: Denn wenn einerseits klar ist, dass Computer den Alltag der heutigen Informationsgesellschaft mitbestimmen und sie andererseits zusehends selbständig agieren, muss juristisch klar sein, wer haftbar ist, wenn diese Computer Schäden anrichten.

Zumindest auf den ersten Blick lässt sich die Frage rasch beantworten: Wer für seine Zwecke einen Computer einsetzt, ist für dessen Verhalten verantwortlich. Wenn eine Bank beispielsweise einen Computer darauf programmiert, im Handel mit Wertschriften und Finanzkontrakten sich nach bestimmten Regeln am Kauf und Verkauf von Titeln selbständig zu beteiligen,⁶⁷ ist die Bank grundsätzlich durch die Handlungen ihres Softwareagenten rechtlich gebunden.⁶⁸ Gleiches gilt dort, wo es um Schadensstiftung anstatt um Geschäfte geht: Wer einen Computerwurm programmiert und damit via Internet fremde Computer infiziert, macht sich in der Schweiz und vielen andern Ländern nicht nur wegen Datenbeschädigung strafbar,⁶⁹ sondern muss auch für den verursachten Schaden einstehen. Das ist in den meisten Fällen nur deshalb kein Thema, weil entweder der

67 Siehe hierzu das Beispiel „Computergestützter Wertpapierhandel“ in Kapitel 2.

68 Siehe Rosenthal, 2007.

69 In der Schweiz: Art. 144bis StGB.

Autor des Schadprogramms nicht gefasst werden kann oder aber dieser keine Mittel hat, um die Schäden zu decken und eine Zivilklage daher zwecklos ist.

Bei näherer Prüfung wird die Beantwortung der Frage allerdings komplexer. Problematisch sind dabei nicht jene Fälle, in denen ein Computer letztlich das tut, was sein „Halter“ von ihm verlangt: nämlich als verlängerter Arm des Halters zu agieren – genauso wie eine Zeitbombe, die explodiert, wenn ihr Timer abgelaufen ist. Heikler sind jene Fälle, in denen der Computer etwas tut, das sein Halter gar nie wollte – wenn also der Computer unbeabsichtigt zur Zeitbombe wird. Zum Beispiel wenn ein Brems- und Lenkcomputer im Auto der Zukunft⁷⁰ auf der Autobahn automatisch eine Vollbremsung auslöst und einen Auffahrunfall verursacht, weil seine Sensoren auf Grund eines elektromagnetischen Störeinflusses ein Hindernis wahrgenommen haben, das in Wirklichkeit gar nicht existierte.

Auch für solche Fälle gibt es juristisch zunächst eine klare Antwort: Wer einem anderen widerrechtlich oder auf Grund einer Vertragsverletzung Schaden zufügt – egal, ob mit Absicht oder aus Fahrlässigkeit –, muss diesem den Schaden ersetzen.⁷¹ Mit Schaden ist der materielle Vermögensschaden gemeint, was auch die wirtschaftliche Seite von Personen- und Sachschäden umfasst. Den Schaden beweisen muss der Verletzte, genauso wie den Umstand, dass dieser durch die fehlbare Handlung eines Computers verursacht wurde. Und dass dieser Computer auch generell geeignet ist, solche Schäden zu verursachen bzw. solche wesentlich zu begünstigen. Damit entfallen jene Fälle, in denen der Schaden nur entstanden ist, weil ganz aussergewöhnliche und ausserhalb des normalen Geschehens liegende Umstände hinzugetreten sind.⁷² Eine solche „Unterbrechung des adäquaten Kausalzusammenhangs“ kommt allerdings selten vor. Der Betrieb eines ungeschützten Computers mit dauerhafter Internet-Anbindung dürfte zum Beispiel generell geeignet sein, andere Computer zu schädigen, da es heute zahlreiche Schadprogramme im Internet gibt, die

70 Siehe hierzu das Beispiel „Lenkung von Fahr- und Flugzeugen“ in Kapitel 2; sowie Kapitel 4.

71 In der Schweiz: Art. 41 OR (ausservertragliche Haftung), Art. 97 OR (vertragliche Haftung).

72 Zum Beispiel höhere Gewalt, grobes Drittverschulden oder grobes Eigenverschulden des Verletzten.

darauf spezialisiert sind, sich auf ungeschützten Computern einzunisten, um von dort aus weitere Angriffe zu starten. Der Gehilfe, der seinen Computer für das Delikt einem Dritten zur Verfügung stellt, haftet gegenüber dem Opfer notabene genauso wie der Täter selbst.

Wie sorgfältig wurde programmiert?

Ein Schadenersatzanspruch entsteht allerdings erst, wenn noch zwei weitere Voraussetzungen erfüllt sind: Einerseits muss die Schadenszufügung rechtswidrig⁷³ sein oder auf eine Vertragsverletzung zurückgehen, andererseits muss der Schaden zumindest fahrlässig verursacht worden sein, es muss also ein „Verschulden“ vorliegen. An diesen beiden zusätzlichen Voraussetzungen zeigt sich die Problematik der Haftung im Falle von Schäden durch „autonome“ Computer unter bestehendem Recht.

Ein Verschulden liegt nämlich nur vor, wenn der Schädiger die nach den Umständen objektiv gebotene Sorgfalt nicht hat walten lassen. Im Fall von autonomen Informatiksystemen bedeutet dies, dass derjenige, dessen Computer einen anderen rechtswidrig schädigt, für die Folgen nicht einstehen muss, wenn man ihm keine Fahrlässigkeit vorwerfen kann. Zumindest nicht für die bereits entstandenen Folgen.

Computer handeln allerdings nie wirklich autonom. Wenn autonome Computer durch ihr Verhalten ungewollt Schäden anrichten, ist dies in der Regel auf deren fehlerhafte Programmierung zurückzuführen. Darin eingeschlossen ist auch die fehlerhafte Konzeption der Software eines autonomen Informatiksystems. Eine solche kann zum Beispiel vorliegen, wenn für eine bestimmte Situation keine Verhaltensregel bzw. keine Regel zur Regelbildung einprogrammiert wurde. Wobei die Regel auch darin bestehen kann, dass die Software auf eine ihr unbekannte Situation gerade nicht reagiert. Als fehlerhaft gilt eine Konzeption auch dann, wenn sie eine spe-

73 Kommt ein Mensch oder eine Sache durch einen Computer zu Schaden, ist dies *per se* rechtswidrig. Im Falle reiner Vermögensschäden (d.h. rein finanzieller Schäden) muss die Handlung hingegen gegen eine Gesetzesnorm verstossen haben, die der Verhinderung solcher Schäden dient.

zielle Situation gar nicht als solche erkennt, denn damit wird das Verhalten der Software in solchen Situationen unkontrollierbar. Wird zum Beispiel einem Computer die Lenkung eines Fahrzeugs übertragen, muss dieser nicht nur auf die üblichen Situationen programmiert werden. Im Falle einer Autobahnfahrt wäre das zum Beispiel ein vorausfahrendes Fahrzeug oder – gemäss Bundesgericht – irgendwelche Objekte auf der Fahrbahn. Er müsste auch darauf programmiert werden, seltene, unwahrscheinliche oder unvorhersehbare, aber (für einen menschlichen Fahrer) jeweils ohne Weiteres wahrnehmbare Situationen wie etwa einen geplatzten Reifen oder Rauch aus der Motorhaube zu erkennen und entsprechend zu reagieren.

Selbst wenn eine Software ihr Programm selbst verändern kann, geht dieser Veränderung stets eine durch einen Menschen definierte Regel voraus. Umgekehrt bedeutet dies folgendes: Je autonomer ein Informatiksystem sein soll, desto anspruchsvoller ist dessen Entwicklung und desto grösser ist auch das Fehlerrisiko. Entsprechend höher sind die Anforderungen an die Sorgfalt bei der Entwicklung.

Trotzdem wird man stets argumentieren, dass Software ab einer gewissen Komplexität selbst bei sorgfältigster Programmierung immer Fehler aufweist und dass daher eine Haftung des Entwicklers mangels Verschulden entfallen muss. Das ist theoretisch zwar richtig: Hat der Programmierer zwar die erforderliche Sorgfalt angewandt, aber trotzdem einen Fehler begangen, hat er nicht fahrlässig gehandelt. In der Praxis wird man dieses Argument jedoch nicht ohne Weiteres akzeptieren. Denn in einem Streitfall werden Programmierfehler nicht statistisch betrachtet, sondern einzeln analysiert. Und bei einer solchen Einzelfallbetrachtung, die überdies rückblickend geschieht, werden konkrete Programmierfehler erfahrungsgemäss allzu oft als Folge mangelnder Sorgfalt betrachtet.

Hinzu kommt, dass eine sorgfältige Entwicklung von Software nicht nur deren Programmierung (d.h. die Implementierung des Detailkonzepts) betrifft, sondern auch die Durchführung entsprechender Tests (nicht zu verwechseln mit den Abnahmetests nach der Lieferung an einen Kunden). Tritt später ein Fehler mit schwer wiegenden Konsequenzen auf, wird daher sofort der Vorwurf kommen, die Software sei vor der Auslieferung nicht hinreichend getestet worden. Wie auch immer: Wenn sich nachweisen lässt,

dass ein verfügbarer und zumutbarer Test den Fehler rechtzeitig aufgedeckt hätte, wird der Software-Entwickler bei seiner Verteidigung einen schweren Stand haben.

Dasselbe gilt bei einem lernfähigen System, wenn der Programmierer keine Sicherungen gegen vorhersehbare, vom System ausgehende Verletzungsgefahren eingebaut hat. Damit sind zwar der Lernfähigkeit eines Systems keine Grenzen gesetzt, wohl aber dem Handlungsspielraum. Wo diese Grenze zu ziehen ist, ist eine Frage der Abwägung der Risiken und Interessen aller Beteiligten und möglicher Betroffener. Es geht um die Frage, wie weit einem lernfähigen System „vertraut“ werden darf. Hier sollten die Entwickler vor allem dann sehr zurückhaltend sein, wenn das Risiko einer Schädigung Dritter besteht, die gar nicht gefragt werden, ob sie mit dem Einsatz des Systems einverstanden sind.

Drohen statt blossen Vermögensschäden Sach- oder gar Personenschäden, werden die Anforderungen an die anzuwendende Sorgfalt noch höher. Zwar gestattet das Gesetz⁷⁴ dem Hersteller eines Produktes, sich gegenüber Dritten von seiner Haftung als „Geschäftsherr“ für Fehler der eigenen Mitarbeiter bei der Verrichtung ihrer Arbeit zu befreien, wenn er nachweisen kann, dass er seine Mitarbeiter sorgfältig ausgewählt, instruiert und überwacht, ihnen die geeigneten Werkzeuge gegeben und eine angemessene Organisation geschaffen hat. Doch in der Praxis sind die Anforderungen an diesen Sorgfaltsbeweis so hoch, dass er im Falle eines fehlerhaften Produktes, das einen Personenschaden verursacht, praktisch nicht mehr erbracht werden kann.⁷⁵ Die Einführung des Produkthaftungsgesetzes im Jahre 1994 änderte somit nur wenig (und schützt ohnehin nur Konsumenten).⁷⁶ Für einen Operationsroboter⁷⁷ werden also vergleichsweise höhere Anforderungen gelten als für einen Computer, der automatisch mit Wertschriften und Finanzkontrakten handelt, um das Beispiel in der Einleitung aufzugreifen.

74 Art. 55 OR.

75 BGE 110 II 456.

76 Zur Produkthaftung für Software: Straub 2002.

77 Siehe hierzu das Beispiel „Roboter in der Pflege und im Gesundheitswesen“ in Kapitel 2.

Haftet der Benutzer für die Gefährlichkeit gekaufter Software?

Wie aber steht es mit der Haftung jener Computerbenutzer, die ihre Software nicht entwickelt, sondern gekauft haben? Bei so genannter „Standardsoftware“ ist der Fall klar: Wenn der Käufer die Software sorgfältig ausgewählt und bei deren Einsatz die Anweisungen des Herstellers befolgt hat, wird ihn kein Verschulden treffen – genauso wenig wie den Händler, denn auch dieser ist nicht verpflichtet, das Produkt auf Fehler hin zu überprüfen.

Wer hingegen Software neu entwickeln lässt und dabei dem Hersteller fehlerhafte Vorgaben liefert – etwa in Form eines lückenhaften oder falschen Konzepts –, wird für die Folgen einstehen müssen, soweit bei richtigen Vorgaben Fehler hätten vermieden werden können. Im Falle einer Auftragsarbeit darf man vom Auftraggeber zudem erwarten, dass er das ausgelieferte Produkt einer strengen Abnahmeüberprüfung unterzieht.

Versteckte Mängel wird er dadurch freilich nicht aufspüren können. Und genau hier liegt das Problem: Weil man davon ausgehen muss, dass Software immer auch versteckte Mängel hat, weil es fehlerfreie Software schlicht nicht gibt, stellt sich die Frage, ob ein Computerbetreiber nicht schon fahrlässig handelt, wenn er seine Maschine der Kontrolle solcher Software überlässt (um nicht das Wort der „Autonomie“ zu verwenden).

Die Antwort wird in vielen Fällen „Nein“ sein. Denn erstens ist das Risiko lediglich abstrakt, und zweitens führt ein Mangel nicht zwangsläufig zur Schadensstiftung. Sofern keine konkret erkennbaren Umstände vorliegen, wonach der Computer einen Dritten schädigen könnte, wird der Computerbetreiber also keine besonderen Schutzpflichten gegenüber Dritten haben. Und selbst wenn dies der Fall wäre – etwa weil ein Softwaremangel mit konkretem Schadenspotential bekannt wird –, ist der Systembetreiber nur zu Massnahmen verpflichtet, die unter den konkreten Umständen verhältnismässig erscheinen. Dabei wird neben dem Stand der Technik, der Wahrscheinlichkeit und der Höhe eines Schadens auch der mit der Schutzmassnahme verbundene Aufwand berücksichtigt. Wäre das nicht so, könnte man gar keine Computersysteme betreiben, bei denen noch irgend-

ein Risiko der Schädigung besteht. Und ein solches Restrisiko gibt es immer und überall, notabene auch ausserhalb der Technik.

Freilich kann im konkreten Fall ein Schädigungsrisiko mangels technischer Beherrschbarkeit einer bestimmten Situation zu hoch sein, um ein System überhaupt einzusetzen. Das ist wohl mit ein Grund dafür, dass sich Autos heute noch nicht selbst lenken, auch wenn die Forschung bereits entsprechende Verfahren und Techniken entwickelt hat.⁷⁸

Bei all den Risiken, die man „autonomen“ Computersystemen zuschreiben kann, darf eines nicht vergessen werden: Die Eigenkontrolle eines Computers schafft keineswegs nur Gefahren. Ein gut programmiertes Informatiksystem kann in manchen Bereichen sehr viel rascher und zuverlässiger als ein Mensch feststellen, wann bestimmte schadensträchtige Fehler auftreten. Damit ist auch der Kreis zur Softwareentwicklung wieder geschlossen: Sofern der Betreiber davon ausgehen kann, dass sein System über eine hinreichende Fehlertoleranz verfügt, verstösst er mit dessen Einsatz nicht gegen seine (ausservertraglichen) Sorgfaltspflichten. Ändern sich die Umstände, muss der Betreiber seine Schutzmassnahmen allerdings anpassen oder auf den autonomen Einsatz des Systems verzichten – aber wiederum nur, wo dies verhältnismässig erscheint.

Haften auch ohne Verschulden?

Die bisher beschriebene Haftung, wie sie auch das Gesetz als Normalfall vorsieht, setzt also ein Verschulden seitens des Haftpflichtigen voraus. Ob dadurch im Bereich autonomer Informatiksysteme tatsächlich relevante Haftungslücken entstehen, lässt sich nur schwer beurteilen. In der Rechtspraxis scheinen Fälle, in denen die bestehenden Haftungsregelungen zu stossenden Ergebnissen und insbesondere zu Haftungslücken geführt hätten, jedenfalls noch kein Thema zu sein. Ob sich dies eines Tages ändern wird, muss anderen Disziplinen als dem Recht überlassen werden.

78 Siehe Kapitel 4.

Aus gesetzgeberischer Sicht wäre es freilich denkbar, die Haftung für autonome Informatiksysteme bezüglich Verschulden nötigenfalls auch anders zu regeln. Eine Möglichkeit wäre die Umkehr der Beweislast, wie sie die Tierhalterhaftung des Schweizer Rechts bereits vorsieht.⁷⁹ Wer ein Tier hält, das einen Schaden anrichtet, ist dafür haftbar, wenn er nicht nachweist, dass er jede nach den Umständen gebotene Sorgfalt in der Verwahrung und Beaufsichtigung angewandt hat, oder dass der Schaden auch bei Anwendung dieser Sorgfalt eingetreten wäre. So verhält es sich im Übrigen auch bei Schadenersatzansprüchen, die wegen Verletzung vertraglicher Pflichten geltend gemacht werden: Hier wird das Verschulden vermutet⁸⁰ – die Beweislast trifft den Verursacher.

Im Falle der Werkeigentümerhaftung ging der Gesetzgeber sogar weiter: Danach haftet der Eigentümer eines Werkes, wenn durch einen Mangel des Werkes ein Schaden verursacht wird.⁸¹ Die Rechtslehre spricht von einer Kausalhaftung, also einer Haftung selbst ohne eigenes Verschulden.

Der Werkeigentümer hat immerhin einen Regressanspruch gegenüber dem „Schuldigen“. Als Werke gelten stabile, mit dem Erdboden direkt oder indirekt verbundene, künstlich hergestellte Gegenstände, also zum Beispiel Gebäude oder ein darin eingebauter Aufzug, aber wohl kaum ein Informatiksystem.

Viel gewonnen wäre mit der Anwendung dieser Gesetzesbestimmungen auf Informatiksysteme aber nicht. Denn selbst wenn ein Computer als „Werk“ gelten würde, würde nicht jeder Design-, Herstellungs- oder Unterhaltsfehler zu einer Haftung führen. Denn auch hier wird berücksichtigt, inwieweit Massnahmen zur Beseitigung eines Fehlers bzw. Verhinderung eines Schadens zumutbar und angesichts von Einsatzzweck und vorhersehbarer Benutzung des Systems angezeigt gewesen wären. Hinzu kommt, dass reine Vermögensschäden gar nicht abgedeckt wären, diese aber im Bereich von Computerfehlern eine wichtige Rolle spielen.

79 Art. 56 OR.

80 Art. 97 Abs. 1 OR.

81 Art. 58 OR.

Dem Geschädigten brächte eine solche Kausalhaftung bloss einen echten Vorteil: dass er sich nicht darum kümmern müsste, wer die Schuld am Mangel hat – der Betreiber des Computers, ein Softwareentwickler oder sonst wer. Doch wenn ein mangelhaftes Informatiksystem Personen- und Sachschäden verursacht, wäre eine solche Spezialnorm ohnehin oft nicht nötig, da in diesen Fällen wie gezeigt das bestehende Gesetz greift – zum Beispiel über die Produkthaftpflicht oder über die strenge Gerichtspraxis im Rahmen der Geschäftsherrenhaftung. Der Operationsroboter oder Bremscomputer im Auto stellt also in dieser Hinsicht kein haftungsrechtliches Problem dar. Schon eher wäre es der Wertschriftenhandelsagent, der durch seine unbedachte Programmierung zwar keine Personen- und Sachschäden verursacht, wohl aber einen Kurssturz auslöst und damit auch andere Marktteilnehmer schädigt. Hier dürfte die Haftung schon daran scheitern, dass solches Handeln an sich nicht rechtswidrig ist. In einem freien Markt ist das Spiel von Angebot und Nachfrage grundsätzlich sogar eine insgesamt erwünschte Wirkung.

Entwicklungsrisiken: Der Gesetzgeber ist gefragt

Eine Gesetzesänderung wäre daher nur nötig, wenn Informatiksysteme eines Tages für Personen und Sachen so gefährlich würden, dass es im Schadensfall nicht mehr darauf ankommen sollte, ob ein Fehler im System nach dem Stand der Wissenschaft und Technik bei dessen Inverkehrsetzung überhaupt hätte vermieden werden können. Im Falle der spezialgesetzlichen Haftung für gentechnisch veränderte Organismen sind solche „Entwicklungsrisiken“ zum Beispiel ausdrücklich erfasst. Haftpflichtig ist allerdings nicht der Bauer, der die Organismen einsetzt, sondern die bewilligungs- und meldepflichtige Person, also jene, die solche Organismen in Verkehr bringt.

Solche und ähnliche Gefährdungshaftungen oder „scharfe“ Kausalhaftungen gibt es etwa auch für Motorfahrzeughalter oder Betreiber von Eisenbahnen, Rohrleitungen oder Kernkraftwerken: Die von solchen Systemen ausgehende Gefahr ist zwar erlaubt und vielleicht sogar gesellschaftlich

erwünscht, doch soll für Geschädigte ein Ausgleich geschaffen werden. Gefährdungshaftungen gehen im Schweizer Recht zum Teil so weit, dass nicht einmal höhere Gewalt oder Drittverschulden eine Haftung ausschliessen.

Verursacht ein Kraftwerkscomputer einen Unfall, der zu einem Nuklearschaden führt, wäre dieser im Rahmen der Kernenergiehaftpflicht freilich schon nach heutigem Recht abgedeckt. Eine Gefährdungshaftung für Informatiksysteme als solche wäre jedoch fehl am Platz. Immerhin ist es denkbar, dass sich die Autonomie von Informatiksystemen so stark weiterentwickelt, dass eines Tages ähnliche Diskussionen wie im Bereich des Gentechnikrechts stattfinden werden, wenn es darum geht, solche Systeme tatsächlich „freizusetzen“.

Das Beispiel der Haftung für gentechnisch veränderte Organismen zeigt aber zugleich auch die Grenzen der Pflicht, für Schäden haften zu müssen. Selbst im Falle einer Haftung ohne Verschulden ist es immer noch der Geschädigte, der den Ursachenzusammenhang beweisen muss. Das ist auch im Gentechnikgesetz so. Die einzige Erleichterung besteht darin, dass im Falle, in dem dieser Beweis nicht mit Sicherheit erbracht oder dem Geschädigten nicht zugemutet werden kann, sich das Gericht mit der überwiegenden Wahrscheinlichkeit begnügen und den Sachverhalt von Amtes wegen feststellen lassen kann. Ersteres gilt freilich auch ohne Erwähnung im Gesetz, und Letzteres ändert nichts daran, dass ein Schadenersatzprozess nur mit aufwändigen Gutachten zu führen ist.

Zwar sind Informatiksysteme weitaus weniger komplex als gentechnisch veränderte Organismen, aber Tatsache ist, dass durch die fortschreitende Vernetzung solcher Systeme eine Welt geschaffen wird, in der auch hier die Ursachenzusammenhänge immer schwieriger erfassbar sind. Mit andern Worten: Für einen Geschädigten wird es immer schwieriger, den Verursacher des Schadens zu ermitteln – selbst wenn es gar nicht auf dessen Verschulden ankommen würde.

Dafür gibt es zwar Rezepte, wie zum Beispiel die Bemessung des Schadenersatzes nach dem Grad der Wahrscheinlichkeit einer Schadensverursachung bei nicht eindeutigen Kausalverläufen.⁸² Wirklich lösbar wäre dieses Problem aber nur, wenn sämtliche Zusammenhänge der beteiligten Systeme und ihrer Wirkungen bekannt und transparent wären. So wünschbar das auch wäre, so unrealistisch ist es aber, in der Praxis ein solch umfassendes Verständnis zu fordern.

Fazit: Im Schadenfall sind entweder kostspielige Untersuchungen erforderlich, oder die Parteien einigen sich einvernehmlich darauf, dass jeder einen Anteil am Schaden trägt. Dieser pragmatische Ansatz hat sich in anderen Bereichen schon längst etabliert und als tauglich erwiesen. So zum Beispiel unter Versicherungsgesellschaften im Fall von Massenkarambolagen auf einer Autobahn, wo oft nicht wirklich eruierbar ist, wer wen weshalb geschädigt hat.

Vertraglich wird die Haftung regelmässig ausgeschlossen

Vielleicht hat der Umstand, dass die Frage der Haftung für autonome Informatiksysteme bislang so gut wie nie thematisiert worden ist, auch damit zu tun, dass es relevante Schadensfälle entweder nicht in auffälliger Zahl gibt, dass sie nicht erkannt werden oder dass sie sich selbst regulieren. Hinzu kommt, dass Kausalhaftungen im Schweizer Recht mit wenigen Ausnahmen nur der Geltendmachung von Personen- und Sachschäden dienen. Reine Vermögensschäden hingegen sind einem Dritten nur zu ersetzen, wenn sie entstanden sind, weil eine konkrete Vorschrift zum Schutz solcher Schäden verletzt worden ist. Da nach wie vor nicht sämtliches menschliches (oder computergestütztes) Handeln gesetzlich reguliert ist, sind Regelungslücken denkbar, in denen ein rein finanziell Geschädigter zwischen Stuhl und Bank fällt, weil er zwar einen computerverur-

82 Im Vorentwurf für eine Revision des Haftpflichtrechts war ein entsprechender Vorschlag enthalten.

sachten Schaden und ein Verschulden nachweisen kann, aber keine Verletzung einer Gesetzesvorschrift.

Es erscheint jedoch nicht sehr wahrscheinlich, dass solchen Regelungslücken auf absehbare Zeit eine grosse Relevanz zukommen wird oder dass ein Interesse an ihrer Schliessung besteht, etwa durch ein umfassendes Verbot von Computern, die selbständig mit Wertschriften und Finanzkontrakten handeln,⁸³ hier wird auf Selbstregulierung vertraut.

Ohnehin ist heute der Einsatz von Informatiksystemen meist vertraglich so geregelt, dass ein Geschädigter die Möglichkeit hat, Schadenersatz aus Vertragsverletzung geltend zu machen. Eine solche liegt nicht nur vor, wenn ein Vertrag nicht richtig erfüllt wird. Vertragsbeziehungen beinhalten im Schweizer Recht grundsätzlich auch die (meist ungeschriebene) Verpflichtung zur weitgehenden Rücksichtnahme auf die Interessen des Vertragspartners und zu loyalen Verhalten. Dies führt unter anderem zur Pflicht, die Integrität der Rechts- und Vermögenssphäre des Vertragspartners zu schützen. Schädigt also das fehlerhafte Informatiksystem des einen Vertragspartners das Vermögen des anderen, so kann dies für sich eine Vertragsverletzung und somit Grundlage für einen Schadenersatzanspruch darstellen.

Die potentiell Geschädigten geben diese Möglichkeit allerdings häufig selbst auf, wie das Beispiel vertraglicher Enthaltungsklauseln zeigt: Obwohl das Risiko, durch einen Computerfehler im eigenen Vermögen direkt geschädigt zu werden, in einer geschäftlichen Vertragsbeziehung besonders hoch ist, ist es gerade in solchen Fällen üblich, Haftungsansprüche auszuschliessen oder zumindest stark zu beschränken. Mit anderen Worten: Dort, wo also das Schadensrisiko am höchsten sein dürfte, wird oft freiwillig auf Haftungsansprüche verzichtet. Ganz unsinnig ist dies allerdings nicht: Denn könnten Anbieter ihre Haftung vertraglich nicht beschränken, würden ihre Betriebskosten durch die Abdeckung ihres Zusatzrisikos steigen, was ihre Leistungen und Produkte massiv verteuern würde. Offenbar

83 Siehe hierzu das Beispiel „Computergestützter Wertpapierhandel“ in Kapitel 2.

sind viele Kunden bereit, für tiefere Preise gewisse Risiken in Kauf zu nehmen, sofern auf Anbieterseite ein Mindeststandard an Sorgfalt herrscht.

So kann es also durchaus sinnvoll sein, dass eine Rechtsordnung ein Abweichen vom Verursacherprinzip zulässt, sofern beide Seiten vorgängig zugestimmt haben. Und da die Haftung für grobe Fahrlässigkeit ohnehin nicht ausgeschlossen werden kann,⁸⁴ bleibt zumindest ein Minimum an rechtlichen Rückgriffmöglichkeiten bestehen.

Eine andere Frage ist, welche Anforderungen an die Gültigkeit einer Einwilligung zu stellen sind. Das Grundprinzip, wonach eine Einwilligung nur gültig sein kann, wenn sie nach angemessener Information freiwillig erfolgt, ist auch hier im Recht schon längst etabliert. Etabliert ist ebenso die praktische Erkenntnis, dass Konsumenten selbst dort, wo Informationen über die Risiken einer Technik vorliegen (z.B. in Handbüchern, Allgemeinen Vertragsbedingungen oder Datenschutz-Policies), diese häufig nicht zur Kenntnis nehmen.

Gefragt: ein besseres Verständnis

Ein Leidensdruck, der nach einer Anpassung des Haftungsregimes im Bereich der autonomen Informatiksysteme ruft, scheint gegenwärtig nicht zu bestehen. Und zwar einfach deshalb, weil es bisher zu keiner nennenswerten Zahl von Fällen gekommen ist, in denen sich das heutige Haftungsregime in seiner konkreten Anwendung als untauglich, ungerecht oder sonstwie ungenügend erwiesen hat.

Die schiere Furcht vor möglicher Haftung dürfte sogar dazu beigetragen haben, dass auf diesem Gebiet gewisse potentiell gefährlichere technologische Entwicklungen bisher gar nicht oder nicht vollumfänglich zum Einsatz gekommen sind. Ob dies wünschenswert ist oder ob sogar Haftungsbeschränkungen zugunsten autonomer Informatiksysteme diskutiert wer-

84 Art. 100 OR.

den müssten, ist eine politische Frage. Im Übrigen haben die betroffenen Ingenieure die Haftungsfrage zu einem gewichtigen Teil selbst in der Hand, da letztlich sie die Sorgfaltsstandards für einen vernünftigen Einsatz von autonomen Informatiksystemen durch ihr eigenes Handeln bilden werden.

So werden und müssen die Automobilkonzerne in eigener Verantwortung entscheiden, ab welchem Zeitpunkt sie zum Beispiel eine automatische Fahrhilfe als hinreichend ausgereift erachten, um sie in ihren Fahrzeugen anzubieten, ohne dass sie zugleich ihr eigenes Unternehmen durch ein unkalkulierbares Haftungsrisiko aufs Spiel setzen. Erst in zweiter Linie werden sie auch die staatlichen Zulassungsstellen um deren Zustimmung bemühen.

Das alles sind an sich gute Nachrichten. Sie besagen aber nicht, dass Anpassungen überhaupt nie nötig sein werden. Fehlender Leidensdruck bedeutet lediglich, dass zur Zeit noch keine hinreichenden Vorstellungen darüber bestehen, welche Probleme und Schäden solche Systeme mit sich bringen könnten, die durch die bestehenden Haftungsregelungen nicht in angemessener Weise abgedeckt wären.

Ohne eine konkrete Vorstellung über solche nicht abgedeckten Bedrohungsszenarien und mögliche Haftungskonstellationen ist ein detailliertes Nachdenken über Reformen des Haftungsrechts für den Einsatz autonomer Informatiksysteme genauso verfrüht wie ein Nachdenken über etwaige konkrete Verbote oder regulatorische Vorschriften zum Bau, Vertrieb und Betrieb solcher Systeme. Erforderlich sind ein besseres Verständnis für die Funktions- und Wirkungsweise solcher Systeme, die Erforschung möglicher Fehler und Massnahmen, solche Fehler zu verhindern oder zumindest vernünftig damit umzugehen.

9. Empfehlungen

Albert Kündig und Felix Weber

In den vorangegangenen Kapiteln haben Experten dargelegt, dass sich mit der Verselbständigung des Computers eine neue Qualität in der Aufgabenteilung zwischen Mensch und Maschine abzeichnet. Und sie haben dabei konkrete wie auch denkbare Auswirkungen für das Individuum, die Gesellschaft und die Wirtschaft aufgezeigt – als unabdingbaren ersten Schritt zu einem vernünftigen Umgang mit den neuen Technologien.

Damit stellt sich folgende zentrale Frage: Genügt es, diese Auswirkungen einfach offenzulegen – in der Hoffnung, dass die Einsicht aller Akteure, der Markt und die vorhandenen Rechtsnormen genügen, um eine „vernünftige“ Entwicklung zu garantieren? Oder ist eine Technologiefolgen-Abschätzung (TA) gefordert, die vorsorgliche Massnahmen vorschlägt, welche die Interessen der Bürger und der Wirtschaft bei der künftigen Entwicklung berücksichtigen und ethische Prinzipien widerspiegeln?

Die Autoren dieses Sammelbandes haben an einem Seminar eine Reihe von Empfehlungen ausgearbeitet, die anschliessend überarbeitet und mit Aussagen der bereinigten Beiträge ergänzt wurden. Wir haben die Resultate thematisch gruppiert. Da die vorliegende Studie bei weitem nicht alle brennenden Fragen erschöpfend behandeln kann, werden neben konkreten Massnahmen auch weiterführende Studien empfohlen.

Die „Verselbständigung des Computers“ hat sehr unterschiedliche Facetten. Eine herkömmliche Präsentation der Ergebnisse und Empfehlungen dieser Studie mit Pressekonferenzen und Parlamentariertreffen wird der komplexen Sache nur teilweise gerecht. Vielmehr sollte TA-SWISS ihre Anliegen direkt an die interessierten Instanzen herantragen. Entsprechende Vorschläge stehen in den folgenden Empfehlungen.

Empfehlungen

1 Vertiefte Analyse spezifischer Anwendungsgebiete

Problematik

Die vorliegende Studie zeigt verschiedene denkbare Auswirkungen der zunehmenden Verselbständigung von Informatiksystemen auf. Ihre Gewichtung und damit auch allfällige vorsorgliche Massnahmen hängen wesentlich vom Anwendungsgebiet ab.

Empfehlung

Die Experten empfehlen, zunächst zwei bis vier Anwendungsgebiete zu identifizieren, die sich besonders gut für eine vertiefte Analyse eignen. In diesen Gebieten sollen dann besonders problematische Auswirkungen identifiziert und analysiert werden. Die Ergebnisse dienen in erster Linie als Grundlage für die unten beschriebenen spezifischen Massnahmen. Bei der Auswahl der Anwendungsgebiete soll vor allem auf die Relevanz für den Wirtschaftsstandort Schweiz, auf den Stand der Entwicklung und Anwendung sowie auf die Betroffenheit der Bürger geachtet werden.

Vorschlag

Bei den TA-Folgeaktivitäten zum Thema „Verselbständigung des Computers“ sollen die Anwendungsbereiche Finanzwirtschaft, Gesundheitswesen und Verkehr berücksichtigt werden.

2 Auswirkungen der Informatisierung auf die Arbeitswelt

Problematik

Die Informatisierung hat starke Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt. Betroffen sind immer mehr Tätigkeiten; damit ändern sich auch die Anforderungsprofile der Berufe.

Die Frage ist, ob es auch langfristig gelingen wird, für die durch die Automatisierung frei werdenden Arbeitskräfte neue, erfüllende Tätigkeiten zu finden. Oder droht eine Polarisierung der Sozialstruktur der Arbeit?

Verwandt damit ist die Frage nach Rationalisierung in Bereichen, wo Menschen von den Entscheidungen persönlich betroffen sind, wo das gegenseitige Vertrauen eine Rolle spielt, und wo umfassendes Wissen entscheidend ist. Wie weit sollen Menschen überhaupt ersetzt werden, wenn spezifisch menschliche Qualitäten (wie zum Beispiel Einfühlungsvermögen, didaktische Fähigkeiten, Nutzung langjähriger Erfahrungen, usw.) wesentlich sind?

Empfehlung

Die Experten schlagen vor, diesen Fragen in ein oder zwei ausgewählten Anwendungsgebieten genauer nachzugehen (TA-Folgeaktivität).

3 Grenzen der Rationalisierung beim Umgang mit Information und Wissen

Problematik

Die Automatisierung von Informationsarbeiten (zum Beispiel im Management und in der Verwaltung) kann zu einer Zementierung der

Verfahren wie auch der Gedankenwelt führen. Solche mechanisierte Bürokratie beschneidet Freiheiten und behindert die Erneuerung.

Empfehlung

Diese Problematik lässt sich durch die bereits genannten Folgeuntersuchungen sowie die geplante TA-Studie „Indikatoren gestützte Entscheidungssysteme“ abdecken.

4 Computer und Recht

Problematik

Neuartige Formen der Aufgabenteilung zwischen Mensch und Maschine zwingen zu einem Überdenken der Rechtsnormen. Zum einen führt die Verselbständigung des Computers zu einer inhärenten Verselbständigung des Sammelns von Daten, was den Datenschutz vor neue Probleme stellt. Zum andern wird es schwieriger, aus dem Fehlverhalten von Systemen kausal auf die Ursachen und die Verantwortlichen zurückzuschliessen, was möglicherweise Konsequenzen für das Haftungsrecht hat. Die hier diskutierten Schadensszenarien deuten allerdings nicht auf gravierende Lücken in den bestehenden Haftungsregelungen hin.

Empfehlungen

- Informationstechnische Systeme sollten von Beginn an so konzipiert werden, dass den Forderungen des Datenschutzes (wie sie im Kapitel über datenschutzrechtliche Aspekte dargelegt sind) nachgelebt wird. Einerseits sollen Entwickler datenschutzfreundliche Technologien verwenden, andererseits soll das Verhältnis von Hersteller und Anwender bezüglich Datenschutz transparent sein – gegebenenfalls durch Einholen einer Einwilligung der Betroffenen (sog. informed consent). Für die Umsetzung dieser Empfehlung braucht es branchenspezifische Standards. Darüber

hinaus muss im Datenschutzrecht überprüft werden, ob man die Personendaten nach verschiedenen schützenswerten Komponenten differenzieren soll.

- Es soll abgeklärt werden, ob Schadensfälle auftreten können, die durch bestehende Haftungsregelungen nicht angemessen abgedeckt sind. Bei der Ausarbeitung von neuen Rechtsvorschriften lässt sich allenfalls aus den Erfahrungen und Regelungen in verwandten Bereichen profitieren (z.B. Pflichten von Tier- und Motorfahrzeughaltern, Umgang mit Grossrisiken, etc.).

5 Auswirkungen auf die Wirtschaft

Problematik

Die Auswirkungen der Informatisierung für die Wirtschaft sind gravierend; man kann von einer neuen Form der Industrialisierung sprechen. Zum Beispiel gibt es grundlegende Änderungen bezüglich Art und Ort der Wertschöpfung.

Ein liberaler Staat mit einer marktorientierten Wirtschaft muss für die Bewältigung dieser Probleme vor allem auf selbst regulierende Mechanismen setzen. Wenn für alle Wirtschaftsteilnehmer faire Bedingungen gelten sollen und die Entwicklung sozialverträglich ablaufen soll, braucht es aber trotzdem gewisse Rahmenvorschriften und Anreizmechanismen.

Die Erarbeitung eines entsprechenden technischen und wirtschaftlichen Regelwerkes erfolgt heute vorwiegend auf internationaler Ebene. Die Mitwirkung der Schweiz in den relevanten Gremien entspricht allerdings nicht der wirtschaftlichen Bedeutung des Landes.

Empfehlung

Bei der Ausgestaltung dieses Regelwerkes muss das Engagement der Schweiz sowohl auf staatlicher Ebene als auch in internationalen

branchenspezifischen Organisationen verstärkt und besser fokussiert werden. Um das in Gang zu bringen, soll TA-SWISS Kontakte mit Organisationen wie SECO und Économiesuisse aufnehmen.

6 Beherrschung der neuartigen technischen Systeme und ihrer Anwendungen

Problematik

Das Zusammenwirken selbsttätiger elektronischer Agenten wird noch nicht umfassend verstanden. Für Voraussagen über ihr Verhalten und die Verlässlichkeit der Systeme fehlen adäquate Modelle. Es gibt auch keine Entwurfsverfahren, die Aspekte wie etwa den Schutz der Betroffenen von Anfang an miteinbeziehen.

Empfehlungen

Es sind Anstrengungen nötig, um eine entsprechende Systemtechnik zu entwickeln. Dabei handelt es sich um schwierige, interdisziplinär anzugehende Probleme. Herausgefordert ist hier vor allem die Hochschulforschung.

TA-SWISS soll Vertreter von Firmen, die solche Systeme entwickeln oder bereits einsetzen, zusammen mit Experten aus der einschlägigen Forschung an einen runden Tisch einladen – mit dem Ziel, die geschilderte Problematik zu validieren und den Forschungsbedarf aufzuzeigen.

7 Bedeutung von Basis-Infrastrukturleistungen

Problematik

Anspruchsvollere Entscheidungen können nur automatisiert werden, wenn Informationen über den Kontext (z.B. Zeit, Position, Verkehrslage, Wetter, Börsenindizes, etc.) vorliegen. Informationen, die nicht direkt (mittels Sensoren) erfassbar sind, können häufig aus dem Web gewonnen werden. Wobei diese Daten meist in einer Form verfügbar sind, die für menschliche Nutzer und nicht für Maschinen bestimmt ist. Letzteres wird erst mit dem so genannten Semantic Web möglich, das die nötigen Standards für die Maschinenlesbarkeit und Interpretierbarkeit der Daten festlegt. Da in diesem Fall die kritische Beurteilung durch Menschen entfällt, entstehen zusätzliche Probleme:

- Die Ansprüche an die Verlässlichkeit öffentlich verfügbarer Daten steigen. Werden Zertifizierungsverfahren notwendig? Wer haftet bei fehlerhaften Informationen?
- Möglicherweise braucht es strengere Anforderungen an die Verfügbarkeit der Netz- und Speicherinfrastrukturen.
- Fehler bei semantischen Anpassungen können bei gewissen Anwendungen bedrohliche Folgen haben. (Plakatives Beispiel: Wenn in medizinischen oder chemischen Anwendungen °F irrtümlicherweise als °C interpretiert wird.)
- Zusätzlich muss entschieden werden, wer die Basis-Infrastrukturleistungen erbringt, wer sie finanziert, und ob das Angebot qualitativ abgestuft werden muss (auf Grund der je nach Anwendung unterschiedlichen Anforderungen).

Empfehlung

Gefragt sind hier weniger neue TA-Untersuchungen, sondern eher Studien, welche die Strategie des Bundesrates zur Informationsgesellschaft mitbestimmen. Dies umso mehr, als unser Land gute Chancen für neuartige „Informationsdienstleistungen“ bietet.

8 Psychologie und Soziologie in einer Welt selbsttätig agierender Computer

Problematik

Selbsttätig agierende Computer erscheinen uns je nach Verhalten als hilfreiche Assistenten, als lästige Besserwisser oder als Bevormundung. Es ist auch denkbar, dass ein Zuviel an künstlichen Wesen in unserer Umgebung zu Ängsten oder andern psychischen Störungen führen kann.

Diese Problematik wird in den Geistes- und Sozialwissenschaften noch kaum thematisiert. Namentlich mangelt es an Untersuchungen, die sich mit konkreten Anwendungen auseinandersetzen. Gefordert ist auch die Ingenieurausbildung im Bereich der neuartigen Systeme, da nicht-technische Aspekte bei ihrer Gestaltung zu stiefmütterlich behandelt werden.

Empfehlung

Die für diese Thematik verantwortlichen Instanzen müssen sensibilisiert werden. Naheliegend wäre, dass TA-SWISS in einem ersten Schritt das Gespräch mit den Akademien SAGW und SATW sucht und dabei die Studienverantwortlichen in den einschlägigen Fakultäten und Departementen mit einbezieht.

Spezifisch schlagen die Experten vor, dass an den Hochschulen die wechselseitige Sensibilisierung mit disziplinenübergreifenden Gruppenarbeiten und Projekten gefördert wird.

9 Schaffung von Transparenz, Wahrnehmen von Verantwortung

Problematik

Die Verselbständigung des Computers führt zu einer neuen Qualität der Intransparenz: Es gibt ein Machtgefälle von den Produzenten und Anbietern zu den Nutzern und erst recht zu den Betroffenen. Konsumenten sollten aber einem autonomen Informatiksystem nie komplett ausgeliefert sein: Es müsste zum Beispiel immer möglich sein, auf einfache Weise Kontakt mit einer verantwortlichen Person aufzunehmen (ob kostenpflichtig oder nicht, sei hier dahingestellt).

Die Konsumenten sollten auch ein vernünftiges Mass an Entscheidungsfreiheit haben, indem sie zum Beispiel Autonomie stufenweise delegieren können. Ferner dürfen keine Systeme zum Einsatz kommen, bei denen die Nutzer nicht mehr klar erkennen können, ob sie es mit einer Maschine oder einem Menschen zu tun haben.

Letztlich geht es darum, den verschiedenen Beteiligten (Herstellern, Betreibern, Haltern, Anwendern und Kunden) gleiche Möglichkeiten einzuräumen. Die Verantwortung für die von autonomen Systemen ausgeführten Aktivitäten muss sich den Akteuren (einschliesslich Anwender!) in fairer Weise zuordnen lassen. Dies setzt aber voraus, dass sie auch wissen, um was es im konkreten Fall geht (informed consent): Mündige Kunden sind letztlich bessere Kunden.

Empfehlung

Die beschriebenen Probleme lassen sich nicht einfach auf juristischem Weg lösen. In der Praxis braucht es daher Anstrengungen auf verschiedenen Ebenen – etwa durch Einwilligungsverfahren, Transparenz, Ausbildung der Ingenieure, abgestufte Grade der Autonomie, etc. Da die praktische Ausgestaltung solcher Massnahmen anwendungsabhängig ist, empfehlen die Experten, die Problematik in den oben vorgeschlagenen TA-Folgeaktivitäten zu berücksichtigen.

10. Schlussfolgerungen

Albert Kündig und Danielle Bütschi

Die immer umfassendere Übertragung menschlicher Tätigkeiten an die Technik beim Umgang mit Information betrifft heute nahezu alle Arbeits- und Lebensbereiche: Der Computer, der einst als elektronischer Buchhalter debütierte und später die Steuerung von grosstechnischen Anlagen übernahm, ist im Laufe der Jahre zum allgegenwärtigen, oft auch unsichtbaren Bestandteil vieler Geräte mutiert und verleiht heute unseren Notebooks, Mobiltelefonen wie auch dem Internet eine beeindruckende Funktionalität.

Wenn nun von *Verselbständigung des Computers* gesprochen wird, so hat dies sowohl qualitative als auch quantitative Merkmale:

- Neue Technologien verleihen dem Computer zum Beispiel die Fähigkeit, sich situativ den Umgebungsbedingungen anzupassen, komplexe Situationen zu beurteilen, für sein eigenes Handeln zweckmässige Entscheidungen zu treffen und auf Grund von Erfahrungen sein Verhalten zu optimieren. Ausserdem übernimmt er zunehmend Aufgaben, die bisher von Menschen mit ihren kognitiven Fähigkeiten und ihrem umfassenden Wissen erledigt wurden.
- Als Folge der ständig sinkenden Kosten der Mikroelektronik dringt der Computer als steuerndes Element in immer mehr Einrichtungen ein und erobert laufend neue Anwendungsgebiete.
- Computerbasierte Einrichtungen weisen heute Leistungsmerkmale auf, die in einem eingeschränkten Bereich die Möglichkeiten des Menschen wesentlich übersteigen.

Allerdings wäre es falsch, diese Entwicklung einfach im Sinne des Technikdeterminismus zu sehen, eine von der Industrie getriebene, beharrlich vor-

anschreitende Entwicklung also, die einen gesellschaftlichen und kulturellen Wandel nach sich zieht. Die Studie zeigt nämlich, dass soziale und technische Entwicklungen Hand in Hand gehen und zu einer neuen Arbeitsteilung von Mensch und Maschine führen.

Die Palette der Beispiele reicht von begrüßenswerten, unproblematischen Innovationen bis zu umstrittenen, ethisch fragwürdigen Anwendungen. Sie zeigt auch die möglichen Auswirkungen für das Individuum, die Gesellschaft und die Wirtschaft.

Folgende Aspekte finden besondere Beachtung:

- Die Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt: Ob es auch langfristig gelingen wird, für die durch die Automatisierung frei werdenden Arbeitskräfte neue, erfüllende Tätigkeiten zu finden, ist eine offene Frage.
- Die Grenzen der Rationalisierung, wenn es unmittelbar um Menschen und um Vertrauen geht: Eigentlich verdienen es Menschen, von Menschen gepflegt, unterrichtet und beurteilt zu werden.
- Die Grenzen der Automatisierung, wo immer diese unsere Freiheit und Innovationsfähigkeit durch Bürokratisierung oder Zementierung der Gedankenwelt zu beschneiden droht.
- Die Umwälzungen in der Wirtschaft (zum Beispiel die bedeutenden Veränderungen im Wertschöpfungssystem). Ein liberaler Staat mit einer marktorientierten Wirtschaft muss in der Bewältigung der Auswirkungen vor allem auf selbstregulierende Mechanismen setzen. Dabei kommt man aber um gewisse Rahmenvorschriften und Anreizmechanismen nicht herum.
- Die Folgen für das Recht: Wenn technische Systeme Entscheidungen autonom fällen und aus der Vorgeschichte lernen sollen, sind sie auf das Sammeln von Erfahrungsdaten angewiesen. Betroffen sind damit der Datenschutz und möglicherweise auch das Haftungsrecht, da es bei den neuen Technologien schwieriger wird, aus Schäden kausal auf die Verantwortlichen zurückzuschliessen.

Die Verselbständigung des Computers dringt von ihrer Natur her – es geht um den Umgang mit Information und um Entscheidungen – in praktisch alle Lebens- und Arbeitsbereiche ein; letztlich wirft sie auch heikle philosophische und ethische Fragen auf im Zusammenhang mit dem menschlichen Sein und Wirken.

Einerseits ist es unbestritten, dass die neuen Technologien unser Leben und Arbeiten weiterhin und vermutlich immer stärker beeinflussen, andererseits ist aber die Faktenlage zu den Auswirkungen noch zu dürftig, um schon jetzt ein Bündel von gezielten vorsorglichen Massnahmen vorzuschlagen.

Klar ist hingegen, dass die Auswirkungen je nach Anwendungsgebiet unterschiedlich gewichtet werden müssen, und dass deshalb auch allfällige vom Staat oder von Standesorganisationen zu ergreifende Massnahmen entsprechend unterschiedlich ausfallen werden. Die Empfehlungen in Kapitel 9 zeigen, welche weiteren Schritte diesbezüglich unternommen werden sollten.

Nachwort der Herausgeber

Die vorliegende Studie setzt sich kritisch mit dem Phänomen der Verselbständigung des Computers auseinander. Dies geschieht keineswegs aus einer technikfeindlichen Grundhaltung heraus! Wir sind uns durchaus bewusst, in welchem Masse technische Einrichtungen unser Leben erleichtern und uns erlauben, sowohl naturgegebene wie auch menschengemachte Probleme besser zu meistern. Wenn wir nun aber Aufgaben, die den Menschen bisher Lebenssinn gaben und zum Zusammenhalt der Gesellschaft beitrugen, zusehend an die Technik delegieren, so muss diese Entwicklung hinterfragt werden. Dabei geht es nicht darum, neue Technologien zu verhindern; vielmehr sollten mit ihren Anwendungen Ziele verfolgt werden, wie sie Ben Shneiderman (2003) formulierte:

„The first transformation from the old to the new computing is the shift in what users value. ... The second transformation ... is the shift from ma-

chine-centered automation to user-centered services and tools. Instead of the machine doing the job, the goal is to enable you to do a better job.”

11. Bibliografie

- Allen, Collin (2006): Why Machine Ethics?, In: IEEE Intelligent Systems July/August 2006, 12-17.
- Arruda, Ricardo (2006): Pay-As-You-Drive: Dynamic Insurance Emerges in Europe, Emerging Trends Report, Forrester Research, 15. June 2006.
- Auyang, Sunny Y. (2000): Mind in Everyday Life and Cognitive Science. Cambridge (Mass.): The MIT Press.
- Baeriswyl, Bruno (2002): Vom eindimensionalen zum mehrdimensionalen Datenschutz – Tendenzen der Rechtsentwicklung, In: Bruno Baeriswyl und Beat Rudin (Hrsg.), Perspektive Datenschutz. Zürich: Schulthess.
- Baeriswyl, Bruno (2005): Zunehmende Herausforderungen für den Datenschutz, In: Datenschutzbeauftragter des Kantons Zürich (Hrsg.), Herausforderung Datenschutz, 10 Jahre Datenschutzgesetz – eine Zwischenbilanz, Zürich, 5-9.
- Baeriswyl, Bruno (2007): Datenschutz, In: Ueli Grüter, Martin Schneider und Mischa Senn (Hrsg.), Kommunikationsrecht.ch. Zürich: vdf Verlag, 131-140.
- Baeriswyl, Bruno und Beat Rudin (2001): Datenschutzgesetze – wie weiter, In: digma – Zeitschrift für Datenrecht und Informationssicherheit, 126-129.
- Baeriswyl, Bruno und Beat Rudin (Hrsg.) (2002a): Perspektive Datenschutz. Zürich: Schulthess.
- Baeriswyl, Bruno und Beat Rudin (2002b): Neue Ansätze für einen effektiven Datenschutz, In: Bruno Baeriswyl und Beat Rudin (Hrsg.), Perspektive Datenschutz. Zürich: Schulthess, 475ff.
- Baeriswyl, Bruno und Beat Rudin (2004): Moderner Datenschutz als Wachstumschance, In: digma – Zeitschrift für Datenrecht und Informationssicherheit, 74-75.

- Bäumler, Helmut (Hrsg.) (1998): Der neue Datenschutz – Datenschutz in der Informationsgesellschaft von morgen. Neuwied / Kriftel / Berlin: Luchterhand Verlag.
- Bäumler, Helmut (2001): Schlanker moderner Datenschutz, In: *digma – Zeitschrift für Datenrecht und Informationssicherheit*, 29ff.
- Bäumler, Helmut (2002): Datenvermeidung und Datensparsamkeit, In: Bruno Baeriswyl und Beat Rudin (Hrsg.), *Perspektive Datenschutz*. Zürich: Schulthess, 351ff.
- Bäumler, Helmut und Albert von Mutius (Hrsg.) (2003): Anonymität im Internet. Grundlagen, Methoden und Tools zur Realisierung eines Grundrechts. Braunschweig / Wiesbaden: Verlag Vieweg.
- Bergstermann, Joerg und Ruth Brandherm-Boehmker (1990): Systemische Rationalisierung als sozialer Prozess. Zu Rahmenbedingungen und Verlauf eines neuen betriebsübergreifenden Rationalisierungstyps. Bonn: Dietz.
- Berners-Lee, Tim (1999): *Weaving the Web*. London: Orion Business Books.
- BFU, Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (2002): Erarbeitung der Grundlagen für eine Strassenverkehrssicherheitspolitik des Bundes. Bern: Bundesamt für Strassen ASTRA, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK.
- Bohn, Jürgen, Vlad Coroama, Marc Langheinrich, Friedemann Mattern und Michael Rohs (2004): Living in a World of Smart Everyday Objects – Social, Economic, and Ethical Implications, In: *Journal of Human and Ecological Risk Assessment*, 10(5), 763-786.
- Brey, Philip (2005): Freedom and Privacy in Ambient Intelligence, In: *Ethics and Information Technology* 7, 157-166.
- Brunnstein, Klaus (1988): Die Verletzlichkeit der „informatisierten Gesellschaft“ und die Verantwortung der Informatiker/innen, In: Rudolf Kitzing, Ursula Linder-Kostka und Fritz Obermaier (Hrsg.), *Schöne neue Computerwelt – Zur gesellschaftlichen Verantwortung der Informatiker*. Berlin: Verlag für Ausbildung und Studium, 37-41.
- Cäs, Johann (2005): Privacy in Pervasive Computing Environments – A Contradiction in Terms?, In: *IEEE Technology and Science Management*, Spring 2005.

- Christen, Markus (2004): Schuldige Maschinen? Autonome Systeme als Herausforderung für das Konzept der Verantwortung, In: Jahrbuch für Wissenschaft und Ethik, 2004.
- Coroama, Vlad (2006a): The Smart Tachograph – Individual Accounting of Traffic Costs and its Implications, In: Proceedings of Pervasive 2006. Dublin, Berlin / Heidelberg / New York: Springer, 135-152.
- Coroama, Vlad (2006b): Pervasive Computing im Alltag – Realistische Zukunftsanwendungen zur Untersuchung von Chancen und Risiken autonomer, intelligenter Objekte, In: digma – Zeitschrift für Datenrecht und Informationssicherheit, 106-109.
- Coroama, Vlad und Norbert Höckl (2004): Pervasive Insurance Markets and Their Consequences, First International Workshop on Sustainable Pervasive Computing at Pervasive 2004, Vienna, Austria, April 2004.
- Das, Raghu (2006): RFID in retail – growing interest in item level, In: IDTechEx (www.idtechex.com/products/en/articles/00000479.asp).
- Datenschutzbeauftragter des Kantons Zürich (Hrsg.) (2005): Herausforderung Datenschutz, Zürich.
- Davies, Nigel, Christos Efstratiou, Joe Finney, Rob Hooper, Gerd Kortuem und Mark Lowton (2007): Sensing Danger – Challenges in Supporting Health and Safety Compliance in the Field, In: Proceedings of the 8th IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (HotMobile 2007), Tucson, Arizona.
- Detecon International (2006): Pay as you drive – Unvermeidliches Übel oder verkannte Chance?, In: Electronic Commerce Info Net (ECIN) (www.ecin.de/strategie/payd/).
- Druey, Jean Nicolas (2002): Von der strukturellen Schwäche des Personenschutzes im Informationsrecht, In: Bruno Baeriswyl und Beat Rudin (Hrsg.), Perspektive Datenschutz. Zürich: Schulthess, 143ff.
- Druey, Jean Nicolas (2005): Ist Geheimhaltung schützenswert?, In: Basler juristische Mitteilungen - 2005, Heft 2, 57-78.
- Ducatel, Ken, Marc Bogdanowicz, Fabiana Scapolo, Jos Leijten und Jean-Claude Burgelman (Hrsg.) (2001): Scenarios for Ambient Intelligence. Sevilla: Institute for Prospective Technology Studies (IPTS).
- Dworkin, Gerald (1988): The Theory and Practice of Autonomy. Cambridge University Press.

- Ferscha, Alois, Wolfgang Narzt, Gustav Pomberger, Dieter Kolb, Reiner Müller, J. Wiegardt, Horst Hörtnner und Ch. Lindinger (2004): Smart Roads in the Pervasive Computing Landscape, In: Advances in Pervasive Computing – Adjunct Proceedings of Pervasive 2004, Oesterreichische Computer Gesellschaft (OCG), Wien.
- Fleisch, Elgar (2004): Business Impact of Pervasive Technologies: Opportunities and Risks, In: Journal of Human and Ecological Risk Assessment, 10(5), 817-830.
- Fleisch, Elgar und Friedemann Mattern (Hrsg.) (2005): Das Internet der Dinge. Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis. Berlin: Springer.
- Flörkemeier, Christian und Frank Siegemund (2003): Improving the Effectiveness of Medical Treatment with Pervasive Computing Technologies, Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications at Ubicomp 2003, Seattle, Washington.
- Freyer, Hans (1966 <1934>): Theorie des objektiven Geistes. Eine Einleitung in die Kulturphilosophie. Stuttgart: Teubner.
- Friedman, Thomas L. (2005): The world is flat. A brief history of the globalized world in the twenty-first century. London: Allen Lane.
- Giddens, Anthony (1995): Konsequenzen der Moderne, 2. Aufl. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Grier, David Alan (2005): When Computers Were Human. Princeton: Princeton University Press.
- Grötter, Ralf, (2006): Selbstbestimmung reicht nicht aus, In: digma – Zeitschrift für Datenrecht und Informationssicherheit, 86-89.
- Hansen, Marit (2003): Identitätsmanagement selbstgemacht, Die Vision eines nutzerkontrollierten Identitätsmanagements, In: digma – Zeitschrift für Datenrecht und Informationssicherheit, 110-113.
- Heydt-Benjamin, Thomas S., Dan Bailey, Kevin Fu, Ari Juels und Tom O'Hare (2007): Vulnerabilities in first-generation RFID-enabled credit cards, In: Proceedings of the Eleventh International Conference on Financial Cryptography and Data Security, Lowlands, Scarborough, Trinidad/Tobago.
- Hilty, Lorenz, Siegfried Behrendt, Mathias Binswanger, Arend Bruinik, Lorenz Erdmann, Jürg Fröhlich, Andreas Köhler, Niels Kuster, Claudia Som und Felix Würtemberg (2003): Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft: Auswirkungen des Pervasive Computing

- auf Gesundheit und Umwelt. Bern: TA-SWISS Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung.
- Hughes, Thomas (1994): Technological Momentum, In: Merritt Roe Smith and Leo Marx (Hrsg.), Does Technology Drive History?. Cambridge (Mass.): The MIT Press, 101-113.
- IBM (2001): Autonomic Computing: IBM's Perspective on the State of Information Technology. (http://www.research.ibm.com/autonomic /manifesto/autonomic_computing.pdf.)
- Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) (Hrsg.) (2003): Sicherheit und Recht auf Privatsphäre für Bürger im Digitalzeitalter nach den Anschlägen des 11. September, Security and Privacy for Citizens in Post-September 11 Digital Age, Im Auftrag von European Commission Joint Research Center.
- Krohn, Wolfgang und Werner Rammert (1993 <1985>): Technologieentwicklung: Autonomer Prozess und industrielle Strategie, In: Werner Rammert (Hrsg.), Technik aus soziologischer Perspektive. Frankfurt/Main: Campus Verlag, 65-92.
- Kuhlen, Rainer (2005): Macht Google autonom?, In: Kai Lehmann und Michael Schetsche (Hrsg.), Die Google-Gesellschaft. Bielefeld: transcript-Verlag, 385-394.
- Kurzweil, Ray (1999): The Age of Spiritual Machines – When Computers Exceed Human Intelligence. New York: Viking/Penguin Group.
- Lampe, Matthias und Christian Flörkemeier (2004): The Smart Box Application Model, In: Advances in Pervasive Computing – Adjunct Proceedings of Pervasive 2004, Österreichische Computer Gesellschaft (OCG), Wien.
- Langheinrich, Marc und Friedemann Mattern (2002): Wenn der Computer verschwindet. Was Datenschutz und Sicherheit in einer Welt intelligenter Alltagsdinge bedeuten, In: digma – Zeitschrift für Datenrecht und Informationssicherheit, 138-142.
- Latour, Bruno (1998): Über technische Vermittlung, In: Werner Rammert (Hrsg.), Technik und Sozialtheorie. Frankfurt/New York: Campus Verlag.
- Litman, Todd (2004): Distance-Based Vehicle Insurance as a TDM Strategy, Victoria Transport Policy Institute (<http://www.vtpi.org/dbvi.pdf>).
- Lyon, David (2001): Surveillance as Social Sorting. Privacy, Risk and Automated Discrimination. London: Routledge.

- Lyon, David (2004): *Identity Cards: Social Sorting by Database*, Oxford Internet Institute, Internet Issue Brief No. 3.
- Marcuse, Herbert (1967): Vom negativen zum positiven Denken: technologische Rationalität und die Logik der Herrschaft, In: Herbert Marcuse (Hrsg.), *Der eindimensionale Mensch. Studien zur Ideologie der fortgeschrittenen Industriegesellschaft*. Neuwied u.a.: Luchterhand, 159-183.
- Mattern, Friedemann (Hrsg.) (2003): *Total vernetzt, Szenarien einer informatisierten Welt*. Berlin / Heidelberg: Springer.
- Mattern, Friedemann (2005): *Ubiquitous Computing: Eine Einführung mit Anmerkungen zu den sozialen und rechtlichen Folgen*, In: Jürgen Taeger und Andreas Wiebe (Hrsg.), *Mobilität, Telematik und Recht (DGRI-Jahrestagung 2004)*. Köln: Otto.
- Mattern, Friedemann (Hrsg.) (2007a): *Die Informatisierung des Alltags – Leben in smarten Umgebungen*. Berlin / Heidelberg / New York: Springer.
- Mattern, Friedemann (2007b): *Hundert Jahre Zukunft – Visionen zum Computer- und Informationszeitalter*, In: Friedemann Mattern (Hrsg.), *Die Informatisierung des Alltags – Leben in smarten Umgebungen*. Berlin / Heidelberg / New York: Springer, 351-419.
- Maurer-Lambrou, Urs und Nedim Peter Vogt (Hrsg.) (2006): *Datenschutzgesetz, 2. Aufl.* Basel: Helbing & Lichtenhahn.
- Mead, George Herbert (1968): *Geist, Identität und Gesellschaft*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Merton, Robert K. (1936): *The Unanticipated Consequences of Purposive Social Action*, In: *American Sociological Review*, 894-904.
- Merton, Robert K. (1995): *Soziologische Theorie und soziale Struktur*. Berlin u.a.: de Gruyter.
- Müller, Günther, Michael Kreutzer, Moritz Strasser, Vlad Coroama, Torsten Eymann, Adolf Hohl, Norbert Nopper und Stefan Sackmann (2003): *Geduldige Technologie für ungeduldige Patienten: Führt Ubiquitous Computing zu mehr Selbstbestimmung?*, In: Friedemann Mattern (Hrsg.), *Total vernetzt*. Berlin / Heidelberg / New York: Springer, 159-186.
- Mynatt, Elizabeth D., James Rowan, Sarah Craighill, Anne Jacobs (2001): *Digital family portraits: Providing peace of mind for extended family members*, In: *Proceedings of the ACM Conference on Human*

- Factors in Computing Systems (CHI 2001), Seattle, Washington. ACM Press, 333-340.
- Norman, Donald (2007): *Cautious Cars, Cantankerous Kitchens – How Machines Take Control*. Auszug aus: Donald Norman: *The Design of Future Things*. New York: Basic Books.
- Oppliger, Rolf (2002): *Datenschutzfreundliche Technologien für das World Wide Web (WWW)*, In: Bruno Baeriswyl und Beat Rudin (Hrsg.), *Perspektive Datenschutz*. Zürich: Schulthess, 295ff.
- Peer, Joachim (2006): *Semantic Web – Description and Reasoning*. Dissertation an der Universität St. Gallen.
- Perrow, Charles (1987): *Normale Katastrophen. Die unvermeidlichen Risiken der Grosstechnik*. Frankfurt/Main u.a.: Campus Verlag.
- Picard, Rosalind W. (1997): *Affective Computing*. Cambridge (Mass.): The MIT Press.
- Poledna, Tomas (2005): *Datenschutz und elektronische Registrierung sowie Überwachung – Spannungsfelder und rechtlicher Handlungsbedarf*, In: Simon Schlauri, Florian S. Jörg und Oliver Arter (Hrsg.), *Internet-Recht und Digitale Signaturen*, 6. Tagungsband, Bern 2005, 105ff.
- Poledna, Tomas (2006): *Datenschutz zwischen Individual- und Gemeinschaftsinteressen*, In: *Individuum und Verband*, Festgabe zum Schweizerischen Juristentag 2006, 125ff.
- Rammert, Werner (1993): *Technik aus soziologischer Perspektive*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Rammert, Werner und Ingo Schulz-Schaeffer (2002): *Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt*, In: Werner Rammert und Ingo Schulz-Schaeffer (Hrsg.), *Können Menschen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik*. Frankfurt / New York: Campus Verlag, 11-64.
- Reda, Susan (2004): *Prada's Pratfall – Chic Technology Stumbles*. STORES Magazine, No. 5, May 2004.
- Roduner, Christof, Marc Langheinrich, Christian Flörkemeier und Beat Schwarzentäub (2007): *Operating Appliances with Mobile Phones – Strengths and Limits of a Universal Interaction Device*, In: Anthony LaMarca, Marc Langheinrich, Khai N. Truong (Hrsg.), *Per-*

- vasive 2007, 5th International Conference, Toronto, Canada, May 2007, LNCS No. 4480. Berlin / Heidelberg / New York: Springer.
- Rosenthal, David (2007): Softwareagenten auf rechtlichen Abwegen, In: *digma – Zeitschrift für Datenrecht und Informationssicherheit*, 2007.1, 6ff.
- Rössler, Beate (2001): *Der Wert des Privaten*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Rossnagel, Alexander (2004): Datenschutz 2015 – in einer Welt des Ubiquitous Computing, In: Johann Bizer, Albert von Mutius, Thomas B. Petri und Thilo Weichert (Hrsg.), *Innovativer Datenschutz 1992-2004*, Kiel 2004, 335-351.
- Rossnagel, Alexander (2005): Modernisierung des Datenschutzrechts für eine Welt allgegenwärtiger Datenverarbeitung, In: *MMR* 2/2005, 71-75.
- Rossnagel, Alexander (2006): Datenschutz im 21. Jahrhundert, In: *APuZ* 5-6/2006, 9-15.
- Rossnagel, Alexander, Andreas Pfitzmann und Hansjürgen Garstka (2001): *Modernisierung des Datenschutzrechts, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums des Innern*, Berlin.
- Rossnagel, Alexander und Philip Scholz (2000): Datenschutz durch Anonymität und Pseudonymität, In: *MMR* 2000, H. 12, 721ff.
- Rudin, Beat (2004): Die Erosion der informationellen Privatheit – oder: Rechtsetzung als Risiko?, In: Thomas Sutter-Somm, Felix Hafner, Gerhard Schmid und Kurt Seelmann (Hrsg.), *Risiko und Recht, Festgabe zum Schweizerischen Juristentag 2004*, 415-440.
- Rudin, Beat (2005): Datenschutz in der Schweiz – Herausforderungen und Perspektiven für Wirtschaft und Verwaltung, In: *Datenschutzbeauftragter des Kantons Zürich* (Hrsg.), *Herausforderung Datenschutz*, Zürich, 61-98.
- Rudolph, Thomas, Niklas Meise und Oliver Emrich (2007): *Der Schweizer Online-Handel – Internetnutzung Schweiz 2007*. Institut für Marketing und Handel der Universität St. Gallen.
- Salvador, Tony und Ken Anderson (2003): Practical Considerations of Context for Context Based Systems: An Example from an Ethnographic Case Study of a Man Diagnosed with Early Onset Alzheimer's Disease, In: Anin K. Dey, Albrecht Schmidt, Joseph F. McCarthy (Hrsg.), *UbiComp 2003: Ubiquitous Computing, 5th International*

- Conference, Seattle, WA, USA, October 12-15, 2003, LNCS No. 2864. Berlin / Heidelberg / New York: Springer, 243-255.
- Sauer, Dieter (2006): Von der systemischen Rationalisierung zur permanenten Reorganisation. Lange und kurze Wellen der Unternehmensreorganisation, In: Andrea Baukrowitz et al. (Hrsg.), *Informatisierung der Arbeit – Gesellschaft im Umbruch*. Berlin: edition sigma, 84-97.
- Schelsky, Helmut (1979 <1961>): Der Mensch in der wissenschaftlichen Zivilisation, In: Helmut Schelsky (Hrsg.), *Auf der Suche nach Wirklichkeit. Gesammelte Aufsätze zur Soziologie der Bundesrepublik*. München: Wilhelm Goldmann Verlag, 449-499.
- Schmid, Beat F. (2000): Elektronische Märkte, In: Rolf Weiber (Hrsg.), *Handbuch Electronic Business: Informationstechnologien – Electronic Commerce – Geschäftsprozesse*. Wiesbaden: Gabler Verlag, 181-207.
- Scholl, Jeremiah, Per Hasvold, Eva Henriksen und Gunnar Ellingsen (2007): Managing Communication Availability and Interruptions: A Study of Mobile Communication in an Oncology Department, In: Anthony LaMarca, Marc Langheinrich, Khai N. Truong (Hrsg.), *Pervasive 2007, 5th International Conference*, Toronto, Canada, May 2007, LNCS No. 4480. Berlin / Heidelberg / New York: Springer, 234-250.
- Schrage, Michael (1993): The Smart House („The Day You Discover That Your House Is Smarter Than You Are“). *The Los Angeles Times*, Nov 25 1993.
- Schulz-Schaeffer, Ingo (1999): Technik und die Dualität von Ressourcen und Routinen, In: *Zeitschrift für Soziologie* 28(6), 409-428.
- Schulz-Schaeffer, Ingo (2000): *Sozialtheorie der Technik*. Frankfurt/Main u.a.: Campus Verlag.
- Schulz-Schaeffer, Ingo (2008): Technik als sozialer Akteur und als soziale Institution. Sozialität von Technik statt Postsozialität, In: Karl-Siegbert Rehberg (Hrsg.), *Die Natur der Gesellschaft. Verhandlungen des 33. Kongresses der DGS*. Frankfurt/Main: Campus, Berlin: Tu Berlin, Institut für Soziologie.
- Schütz, Alfred (1974 <1932>): *Der sinnhafte Aufbau der sozialen Welt. Eine Einleitung in die verstehende Soziologie*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.

- Shneiderman, Ben (2003): *Leonardo's Laptop. Human Needs and the new Computing Technologies*. Cambridge (Mass.): The MIT Press.
- Som, Claudia, Lorenz M. Hilty und Thomas F. Ruddy (2004): The Precautionary Principle in the Information Society. *Human and Ecological Risk Assessment*, 10(5), 787-799.
- Spiekermann, Sarah und Frank Pallas (2007): Technologiepaternalismus – Soziale Auswirkungen des Ubiquitous Computing jenseits von Privatsphäre, In: Friedemann Mattern (Hrsg.), *Die Informatisierung des Alltags – Leben in smarten Umgebungen*. Berlin / Heidelberg / New York: Springer, 311-325.
- Stefik, Mark J. (1996): *Internet Dreams. Archetypes, myths and metaphors*. Cambridge (Mass.): The MIT Press.
- Stefik, Mark J. (1998): The Next Knowledge Medium, In: Bernardo A. Hubermann (Hrsg.), *The ecology of computation*. North-Holland: Elsevier Science Publishers B.V.
- Stehr, Nico (2003): Das Produktivitätsparadox, In: Stefan Böschen und Ingo Schulz-Schaeffer (Hrsg.), *Wissenschaft in der Wissensgesellschaft*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 77-93.
- Straub, Wolfgang (2002): Produkthaftung für Informationstechnologiefehler: EU-Produkthaftungsrichtlinie und schweizerisches Produkthaftungsgesetz, Zürich 2002.
- SWAMI (2005): *The Brave New World of Ambient Intelligence. Deliverable D1. A Report of the SWAMI (Safeguards in a World of Ambient Intelligence) Consortium to the European Commission under Contract 006507* (<http://swami.jrc.es>).
- Talbot, David (2005): The Ascent of the Robotic Attack Jet, In: *Technology Review*, März 2005.
- Tapscott, Don (1995): *The Digital Economy*. New York: Mc Graw Hill.
- Tapscott, Don (2003): *The Naked Corporation. How the Age of Transparency Will Revolutionize Business*. New York: Free Press.
- Technology Review (2005): Elektrisierende Idee. *Technology Review – Das M.I.T. Magazin für Innovation*, No. 5, Mai, 30.
- Tennenhouse, David (2000): Proactive Computing, *Communications of the ACM*, 43(5), 43-50.
- Tröster, Gerhard (2007): Kleidsamer Gesundheitsassistent – Computer am Körper, im Körper, In: Friedemann Mattern (Hrsg.), *Die Informati-*

- sierung des Alltags – Leben in smarten Umgebungen. Berlin / Heidelberg / New York: Springer, 103-126.
- Vonnegut, Kurt (2006 <1952>): Player Piano, Neueste Auflage. New York: The Dial Press/Random House.
- Wagner, Gerald (1994): Vertrauen in Technik, In: Zeitschrift für Soziologie 23(2), 145-157.
- Waidner, Michael und Günter Karjoth (2004): Ist Anonymität praktisch realisierbar?, Technische Überlegungen zu Möglichkeiten und Grenzen anonymisierter Transaktionen im Internet, In: digma – Zeitschrift für Datenrecht und Informationssicherheit, 18-21.
- Weber, Max (1972 <1922>): Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriss der verstehenden Soziologie, 5. revidierte Aufl., besorgt von Johannes Winckelmann. Tübingen: Mohr.
- Wegner, Peter, (1997): Why Interaction Is More Powerful Than Algorithms?, Comm. ACM 40(1997) 5, 80-91.
- Winner, Langdon (1985): Do Artifacts have Politics?, In: Donald MacKenzie und Judy Wajcman (Hrsg.), The Social Shaping of Technology. How the Refrigerator Got its Hum. Milton Keynes u.a.: Open University Press, 26-38.
- Wright, David (Hrsg.) (2006): Safeguards in a World of Ambient Intelligence (SWAMI) – Final Report, SWAMI Deliverable D4, A report of the SWAMI consortium to the European Commission under contract 006507, August 2006. (<http://swami.jrc.es>).
- Zehnder, Carl August (2002): Von der Datenbank zum „Ubiquitous Computing“, In: Bruno Baeriswyl und Beat Rudin (Hrsg.), Perspektive Datenschutz. Zürich: Schulthess, 27ff.
- Zuboff, Shoshana (1988): In the Age of the Smart Machine. The Future of Work and Power. New York: Basic Books.

12. Glossar

Albert Kündig

Die folgenden Umschreibungen beziehen sich – soweit nicht etwas anderes gesagt wird – auf technische Einrichtungen. Damit muss aber auch gleich auf ein grundsätzliches Problem hingewiesen werden: Informatik und Künstliche Intelligenz entlehnen der Umgangssprache Begriffe, die sich ursprünglich auf den Menschen mit seinen Tätigkeiten und Fähigkeiten beziehen. Wie in Kapitel 2 gezeigt wird, können technische Einrichtungen zwar in einem schmalen Aufgabenbereich dem Menschen überlegen sein, dessen vielfältige Fähigkeiten erreichen sie aber bei weitem nicht. Dies ist immer zu bedenken, wenn zum Beispiel von „smarten Geräten“, „intelligenten Dingen“, „sozialen Agenten“ oder einem „handelnden Gerät“ gesprochen wird.

Die Umschreibungen richten sich an den interessierten Laien und sind daher möglichst kurz und anschaulich gehalten. Auf Interpretationen ausserhalb des hier behandelten Themas wie auch auf wissenschaftliche Vollständigkeit wird verzichtet.

Agent (Softwareagent, elektronischer Agent)

Ein Softwaremodul (Programm), das in der Regel mehrere der folgenden Eigenschaften besitzt:

- autonom – ein Anwender delegiert dem Modul eine Aufgabe, die es selbständig und weitgehend ohne Benutzereingriffe löst;
- proaktiv – das Modul löst Aktionen auf Grund eigener Initiative aus;
- kontextempfindlich – das Programm „kennt“ seine Umgebung,

nimmt Veränderungen wahr und reagiert darauf zweckmässig;

- sozial – das Programm kommuniziert mit anderen Agenten;
- lernfähig – das Programm lernt auf Grund zuvor gefällter Entscheidungen bzw. Beobachtungen und verbessert seine Arbeitsweise.

Aktor

Eine durch ein elektrisches Signal gesteuerte Einrichtung, die auf eine andere Einrichtung oder einen Prozess einwirkt. Typische Aktoren sind Motoren (Steuerung: Ein- oder Ausschalten), Ventile, Heizkörper, usw.

Algorithmus

Mit *Algorithmus* bezeichnet man in der Mathematik und Informatik eine Rechenvorschrift (oder allgemeiner Verfahrensvorschrift). Diese besteht aus einer vorgegebenen Folge von Arbeitsschritten, mit denen sich eine bestimmte Aufgabe lösen lässt.

Algorithmen gibt es nicht nur zur Verarbeitung von Zahlenwerten (numerische Algorithmen, zum Beispiel bei der Lösung einer Gleichung), sondern auch für die Manipulation von Symbolen (nicht-numerische Algorithmen, zum Beispiel bei der Textverarbeitung oder beim Suchen in Datenbanken).

Letztlich kann jede genau definierte Handlungsvorschrift (z.B. eine Bedienungsanleitung) auch als Algorithmus bezeichnet werden.

Artefakt

Oberbegriff für alle von Menschen geschaffenen Werke. In erster Linie denkt man dabei an Werke materieller Art – vom simplen Werkzeug bis zum grossen Bauwerk –, in einem erweiterten Sinne aber auch an solche immaterieller Art wie etwa ein Computerprogramm, einen →*Algorithmus*, ein Gedicht oder eine Komposition.

autark (Autarkie)

Eine *autarke* technische Einrichtung verfügt während der geplanten Einsatzzeit über sämtliche notwendigen Betriebsmittel (Energie, Rohstoffe, weitere Ressourcen) oder beschafft sich diese selbständig.

Eine Uhr mit eingebauter photovoltaischer Zelle zum Beispiel bezieht ihre Antriebsenergie aus dem Sonnenlicht; die Nachtstunden werden mit einer Pufferbatterie überbrückt.

Computer, Computersystem

Der Begriff *Computer* wird in dieser Publikation stellvertretend für alle Arten von elektronischen Rechnern verwendet, vom einfachsten Mikroprozessor über den PC bis zur grossen EDV-Anlage. In diesem Sinne steht der Begriff auch für ein *Computersystem*, also einer Einrichtung, bei der Hardware (Prozessoren, Speicher, Ein- und Ausgabegeräte, etc.) und Software (Betriebssystem, Anwendungsprogramme) als →*System* zusammenwirken.

Echtzeit

Ein Computer arbeitet „in *Echtzeit*“, wenn er auf Vorgänge in seiner Umgebung rechtzeitig reagiert. Was dabei „rechtzeitig“ bedeutet, hängt von der Natur der Vorgänge ab: Der Berater im Reisebüro ist zum Beispiel zufrieden, wenn der Buchungscomputer innerhalb einer Sekunde antwortet, während die Auslösung des Airbags im Auto etwa 5 Hundertstelsekunden nach einem Zusammenstoss erfolgen sollte.

Eingebettete Computer

→*Computer* werden als *eingebettet* bezeichnet, wenn sie die Steuerfunktionen eines Gerätes, Systems oder einer Anlage besorgen. Den entsprechenden Input erhalten sie aus der Umgebung von →*Sensoren*. Der Output des Computers wirkt mittels →*Aktoren* auf die Umgebung ein.

Bei einer automatischen Türe zum Beispiel dienen Lichtschranken oder Kontaktschwellen als Sensoren, und als Aktor fungiert der Antriebsmotor.

Emergenz, emergent

Ein →*System* zeigt ein *emergentes* Verhalten, wenn man von aussen (auf der so genannten „Makroebene“) Phänomene beobachten kann, die zwar durch das Zusammenwirken der Systemelemente zustande kommen (d.h. auf der „Mikroebene“), aber aus den Eigenschaften dieser Elemente nicht direkt erklärbar sind.

Besonders anschaulich ist emergentes Verhalten bei sozialen Systemen: Eine Massenpanik lässt sich nicht aus dem Verhalten der Individuen herleiten.

Intelligente Geräte, Intelligente Umgebung

Eine Einrichtung, die dank einem →*eingebetteten Computer* ihre Aufgabe weitgehend selbständig erledigen kann und sich verändernden Randbedingungen ohne menschliches Zutun flexibel anpasst. Mit intelligenten Geräten ausgestattete Räume bezeichnet man als *intelligente Umgebung*. Ein Synonym dafür ist der Begriff *Ambient Intelligence*.

Intelligente Dinge werden etwas salopper auch als „smart“ bezeichnet.

Interaktiv

Ein →*Computer* wird als *interaktiv* bezeichnet, wenn er mit einem Benutzer Daten austauscht. Da ein vollkommen isolierter Computer nicht sinnvoll ist, sind im Grunde genommen alle Computer interaktiv.

Der Begriff wurde vor Jahrzehnten geprägt, um den Unterschied zum so genannten Batch-Betrieb einer Rechanlage herauszustreichen, bei der die Interaktionen der Benutzer nur indirekt via Lochkarten und

Papierausgabe erfolgten. Von „hoher Interaktivität“ spricht man, wenn der Computer in →*Echtzeit* arbeitet.

Pervasive Computing

Beschreibt rein wörtlich das Eindringen des →*Computers* in alle nur denkbaren Gegenstände und Einrichtungen. Dabei wird dieser zum →*eingebetteten Computer* und das Gerät zum →*intelligenten Gerät*. In seiner einfachsten Form besteht der „Computer“ nur aus einer elektronischen „Etikette“ (→*RFID*), bei komplizierteren Ausführungen kann ihm die Software aber auch die Funktionalität eines elektronischen →*Agenten* verleihen.

Protokoll

Vorschrift, die den Austausch von Daten zwischen einem →*Computer* und einem andern Computer, einem Gerät oder einem menschlichen Nutzer regelt. Dazu gehören Regeln, die von Definitionen der Datenformate über die Fehlerbehandlung bis hin zu Standards für die Bedeutung der Daten und ihrer Darstellung bei der Wiedergabe reichen.

Protokolle allein bestimmen das Verhalten eines Systems noch nicht – sie „binden“ lediglich verschiedene Subsysteme zu einem Gesamtsystem zusammen (→*System*).

RFID

Radio Frequency Identification Device: Einrichtung, die als „elektronische Etikette“ an einem Gegenstand angebracht wird und in ihrer primitivsten Form das drahtlose Ablesen eines fest programmierten Datensatzes (zum Beispiel einer Artikelnummer) erlaubt. Aufwändigere RFID in Form von →*eingebetteten Computern* erlauben es, die gespeicherten Daten von aussen zu verändern (zum Beispiel zum Registrieren von Angaben zum Käufer) oder Informationen wie den aktuellen Kaufpreis anzuzeigen.

Sensor

Einrichtung zur Erfassung von physikalischen oder chemischen Messwerten (bzw. zur Wahrnehmung der Veränderung solcher Messwerte). Der Sensor liefert entsprechende elektrische Signale.

Smarte Geräte, Smarte Umgebung

Praktisch gleichbedeutend mit → *Intelligente Geräte, Intelligente Umgebung*.

System

Mit *System* wird ein Gebilde bezeichnet, dessen Teile (Subsysteme) so zusammenwirken, dass sie als Ganzes einen bestimmten Zweck erfüllen. Die Wechselwirkungen zwischen den Subsystemen können auf elektrischen, mechanischen oder chemischen Vorgängen beruhen. Bei einem → *Computersystem* steht der Datenaustausch zwischen den Subsystemen als Wechselwirkung im Vordergrund. Systeme stehen ihrerseits in Wechselwirkungen mit ihrer Umgebung. Systeme können unter anderem durch ihr Verhalten beschrieben werden. Dieses lässt sich nicht immer voraussagen, da es von den Interaktionen mit der Umgebung oder dem spontanen Verhalten von Subsystemen abhängen kann. Besteht ein System aus einer grossen Zahl von Subsystemen, so können in seinem Verhalten Phänomene auftreten, die aus den Eigenschaften der Subsysteme weder erklärbar noch voraussagbar sind. Man nennt dies → *emergentes* Verhalten.

Ubiquitous Computing

Praktisch gleichbedeutend mit → *Pervasive Computing*.

13. Über die Autoren

Bruno Baeriswyl, Dr. iur., ist Datenschutzbeauftragter des Kantons Zürich. Er hat an der Universität Zürich studiert und an der ETH Zürich ein Nachdiplomstudium absolviert. Bevor Bruno Baeriswyl 1994 Datenschutzbeauftragter wurde, war er am Gericht tätig, beim Internationalen Komitee des Roten Kreuzes (IKRK) und bei IBM (Schweiz). Bruno Baeriswyl ist Präsident der Vereinigung der schweizerischen Datenschutzbeauftragten (privatim) und der Stiftung für Datenschutz und Informationssicherheit (SDI), Mitherausgeber von „digma“, der Zeitschrift für Datenrecht und Informationssicherheit, sowie Autor zahlreicher Fachpublikationen.

Danielle Bütschi, Dr. rer. pol., ist Projektleiterin und Forscherin im Bereich der Technologiefolgen-Abschätzung. Sie ist ausgebildete Politologin und promovierte an der Fakultät der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der Universität Genf, wo sie Forschungen über die öffentliche Meinungsbildung und Sozialpolitik durchführte. Darauf war sie bei TA-SWISS tätig, dem Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung. Sie arbeitet jetzt auch für andere Institutionen, welche die Beziehungen zwischen Wissenschaft und Gesellschaft thematisieren. Schwerpunktthemen von Danielle Bütschi sind die Auswirkungen der Informationsgesellschaft und die Demokratisierung der Wissenschaft.

Fulvio Caccia, Dr. sc. techn., ist beratender Ingenieur und Präsident von TA-SWISS. Er war von 1977 bis 1987 Regierungsrat des Kantons Tessin und stand dem Polizei- und Umweltdepartement vor. 1987 bis 1998 war Fulvio Caccia Nationalrat. Er machte sich als Präsident von verschiedenen Eidgenössischen Kommissionen verdient (Energiekommission 1979-1988, Ausländerkommission 1991-2000 und Kommunikationskommission 1997-2004). Fulvio Caccia engagiert sich auch in anderen wissenschaftlich oder

technologisch ausgerichteten Gremien als Präsident oder Vizepräsident: bei der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW), bei ICTswitzerland und beim Schweizerischen Verband der Telekommunikation (asut).

Albert Kündig, Prof. Dr., erwarb ein Ingenieurdiplom der ETH sowie einen Master in Applied Physics der Harvard University. 1974 doktorierte er berufsbegleitend an der ETH. Vor seiner Berufung 1983 als Professor für Systemtechnik an die ETH Zürich war er in der damaligen Forschungs- und Entwicklungsabteilung PTT tätig. An der ETH Zürich wurde unter seiner Leitung der Informatikunterricht für Elektroingenieure stark erweitert. Albert Kündig baute das neue Institut für technische Informatik und Kommunikationsnetze auf. Seine Forschungsschwerpunkte lagen im Bereich der Hochleistungsnetze, der Multimediakommunikation sowie bei Echtzeitsystemen. Seit dem Übertritt in den Ruhestand (2002) konzentriert sich Albert Kündig auf schon früher begonnene Arbeiten zur Geschichte der Telekommunikation, sowie – als Mitglied des Leitungsausschusses von TA-SWISS – auf Studien zur Auswirkung neuer I&K-Technologien auf Mensch, Gesellschaft und Wirtschaft.

Marc Langheinrich, Dr. sc., ist Oberassistent am Institut für Pervasive Computing der ETH Zürich. Er studierte an der Universität Bielefeld und der University of Washington in Seattle Informatik und promovierte 2005 an der ETH Zürich über „Privacy in Ubiquitous Computing“. Zwischen 1997-1999 war Marc Langheinrich Forscher in der Multimedia-Gruppe des NEC Forschungszentrums im japanischen Kawasaki. Seit Ende 1999 ist er Mitglied der Gruppe „Verteilte Systeme“ von Prof. Dr. Friedemann Mattern an der ETH Zürich. Marc Langheinrich arbeitet seit 1997 an technischen Datenschutzlösungen, vor allem im Bereich allgegenwärtiger und autonomer Computersysteme, und ist Autor zahlreicher Konferenz- und Magazinbeiträge zum Thema Datenschutz und Privatsphäre.

Friedemann Mattern, Prof. Dr., studierte an der Universität Bonn und promovierte 1989 an der Universität Kaiserslautern. Es folgten Professuren in Saarbrücken, Darmstadt und an der ETH Zürich, wo er seit 1999 tätig ist. Daneben lehrt er auch als Gastprofessor an ausländischen Universitäten. An der ETH Zürich gründete Friedemann Mattern das Institut für Pervasive Computing und leitet das Fachgebiet „Verteilte Systeme“. Er ist Herausgeber mehrerer Fachbücher und Fachzeitschriften auf dem Gebiet der Informatik. Friedemann Mattern arbeitet auch als Strategieberater für private Konzerne und öffentliche Institutionen und ist an einer Reihe von Industriekooperationen und Forschungsprojekten in den Bereichen „Sensornetze“ und „Internet der Dinge“ beteiligt.

David Rosenthal, lic. iur., ist seit 2001 Konsulent für Informations- und Telekommunikationsrecht der Zürcher Wirtschaftskanzlei Homburger. Zuvor führte er ein eigenes IT-Rechtsberatungsbüro in Basel. Er studierte Recht an der Universität Basel und ist dort seit 1999 und seit 2006 auch an der ETH Zürich Lehrbeauftragter für Informations- und Telekommunikationsrecht. Seine berufliche Karriere begann er als Softwareentwickler. Er baute den ersten Schweizer IT-Presse- und Informationsdienst (IPD) auf und ist Autor mehrerer Bücher.

Beat F. Schmid, Prof. Dr. sc. math., ist seit 1987 Professor für Informationsmanagement der Universität St. Gallen (HSG). Er studierte theoretische Physik, doktorierte 1971 und habilitierte 1980 an der ETH Zürich. Es folgten Forschungs- und Lehrtätigkeiten an den Universitäten Mannheim, Zürich und St. Gallen sowie an der ETH Zürich; daneben war er Berater für die Wirtschaft auf dem Gebiet der Planung und des Informations-Managements. Beat Schmid war 1989 Mitbegründer des Instituts für Wirtschaftsinformatik und dort bis 1997 Direktor; 1998 war er Gründungsdirektor des Institutes für Medien- und Kommunikationsmanagement der Universität St. Gallen. Seine Forschungsschwerpunkte sind Wissensrepräsentation und -management, Elektronische Märkte und E-Business, neue Medien und Kommunikationsmanagement.

Ingo Schulz-Schaeffer, Dr. rer. soc., ist Privatdozent für Soziologie an der Technischen Universität Berlin und hat dort in den vergangenen Semestern die Professur für Techniksoziologie vertreten. Derzeit ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Techniksoziologie der Universität Dortmund. Er ist leitender Redakteur der „Soziologischen Revue“, Mitherausgeber der „Science, Technology & Innovation Studies“ und Vorstandsmitglied der Sektion Wissenschafts- und Techniksoziologie der Deutschen Gesellschaft für Soziologie und der Gesellschaft für Wissenschafts- und Technikforschung (GWTF e.V.). Seine Forschungsgebiete sind Wissenschafts-, Technik- und Innovationsforschung, Handlungstheorie und Rechtssoziologie.

Felix Weber, Dipl. Math., ist Wissenschafts- und Computerjournalist. Er studierte Mathematik an der ETH Zürich und arbeitete zunächst als Software-Entwickler in der Industrie. Dann wechselte er schrittweise in die Medienbranche, wo er nun schon seit über 25 Jahren als freischaffender Fachjournalist für in- und ausländische Publikationen tätig ist.

Weitere Publikationen von TA-SWISS

Rainer Zah, Claudia Binder, Stefan Bringezu, Jürgen Reinhard, Alfons Schmid, Helmut Schütz

Future Perspectives of 2nd Generation Biofuels



2010, 328 Seiten, zahlr. Grafiken und Tabellen, durchg. farbig, Format 16 x 23 cm, broschiert
ISBN 978-3-7281-3334-2
auch als eBook erhältlich

Martin Möller, Ulrike Eberle, Andreas Hermann, Katja Moch, Britta Stratmann

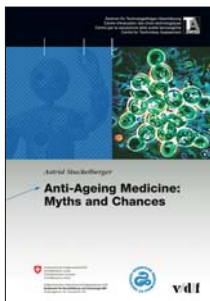
Nanotechnologie im Bereich der Lebensmittel



2009, 228 Seiten, zahlreiche Tabellen und Grafiken, Format 16 x 23 cm, broschiert
ISBN 978-3-7281-3234-5
auch als eBook erhältlich

Astrid Stuckelberger

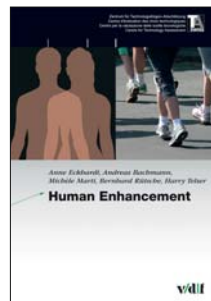
Anti-Ageing Medicine: Myths and Chances



2008, 328 Seiten, zahlreiche, z.T. farbige Abb. und Grafiken, Format 16 x 23 cm, broschiert
ISBN 978-3-7281-3195-9
auch als eBook erhältlich

Anne Eckhardt, Andreas Bachmann, Michèle Marti, Bernhard Rütsche, Harry Telser

Human Enhancement



2011, 300 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Tabellen, Format 16 x 23 cm, broschiert
ISBN 978-3-7281-3396-0
auch als eBook erhältlich



vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Voltastrasse 24, VOB D, CH-8092 Zürich
Tel. +41 (0)44 632 42 42, Fax +41 (0)44 632 12 32, verlag@vdf.ethz.ch, www.vdf.ethz.ch

Computer dringen in immer mehr Lebens- und Wirtschaftsbereiche ein, und sie agieren zunehmend selbständiger. Tiefgreifende Auswirkungen für die Gesellschaft und die Wirtschaft sind die Folge. Eine neue Qualität der Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine macht nicht nur ein Überdenken von Rechtsnormen notwendig, sie provoziert auch grundsätzliche Fragen zur Rolle des Menschen in einer technisierten Lebenswelt.

Der vorliegende Sammelband macht das Phänomen Verselbständigung des Computers in seiner Natur und seinen Erscheinungsformen für interessierte Laien anhand vieler Anwendungsbeispiele fassbar und umschreibt die Herausforderungen, mit denen die Wissenschaften sowie die Politik und letztlich wir alle konfrontiert sind.

Mit Beiträgen von: Bruno Baeriswyl, Danielle Bütschi, Fulvio Caccia, Albert Kündig, Marc Langheinrich, Friedemann Mattern, David Rosenthal, Beat F. Schmid, Ingo Schulz-Schaeffer, Felix Weber