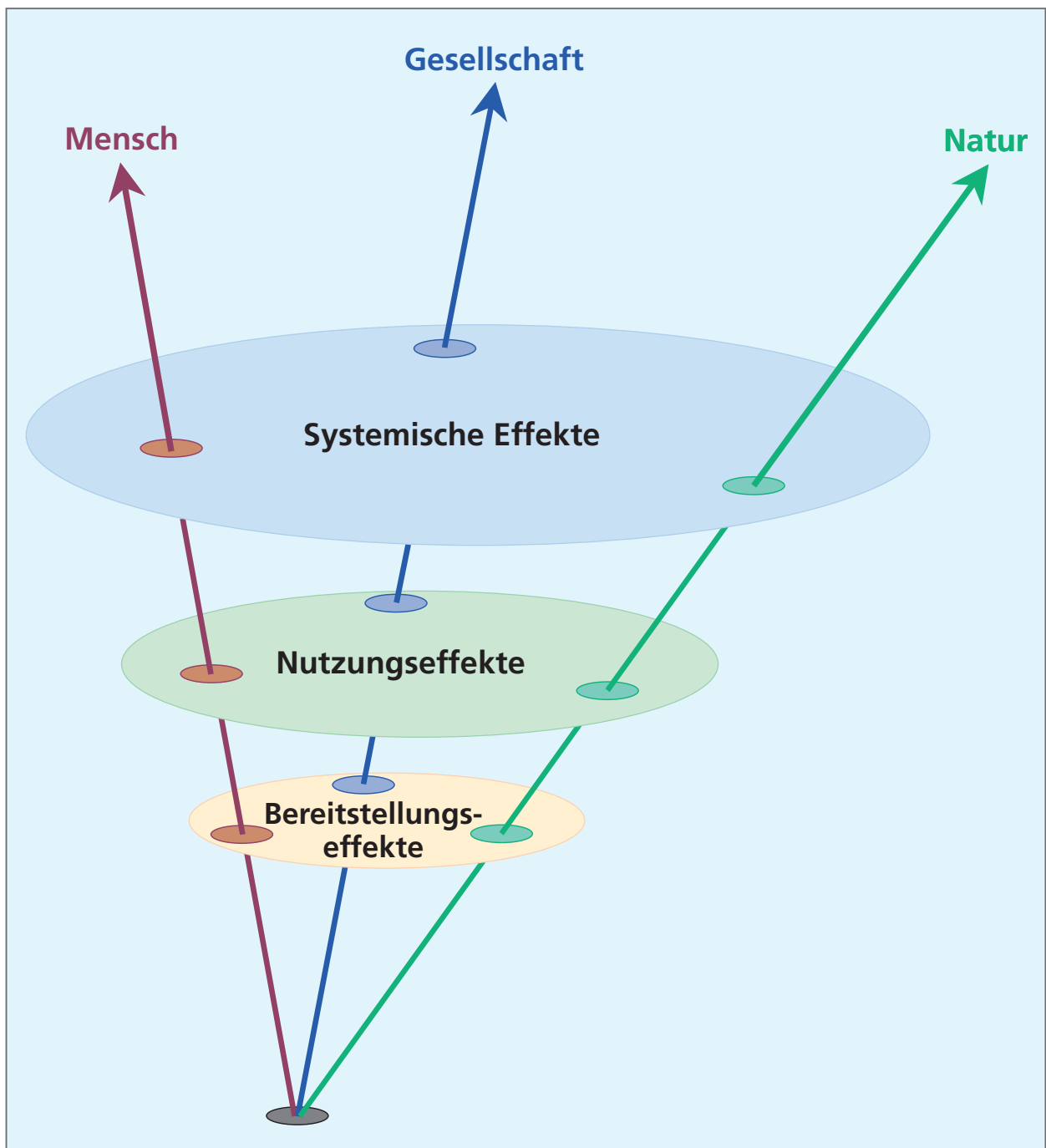


# Memorandum

## Nachhaltige Informationsgesellschaft





---

# **Memorandum**

## **Nachhaltige Informationsgesellschaft**

Mario Dompke, Justus von Geibler, Wolf Göhring,  
Melanie Herget, Lorenz M. Hilty, Ralf Isenmann,  
Michael Kuhndt, Stefan Naumann, Dietlinde Quack,  
Eberhard K. Seifert

Fraunhofer IRB Verlag

Mario Dompke, Justus von Geibler, Wolf Göhring, Melanie Herget, Lorenz M. Hilty, Ralf Isenmann, Michael Kuhndt, Stefan Naumann, Dietlinde Quack, Eberhard K. Seifert

Das vorliegende Memorandum zeigt ein Zwischenergebnis des GI-Arbeitskreises «Nachhaltige Informationsgesellschaft» (GIANI) und soll zur Diskussion anregen.

Entwurf des Titelblatts: Wolf Göhring  
Graphische Gestaltung/Layout: Therese Bracher

Diese und aktualisierte Versionen des Memorandums werden auch unter <http://www.giani-memorandum.de> veröffentlicht.

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek:  
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Druck:  
Satz- und Druck-Center des Fraunhofer-Informationszentrums Raum und Bau IRB, Stuttgart.  
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB  
Nobelstraße 12, D-70569 Stuttgart  
Telefon 07 11 / 970 - 25 00  
Telefax 07 11 / 970 - 25 08  
E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)  
[www.irb.fraunhofer.de](http://www.irb.fraunhofer.de)

ISBN 3-8167-6446-0

# Vorwort

Mit diesem Memorandum will der Arbeitskreis «Nachhaltige Informationsgesellschaft» der Gesellschaft für Informatik aufzeigen, welchen Beitrag Informations- und Kommunikationstechnologien (Information and Communication Technologies, ICT) zu einer nachhaltigen Entwicklung leisten können. Der immer breitere Einsatz von ICT begünstigt nicht automatisch eine nachhaltige, dauerhaft umweltgerechte Entwicklung. Vielmehr ist politischer Gestaltungswille erforderlich, wenn auf dem Weg in eine globale Informationsgesellschaft die Idee der nachhaltigen Entwicklung eine Chance bekommen soll.

Damit sind zwei Themen von globaler Bedeutung angesprochen, die heute kontrovers diskutiert werden:

- **Nachhaltige Entwicklung (sustainable development)**, eine Leitidee, die mit dem «Brundtland-Report» von 1987 in die Diskussion globaler Umwelt- und Entwicklungsfragen eingeführt wurde und seit dem UNO-Weltgipfel von 1992 in Rio wachsenden Einfluss auf die politische Willensbildung ausübt. Der UNO-Weltgipfel 2002 in Johannesburg hat neue Meilensteine in dieser Diskussion gesetzt.
- **Informationsgesellschaft (information society)** oder auch Wissensgesellschaft (knowledge society), eine Vision der Veränderungen, die durch den breiten Einsatz der ICT in der Wirtschaft und anderen Bereichen der Gesellschaft ermöglicht oder beschleunigt werden. Der UNO-Weltgipfel zur Informationsgesellschaft (2003 in Genf und 2005 in Tunis) zeigt das wachsende politische Interesse an diesem Thema.

Auf dem Weg in eine globale Informationsgesellschaft bieten sich bedeutende, ja vielleicht einzigartige Chancen für eine Kurskorrektur in Richtung Nachhaltigkeit. Zugleich bringt die rasante Weiterentwicklung und Verbreitung von ICT aber auch neuartige Risiken für Natur, Gesellschaft und Individuum mit sich.

Erstaunlich ist, dass trotz dieser Zusammenhänge die Themen Nachhaltigkeit und Informationsgesellschaft in Wissenschaft, Politik und Medien noch weitgehend getrennt behandelt werden. Allerdings nimmt die Zahl

der Projekte und Publikationen rasch zu, die sich mit der Beziehung zwischen Nachhaltigkeit und Informationsgesellschaft befassen. (Ein Verzeichnis ist im Anhang zu finden.)

Mit diesem Memorandum will der Arbeitskreis «Nachhaltige Informationsgesellschaft» der Gesellschaft für Informatik (GI):

- die Chancen und Risiken aufzeigen, die sich auf dem Weg in eine globale Informationsgesellschaft für das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung ergeben,
- seine Position im Spannungsfeld verschiedener Einschätzungen und Bewertungen in diesem Feld verdeutlichen und zur Diskussion stellen,
- Empfehlungen zur Gestaltung einer nachhaltigen Informationsgesellschaft geben.

Der Text richtet sich an:

- Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die in der Informatik, in anderen mit ICT befassten Disziplinen oder auf dem Gebiet der nachhaltigen Entwicklung tätig sind,
- Lehrende und Lernende in den Bildungseinrichtungen aller Stufen,
- Medienschaffende und die interessierte Öffentlichkeit,
- Entscheidungsverantwortliche in Politik und Wirtschaft.

Das Memorandum soll nicht nur die Diskussion über Fragen einer «Nachhaltigen Informationsgesellschaft» fördern, sondern auch dazu anregen, Forschungs- und Entwicklungsergebnisse sowie Beispiele einer «guten Praxis», die zu einer nachhaltigen Informationsgesellschaft hinführen können, allgemein zugänglich darzustellen und umzusetzen. Um eine gute Lesbarkeit zu gewährleisten, haben wir auf detaillierte Quellenangaben verzichtet.

Dieses Memorandum ist keine Meinungsäußerung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI).

All jenen, die sich kritisch mit dem Thema Informationsgesellschaft auseinandersetzen, mag der Text als Ideensammlung dienen. Wir freuen uns über weitere Anregungen.

## Der Arbeitskreis GIANI

Der Arbeitskreis «Nachhaltige Informationsgesellschaft» wurde im Jahr 2000 auf Initiative von Michael Paetau, Bonn, und Lorenz Hilty, St.Gallen, als Aktivität des Fachausschusses «Informatik im Umweltschutz» der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), Bonn, gegründet.

Ziel des Arbeitskreises ist es, zur Verwirklichung einer nachhaltigen Informationsgesellschaft beizutragen. Ausgangspunkt ist die Beobachtung, dass der Wandel in Richtung einer Informationsgesellschaft weitgehend durch die Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien getrieben ist und Fragen der Human-, Sozial- und Naturverträglichkeit dieser Technologien zu wenig beachtet werden.

Die Mitglieder sind überwiegend Forscherinnen und Forscher aus den Bereichen Informatik, Ökologie, Ökonomie und verwandten Gebieten.

Namentlich gekennzeichnete Artikel im Anhang dieses Memorandums geben die Meinung der jeweiligen Autorinnen und Autoren wieder.

### Mitglieder (Stand Juli 2004):

Dr. Michael Angrick, Berlin

Dipl.-Ing. Mario Dompke, Bonn

Dipl.-Forstwirt Justus von Geibler, Wuppertal

Dipl.-Math. Wolf Göhring, Sankt Augustin

Dipl.-Umweltwiss. Melanie Herget, Göttingen

Prof. Dr. Lorenz M. Hilty, St.Gallen

Dr. Corinna Hölzer, Göttingen

Dr. Ralf Isenmann, Kaiserslautern

Dipl.-Ing. Michael Kuhndt, Wuppertal

Dipl.-Inform. Stefan Naumann, Birkenfeld

Dr. Werner Pillmann, Wien

Dr. Dietlinde Quack, Freiburg

Prof. Dr. Uwe Schneidewind, Oldenburg

Dr. Eberhard K. Seifert, Wuppertal

Der Arbeitskreis dankt dem Fraunhofer-Institut Autonome Intelligente Systeme für die Übernahme der Druckkosten und der Abteilung «Technologie und Gesellschaft» der EMPA, St. Gallen, für die redaktionelle und graphische Bearbeitung.

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
	<b>Der Arbeitskreis GIANI</b>	<b>6</b>
	<b>Kurzfassung</b>	<b>9</b>
	<b>Summary</b>	<b>11</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>Thesen und Empfehlungen</b>	<b>15</b>
2.1	Effekte der Bereitstellung von ICT	16
2.1.1	Humanverträglichkeit der ICT-Bereitstellung	16
2.1.2	Sozialverträglichkeit der ICT-Bereitstellung	18
2.1.3	Naturverträglichkeit der ICT-Bereitstellung	21
2.2	Effekte der Nutzung von ICT	23
2.2.1	Humanverträglichkeit der ICT-Nutzung	23
2.2.2	Sozialverträglichkeit der ICT-Nutzung	26
2.2.3	Naturverträglichkeit der ICT-Nutzung	29
2.3	Systemische Effekte von ICT	32
2.3.1	Humanverträglichkeit der systemischen Effekte von ICT	32
2.3.2	Sozialverträglichkeit der systemischen Effekte von ICT	34
2.3.3	Naturverträglichkeit der systemischen Effekte von ICT	35
<b>3</b>	<b>Resumée und Roadmap</b>	<b>37</b>
<b>Anhang</b>		
	<b>Weiterführende Publikationen</b>	<b>41</b>
	<b>Vertiefende Artikel</b>	
	ICT-Bereitstellung: Der materielle Lebenszyklus der Internetinfrastruktur	42
	Über die Datenwelt	46
	Computer und Bildung	51
	Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft	53
	Roadmap – Formen, Einsatzgebiete und Einsatzgrenzen	55





# Kurzfassung

## Eine nachhaltige Informationsgesellschaft entsteht nicht von selbst

Die rasante Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik (Information and Communication Technology, ICT) stimuliert den technischen Fortschritt auf allen Gebieten und führt zu einer steigenden Effizienz unseres täglichen Handelns. Die neu entstehenden Gestaltungsspielräume könnten genutzt werden, um dem Ziel einer nachhaltigen Entwicklung näher zu kommen, also eine langfristig human-, sozial- und naturverträgliche Form des Wirtschaftens zu realisieren.

Der Arbeitskreis «Nachhaltige Informationsgesellschaft» des Fachausschusses «Informatik im Umweltschutz» der Gesellschaft für Informatik e.V. ruft Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Nichtregierungsorganisationen (NGOs) dazu auf, die Chance zur Verwirklichung einer nachhaltigen Informationsgesellschaft zu ergreifen.

Es gibt allerdings Anzeichen dafür, dass der heute beschrittene Weg in die Informationsgesellschaft uns vom Ziel einer nachhaltigen Entwicklung entfernt. Nur wenn die bisher weitgehend getrennten Diskussionen über Informationsgesellschaft einerseits und über nachhaltige Entwicklung andererseits zusammengeführt werden, wird es gelingen, negative Auswirkungen von ICT auf Mensch, Gesellschaft und Natur zu vermeiden.

Die wichtigsten Aussagen dieses Memorandums lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Problematisch ist die verbreitete Neigung, das bisher exponentielle Wachstum digital gespeicherter und übertragener *Daten* als Zuwachs von *Information* oder *Wissen* zu interpretieren. Das Internet zum Beispiel bietet große Chancen für die Entwicklung zu einer besser informierten Gesellschaft, doch dieses Ziel lässt sich nicht auf technische Gegebenheiten reduzieren.
2. Obwohl die ICT viele neue Chancen für die Ausbildung, die Partizipation an Märkten und Politik, die Bildung von Gemeinschaften, den offenen Diskurs und die Verständigung zwischen Kulturen eröffnet, ist heute die Tendenz erkennbar, dass diese Chancen ungleich verteilt werden. ICT

droht den Graben zwischen Arm und Reich, besonders zwischen dem globalen Norden und Süden, zu vertiefen, wenn nicht der politische Gestaltungswille aufgebracht wird, dies zu verhindern.

3. ICT schafft Freiräume für die individuelle Gestaltung von Lebensstilen, für eigenverantwortliches Handeln und mehr persönliche Unabhängigkeit. Zugleich aber kann die Abhängigkeit von ICT-Infrastrukturen und die Marktdominanz weniger großer Anbieter neue Risiken mit sich bringen. Die zunehmende Undurchschaubarkeit der ICT führt dazu, dass es beim Auftreten von Schäden praktisch unmöglich ist, einen Verursacher zu ermitteln und haftbar zu machen. Die damit verbundenen sozialen Risiken, besonders hinsichtlich der Verteilung von Verantwortung, sollten bewusst gemacht werden.
4. Die Effizienzsteigerungen, die im ICT-Sektor selbst (z.B. gemäß Moore's Law), aber auch durch Anwendung von ICT zur Optimierung von Prozessen, zur Substitution von Produkten durch Informationsdienstleistungen oder von Reisen durch Telekommunikation erzielt werden, führen nicht automatisch zu einer Einsparung von natürlichen Ressourcen. Dies ist unter anderem auf den so genannten Rebound-Effekt zurückzuführen, der bei konstanten Kosten- und Zeitbudgets dafür sorgt, dass der Übergang zu effizienteren Techniken eine Ausweitung der Aktivitäten nach sich zieht. Wegen dieses Effekts führen technische Maßnahmen allein nicht zu einem Rückgang der Naturbeanspruchung durch Produktion und Konsum. Vielmehr müssten gleichzeitig Rahmenbedingungen geschaffen werden, die Anreize zu einem sparsamen Umgang mit Material und Energie geben.
5. Zu wenig Beachtung wird der Tatsache geschenkt, dass die Bereitstellung der ICT mit erheblichen Umweltwirkungen verbunden ist. Dabei wachsen der Energieverbrauch der ICT und das Aufkommen an Elektronikschrott zu neuen Problemen heran. Der größte Teil des weltweit anfallenden E-Waste wird heute in ärmeren Ländern mit Verfahren entsorgt, die Mensch und Umwelt großen Gefahren aussetzen.

Die ICT bietet zweifellos große, noch weitgehend ungenutzte Potenziale für eine nachhaltige Entwicklung. Wenn die oben beschriebenen Risiken aber nicht realistisch eingeschätzt und frühzeitig minimiert werden, drohen die Chancen für eine nachhaltige Informationsgesellschaft verspielt zu werden.

# Summary

## A Sustainable Information Society Doesn't Come about by Itself

The rapid development of Information and Communication Technologies (ICT) is stimulating technical progress in all areas and increases the efficiency of everyday activities. New opportunities are available to get us closer to the goal of sustainable development, i.e. to reach a kind of economic activity that is compatible over the long run with human and social welfare, and with nature.

In writing this Memorandum, the Working Group «Sustainable Information Society» of the German Informatics Society (GI) calls out to politicians, business and the scientific community to seize this opportunity to make the sustainable information society a reality. There are clear signs that this opportunity is being missed. Only if the discourse on information society is combined with the discourse on sustainable development it will be possible to avoid negative effects of ICT on humans, society and nature.

The important tenets of the Memorandum can be summarized as follows:

1. We are concerned about the widely exhibited trend to interpret exponential growth in digitally stored and transmitted data as a growth of information or knowledge. The Internet, for example, may offer great opportunities to develop into a society that is more informed and more knowledgeable; but such a development should not be attributed to the existence of technical conditions alone.
2. Although ICT offers great opportunities for education, participating in markets and politics, the efficiency of markets, the creation of communities, open discourse and intercultural understanding, a trend is ascertainable today that these opportunities are being distributed very unevenly. ICT is threatening to exacerbate the divide between rich and poor, especially between the Global North and South, unless political will is brought to bear so that ICT applications are oriented more towards the local needs of people and to create more educational opportunity for young people worldwide.
3. ICT is creating spaces for individuals to choose their own lifestyles, to take self-responsible action and to enjoy more personal independence. At the same time, though, they are bringing with them new dependencies on infrastructure and companies who dominate the market. Furthermore the technology is becoming increasingly obtuse, and as a result it is practically impossible to assign responsibility and liability in the event of a claim. Therefore research and politics should take into account the social risks arising from this state of affairs, especially as regards the distribution of responsibility.
4. The substantial increases in efficiency that are being demonstrated in the ICT sector itself (as per Moore's Law) and through application of ICT to optimize processes, and to substitute information services for products or telecommunications for travel, do not automatically cause any resources to be saved. This is partially due to the so-called rebound effect, according to which a transition to more efficient technologies causes an expansion of activities given constant financial and time budgets. Because of this effect technological measures alone do not cause a reduction in the use of natural resources by production and consumption. Instead politicians have to create framework conditions which give incentives for a more economical use of material and energy.
5. Too little attention is being paid to the fact that both the energy consumption of ICT and the expansion of electronics waste are becoming new threads. Most of the electronics waste collected worldwide is being disposed of in poor countries with technology that is totally insufficient, and is causing great danger for humans and the environment.

There is no doubt that ICT offer great potential for sustainable development that has hardly been tapped yet. However, unless the downsides and risks of ICT described above are assessed realistically and discussed openly, the opportunity to reorient our activities towards a sustainable Information Society may be lost.

# 1 Einleitung

## Was ist nachhaltige Entwicklung?

Die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen («Brundtland-Kommission») hat 1987 mit der folgenden Formulierung die globale Nachhaltigkeitsdebatte in Gang gesetzt:

Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass zukünftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.

Wir verstehen nachhaltige Entwicklung als Leitidee, die eine Handlungsrichtung vorgibt. Diese Leitidee enthält eine Reihe normativer Entscheidungen und führt in der Regel zu Kontroversen, in denen sich individuelle und kulturelle Unterschiede ausdrücken. Die Konkretisierung einer nachhaltigen Entwicklung lässt sich deshalb nur in einem breiten gesellschaftlichen Diskurs legitimieren.

In diesem Memorandum orientieren wir uns an drei grundlegenden Kriterien:

- *Humanverträglichkeit*: Dem einzelnen Menschen soll kein Schaden zugefügt werden. Die Würde der Person soll gewahrt werden.
- *Sozialverträglichkeit*: Die Beziehungen der Menschen zueinander und das dadurch entstehende Gesellschaftssystem sollen nicht geschädigt werden. Die Partizipation soll gewahrt sein.
- *Naturverträglichkeit*: Die Umwelt soll nicht dauerhaft geschädigt werden. Die natürlichen Lebensgrundlagen sollen bewahrt werden.

Diese drei Kriterien spiegeln die elementaren Bezüge des Menschen in der Welt wider und schließen die häufig verwendeten Kategorien Ökonomie, Ökologie und Soziales («Drei-Säulen-Konzept» der Nachhaltigkeit) mit ein.

In Abgrenzung zum «Drei-Säulen-Konzept» ist für uns die Ökonomie jedoch eingebettet in Gesellschaft

und Natur. Da wirtschaftliches Handeln sich auf den einzelnen Menschen, das soziale Zusammenleben und die Natur auswirkt, sollten die inhaltlichen Leitbilder der Ökonomie die drei Kriterien der Human-, Sozial- und Naturverträglichkeit berücksichtigen.

## Was ist Informationsgesellschaft?

Der Begriff der Informationsgesellschaft wird heute sehr uneinheitlich verwendet und transportiert häufig implizite Werturteile. Ähnliches gilt für den Begriff der Wissensgesellschaft, der nahezu austauschbar verwendet wird.

Häufig wird von «Informationsgesellschaft» als einem Ist-Zustand gesprochen, der u. a. durch folgende Merkmale gekennzeichnet ist (*deskriptiver Ansatz*):

- Ein zunehmender Teil des Bruttosozialprodukts wird durch den informationswirtschaftlichen Sektor erwirtschaftet.
- Unternehmen und Privathaushalte nutzen intensiv Informationen, die durch digitale Medien vermittelt werden.
- Koordinationsprozesse in allen gesellschaftlichen Funktionssystemen finden zunehmend räumlich und zeitlich entkoppelt statt.

Dieser Ansatz birgt jedoch die Gefahr, dass die Grundfrage der Technikethik – «Mit welcher Technik wollen wir in welcher Welt leben?» – übergangen wird und die Auswirkungen von ICT auf Gesellschaft als Faktum hingenommen werden. Um dies zu vermeiden und die Gestaltbarkeit dieser Entwicklung zu betonen, wollen wir Informationsgesellschaft, analog zu nachhaltiger Entwicklung, als Leitidee und Soll-Zustand auffassen (*normativer Ansatz*):

Informationsgesellschaft ist eine Gesellschaft, in der jedes Individuum seine Bedürfnisse nach Information und Kommunikation befriedigen kann, ohne die demokratischen Grundrechte anderer zu verletzen.

Auch bei der Konkretisierung dieser Leitidee sind – wie im Falle der nachhaltigen Entwicklung – Zielkonflikte und Kontroversen zu erwarten, die nur im gesellschaftlichen Diskurs gelöst werden können.

Die heutige Diskussion über Informationsgesellschaft (oder auch Wissensgesellschaft) ist durch eine enge Verzahnung dreier Entwicklungen motiviert:

- **Technischer Fortschritt:** Innovationen im Bereich der ICT folgen in sehr kurzen Zeitabständen aufeinander.
- **Wirtschaftliches Wachstum:** Die ICT-Branche, darunter die Hard- und Softwareindustrie sowie die Informationsdienstleister, sind große Wachstumsbranchen.
- **Wandel der Lebensstile:** Der Einsatz moderner ICT verändert nicht nur die Arbeitswelt, sondern auch Lernmethoden, Freizeitverhalten usw. und prägt damit neue Lebensstile.

Die Triebkräfte hinter diesen Entwicklungen müssen vor allem im Wettbewerb gesehen werden. Im Kampf um Marktanteile, Standorte, Arbeitsplätze und Löhne wird auf neue Ressourcen zurückgegriffen, werden neue technische Lösungen und Produkte sowie neue Arbeitsplätze geschaffen und Einkommen neu bestimmt.

Das Ergebnis dieser engen Verzahnung von technischem Fortschritt, wirtschaftlichem Wachstum und einem Wandel der Lebensstile ist bereits für einen Zeitraum von 10 Jahren schwer vorherzusagen. Aber die Unsicherheit der Prognose sollte als Chance zur Gestaltung der Entwicklung verstanden werden: «The best way to forecast the future is to create it».

In der Diskussion über Informationsgesellschaft oder Wissensgesellschaft verschwimmen gelegentlich die Bedeutungsgrenzen von «Daten», «Information» und «Wissen». Wir verstehen diese Begriffe wie folgt:

- **Daten:** Daten sind in Form von Zeichen (z. B. als Zahlen, Texte oder Bilder) codierte Erfahrungen oder Ereignisse.

- **Informationen:** Aus Daten werden Informationen, wenn sie von einem System (dies kann ein Individuum oder eine Organisation sein) *interpretiert* werden.

- **Wissen:** Aus Informationen wird Wissen, wenn diese in einen *Erfahrungskontext* eingebettet und damit anwendbar werden.

Erst die gesellschaftlich vermittelte Fähigkeit, Daten zu «lesen», macht daraus Information. Wenn das Individuum sie schließlich im eigenen Lebenszusammenhang umzusetzen vermag, dann ist aus Information Wissen geworden. Wenn man auch Organisationen (Systeme von Individuen) als Träger von Wissen und Information auffasst, gelten für sie analoge Aussagen.

Der immer breitere Einsatz von ICT, insbesondere das explosionsartige Wachstum des Internets, lässt sich nicht als konstituierendes Merkmal einer Informations- oder Wissensgesellschaft, sondern allenfalls einer «Datengesellschaft» deuten. Wie weit die breite Verfügbarkeit von Daten zur Vermehrung von *Information* oder *Wissen* beiträgt, bedarf im Einzelfall einer näheren Analyse.

## Drei Wirkungsebenen der ICT

Um die Bedeutung der ICT für Mensch, Gesellschaft und natürliche Umwelt zu analysieren, können drei verschiedene Wirkungsebenen unterschieden werden:

1. Effekte der Bereitstellung der ICT, zum Beispiel Energie- und Materialverbrauch durch Produktion, Nutzung und Entsorgung von ICT-Hardware (Bereitstellungseffekte).
2. Effekte der Nutzung der ICT, zum Beispiel Energieeinsparung durch Prozessoptimierung oder

Vermeidung von Verkehr durch Telekommunikation (Nutzungseffekte).

3. Effekte auf das gesamte System, die nur indirekt mit der einzelnen ICT-Anwendung im Zusammenhang stehen, zum Beispiel die so genannten Rebound-Effekte als Reaktion auf Effizienzsteigerungen, wirtschaftlicher Strukturwandel, institutionelle Veränderungen, Auswirkungen auf Lebensstile (*systemische Effekte*).

Die nachfolgende Tabelle illustriert diese Einteilung:

Effekte	Ursachen	Beispiele
<b>Bereitstellungseffekte</b> (Effekte erster Ordnung)	Herstellung, Betrieb und Entsorgung der Netzwerk-Infrastruktur (z.B. Servern oder Datenleitungen) und der Endgeräte (z.B. PC oder Mobiltelefon)	Arbeitssicherheit in den Produktionsprozessen  Arbeitsplatzsicherung und -schaffung in einzelnen Phasen des Lebensweges der ICT  Ressourcenverbrauch durch Produktion, Installation, Wartung und Entsorgung
<b>Nutzungseffekte</b> (Effekte zweiter Ordnung)	Nutzung von ICT und ICT-basierten Dienstleistungen (z.B. Informationsdienstleistungen, E-Commerce Telearbeit oder E-Government)	Stress durch Informationsüberflutung  Zugang zu Information und Dienstleistungen  Umweltwirkungen von Produkt- und Dienstleistungssystemen
<b>Systemische Effekte</b> (Effekte dritter Ordnung)	Anpassung von Verhaltensweisen, Einstellungen und Strukturen an die Verfügbarkeit von ICT und ICT-basierten Dienstleistungen (z.B. Änderung der Lebensstile, Konsummuster und Arbeitsformen, oder Änderung von bestehenden ökonomischen und politischen Strukturen)	Lebenslanges Lernen  Veränderte Verteilung von Chancen und Risiken in der Gesellschaft  Langfristige Änderung der Stoff- und Energieströme sowie der Flächennutzung

## 2 Thesen und Empfehlungen

Wenn wir in diesem Memorandum von (neuen) ICT sprechen, beziehen wir uns auf das gesamte Spektrum digitaler Technologien – vom «PC» über das Handy bis zum Mikroprozessor in der Waschmaschine, dem MP3-Player in der Armbanduhr oder dem Smart Label am Frachtcontainer.

Die elektronische Informationsverarbeitung (Computer) und die Telekommunikation (Telefon, Radio, Fernsehen usw.) waren zunächst getrennte Technologien. Im Zuge der Digitalisierung zuvor analoger Medien (z. B. Telefon, Tonträger, Bildträger) und durch die Ausbreitung des Internets werden diese Technologien miteinander verschmolzen. Zugleich hat die Miniaturisierung von Mikroprozessoren und anderen elektronischen Schaltungen dazu geführt, dass immer mehr programmierbare Chips in andere Geräte und Gegenstände eingebettet werden, wo man sie kaum mehr wahrnimmt. Bereits heute sind 98 % der Mikroprozessoren eingebettet.

Rund 600 Millionen Menschen haben in den letzten 15 Jahren Zugang zum Internet gefunden – dies sind rund 10 % der Weltbevölkerung. Derzeit spricht vieles dafür, dass sich die rasante Ausbreitung von ICT fortset-

zen wird. Der Einsatz drahtlos vernetzter, mit Sensoren ausgestatteter Prozessoren in Gegenständen des täglichen Gebrauchs steht noch bevor (Pervasive Computing). IBM rechnet damit, dass in 10 Jahren eine Milliarde Menschen eine Billion «intelligenter» Gegenstände benutzen wird.

Eine weitreichende Durchdringung des Alltags mit kaum mehr wahrnehmbaren ICT-Komponenten wird nicht ohne Auswirkungen auf Individuum, Gesellschaft und Umwelt bleiben. Damit stellt sich die Frage, ob und unter welchen Bedingungen diese Entwicklung mit der Vision einer nachhaltigen Entwicklung vereinbar ist oder sogar geeignet wäre, uns diesem Ziel näher zu bringen.

Um die Effekte von ICT systematisch zu ordnen, verwenden wir die unten dargestellte Struktur. Jedes der neun folgenden Unterkapitel enthält die Thesen und Empfehlungen des Arbeitskreises zu einer Zelle dieser Matrix. Dabei beschränken wir uns auf zivile Anwendungen der ICT. Militärische Anwendungen zu berücksichtigen, würde den Rahmen des Memorandums sprengen.

im Hinblick auf	Human- verträglichkeit (Individuum)	Sozial- verträglichkeit (Gesellschaft)	Natur- verträglichkeit (Umwelt)
Wirkungs- ebene			
Effekte der ICT-Bereit- stellung (Effekte 1. Ordnung)	2.1.1	2.1.2	2.1.3
Effekte der ICT-Nutzung (Effekte 2. Ordnung)	2.2.1	2.2.2	2.2.3
Systemische Effekte von ICT (Effekte 3. Ordnung)	2.3.1	2.3.2	2.3.3

## 2.1 Effekte der Bereitstellung von ICT

Bevor ICT genutzt werden kann, muss die erforderliche Infrastruktur bereitgestellt werden. Die ICT-Bereitstellung umfasst neben der Produktion von ICT-Geräten viele weitere Prozesse, die mit Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft verbunden sind. So werden zum Beispiel Rohstoffe gewonnen, Computerchips hergestellt, Programme entwickelt, Kupfer- und Glasfaserleitungen produziert und zu Netzwerken verbunden und Satelliten ausgebracht. Die Geräte müssen mit Energie versorgt, gewartet, repariert, aufgerüstet und schließlich entsorgt werden.

Die Vision des «Pervasive Computing» sieht eine noch deutlich stärkere Durchdringung des Alltags mit bereits existierenden und zukünftigen Technologien vor. Gebrauchsgegenstände, Fahrzeuge, Gebäude, Kleidung und auch der menschliche Körper werden mit Komponenten ausgestattet, die in der Lage sind, Daten zu speichern, zu verarbeiten und zu übertragen.

### 2.1.1 Humanverträglichkeit der ICT-Bereitstellung

#### Veränderung der Arbeitsbedingungen

Die ICT bringen weltweit Arbeitsplätze unterschiedlicher Qualität mit sich. Während die «Wissensarbeit» (z. B. Konstruktion, Planung, Entwurf) immer noch vorwiegend in den reichen Industrieländern stattfindet, werden in ärmeren Ländern eher körperliche Arbeiten (z. B. Rohstoffabbau, Produktion) ausgeführt. Allerdings ist zunehmend zu beobachten, dass auch die Wissensarbeit in ärmere Länder verlagert wird. Neben der Produktion ist auch die Entsorgung von ICT zu beachten, die aufgrund der rasch wachsenden Mengen von Elektronikschrott (e-waste) zu einem Problem geworden ist.

Im Bereich der körperlichen Arbeit sind die Gesundheitsgefahren vergleichsweise deutlich sichtbar, und es liegen bereits viele Erkenntnisse und Standards für eine humanverträgliche Arbeitsgestaltung vor – auch wenn diese häufig in «Billiglohnländern» nicht angewandt werden. Die Auswirkungen der Wissensarbeit sind hingegen noch lange nicht vollständig erkannt und untersucht. So findet z. B. Softwareentwicklung noch häufig unter erheblichem Leistungsdruck an nicht menschengerechten Arbeitsplätzen (Licht, Platz) statt.

#### Elektromagnetische Strahlung

Elektromagnetische Strahlung, deren Intensität nicht hoch genug ist, um ionisierend zu wirken, wird heute als Nichtionisierende Strahlung (NIS) bezeichnet. Dazu gehören insbesondere Funkwellen, die für Radio, Fernsehen, Mobilfunk und andere drahtlose Netzwerke genutzt werden. Gegen thermische Wirkungen von NIS (d.h. Wirkungen durch Erwärmung des Körpergewebes) besteht heute ausreichender Schutz durch Grenzwerte. Die Diskussion um «Elektrosmog» bezieht sich auf mögliche Wirkungen unterhalb der thermischen Wirkungsschwelle (sog. athermische Wirkungen). Es gibt einige Hinweise auf die Existenz athermischer Wirkungen auf Organismen, ohne dass sie bisher kausal erklärt werden können.

Die Entfernung zwischen Strahlungsquelle und Körper hat wesentlichen Einfluss auf die Intensität der Einwirkung. Deshalb sind die heutigen Einwirkungen durch Basisstationen (fest installierte Sendeanlagen) viel geringer als jene durch Endgeräte, die in der Nähe des Kopfes gehalten werden. Aufgrund der Hinweise auf athermische Wirkungen (z. B. veränderte Hirntätigkeit (EEG) während des Schlafs), ist bei einem weiteren Ausbau der drahtlosen Infrastruktur Vorsicht geboten. Die Benutzung körpernah betriebener Sender sollte angesichts des noch fehlenden Wissens über die Auswirkungen freiwillig bleiben.

#### Körperkontakt mit ICT

Mikroelektronik wird heute zunehmend in Gegenstände des täglichen Gebrauchs eingebettet (z. B. Haushaltsgeräte, Spielzeug) und bald auch am Körper getragen (sog. wearables, z.B. Cyberbrillen oder in Kleidung eingewebte Elektronik). Zugleich werden aktive Implantate entwickelt (implantables), die über den Herzschrittmacher hinaus therapeutische oder auch leistungssteigernde Funktionen erfüllen sollen. In Verbindung mit Mikro- und Nanotechnologie wird an schluckbaren und sogar injizierbaren Elektronikkomponenten gearbeitet (ingestables, injectables).

Es ist möglich, dass der allgemein zunehmende Körperkontakt mit ICT auch bei Vermeidung des Kontakts mit toxischen Substanzen Fremdkörperreaktion im weitesten Sinne hervorrufen kann, von Allergien bis hin zu Zellveränderungen.



### **Anpassung an Nutzerbedürfnisse**

Mit der Einbettung von ICT-Komponenten in andere Produkte besteht zugleich die Chance, diese Produkte den Erfordernissen und individuellen Bedürfnissen der Nutzer besser anzupassen. Es ist allerdings zu beachten, dass Erfordernisse und individuelle Bedürfnisse nicht immer selbstbestimmt definiert werden (können), sondern auch z.B. aus Gewöhnungseffekten oder Marketingstrategien resultieren. Die Folge können

Anpassungen sein, die Gesundheit oder Wohlbefinden beeinträchtigen oder Effizienz vermindern (z.B. im Bereich der Oberflächengestaltung von Softwareprodukten). Eine systematische Beobachtung, Gruppierung und Bewertung der ICT-Gestaltung unter dem Aspekt der Humanverträglichkeit gerät wegen der Schnelllebigkeit der ICT-Entwicklungen immer stärker in den Hintergrund.

## **Empfehlungen zur Humanverträglichkeit der ICT-Bereitstellung**

### **Forschungsbedarf:**

- Forschungsbedarf besteht bezüglich der Arbeitsbedingungen bei Produktion, Unterhalt und Entsorgung von ICT und einer humanverträglichen Gestaltung dieser Arbeit in allen Ländern.
- Vermutete Gesundheitsrisiken von ICT sollen laufend erforscht werden, um im Sinne des Vorsorgeprinzips frühzeitig, d.h. vor der Ausbreitung von Massentechnologien, notwendige Korrekturen zu ermöglichen.
- Die Forschung soll die Gestaltung der ICT im Hinblick auf die physischen und psychischen Bedürfnisse und Fähigkeiten von Nutzern und indirekt Betroffenen verstärkt untersuchen und prototypische Lösungen anbieten.

### **Politischer Handlungsbedarf:**

- Die Politik ist gefordert, über Modelle der Ko-Finanzierung die Arbeitsbedingungen entlang des ICT-Lebensweges menschenwürdig und kulturgerecht zu gestalten – insbesondere innerhalb der bislang vernachlässigten Produktionsschritte, in denen Basiskomponenten für die ICT gewonnen werden oder die Entsorgung stattfindet. Dieser Prozess kann und muss durch internationale Zusammenarbeit unter Beteiligung von Nichtregierungsorganisationen (NGOs) eingefordert und beschleunigt werden.

- Von der Forschung identifizierte Gesundheitsgefährdungen sind frühzeitig (proaktiv statt reaktiv) in der Gesetzgebung aufzugreifen. Um zu vermeiden, dass z.B. bei einem technischen Generationenwechsel falsche Bewertungen zugrunde gelegt werden, sind Risikoanalysen zu vermuteten Gesundheitsgefährdungen kontinuierlich fortzuführen. Hier ist eine verstärkte Zusammenarbeit von privaten und öffentlichen Einrichtungen (public-private partnership) gefragt.

### **Empfehlungen an Unternehmen:**

- Die Hersteller von ICT-Produkten sollen Forschungsergebnisse zur humanverträglichen Technikgestaltung in ihren Produkten stärker als bisher berücksichtigen. Langfristig wird sich dies positiv auf den Geschäftserfolg auswirken, insbesondere wenn Nichtregierungsorganisationen wie z.B. Umweltverbände, Verbraucherorganisationen, Kirchen oder Gewerkschaften entsprechende Aufklärungsarbeit leisten.
- Die Hersteller und Importeure von ICT und Serviceanbieter sollen unter Einbindung von Verbraucherschutzverbänden geeignete Verbraucherinformationen zu erkannten und vermuteten Gesundheitsgefahren entwickeln. Diese sollten die entsprechenden Sachverhalte (z.B. Strahlungsintensitäten) transparent und verständlich darstellen und den Nutzern konkrete Handlungsmöglichkeiten aufzeigen

## 2.1.2 Sozialverträglichkeit der ICT-Bereitstellung

### Volkswirtschaftliche Bedeutung

In Deutschland umfasst die Bereitstellung der ICT grob geschätzt etwa 1 Million Arbeitsplätze und 7-8 % der Wertschöpfung.

Bei den einzelnen Produkten der ICT ist in den Industrieländern nach einer relativ kurzen Zeitspanne jeweils eine Marktsättigung mit sinkenden Gewinnen zu erwarten. Politik und Unternehmen sehen es deshalb als nötig an, mit Innovationen ältere Produkte schnell abzulösen und mit neuen Produkten neue Märkte zu eröffnen (zum Beispiel Handys mit zunehmendem Funktionsangebot).

### Weltweite ökonomische Verflechtung der ICT

Die Verbreitung der ICT konzentriert sich auf die Industrieländer und einige wenige weitere dynamische Wirtschaftszonen. In darüber hinausgehenden Regionen lassen sich mangels kaufkräftiger Nachfrage auf absehbare Zeit nur vergleichsweise wenige ICT-Produkte absetzen, es sei denn die Preise sinken erheblich. Auf dem «World Summit on the Information Society» wird deshalb für 2015 ein Preis von 50 \$ für eine Internet-Erstausstattung angestrebt.

Die Entwicklung von Hardware ist an hohe Investitionen und technisches Know-How gebunden, die in weiten Regionen der Welt nur unzureichend vorhanden sind. ICT lässt sich nur noch unter Einsatz von ICT weiter entwickeln und produzieren.

Ohne erhebliche ausländische Investitionen können viele Regionen der Welt kaum eine eigene ICT-Industrie aufbauen. Die Bereitstellung von ICT kostet diese Länder wichtige Devisen und häufig einen großen Teil des Bruttoinlandsprodukts. Trotzdem werden heute bereits in Indien und China jährlich mehr ICT-Fachleute ausgebildet als in den USA und in Deutschland.

Die «Global Players» investieren auch außerhalb der Industrieländer, wenn ihnen dies vorteilhaft erscheint. So finden sich die Hotline-Zentren für englisch sprechende Nutzer von ICT häufig in Indien. Ebenso ist die Fertigung von ICT schon längst in Schwellen- und Entwicklungsländern angesiedelt (beispielsweise Chips aus China, Platinen von den Philippinen). Forschung und Entwicklung (FuE) von ICT-Produkten sind gegen-

wärtig noch weitgehend in den Industrieländern konzentriert, jedoch wird auch FuE zunehmend aus Ländern mit Kosten von 80 Euro pro Stunde (beispielsweise Deutschland) in solche mit 20 Euro pro Stunde (asiatische ICT-Länder) verlagert.

### Schwierige Kapitalverwertung

Die Entwicklungskosten eines ICT-Produkts (Hardware, Software) sind im Vergleich zu den Herstellungskosten in der Massenproduktion (Fertigung von Chips, Kopien von Daten) besonders hoch, anders als bei vielen anderen herkömmlichen Produkten. Dies und der stetige Preisverfall erschweren sowohl die Preisgestaltung für die Einzelstücke als auch die Kapitalverwertung.

### Komplexität, Qualitätssicherung, Gebrauchstauglichkeit, Kompetenz

Jeder individuelle Beitrag in der Entwicklung von ICT liefert bereits ein komplexes Teil des Ganzen. Die entstehende Gesamtkomplexität unterscheidet ICT-Produkte von anderen und macht sie anfällig für Fehler. Aber auch neue Technologien, neue Anwendungen, neue Komponenten, die physische Alterung der Hardware sowie die Einbettung in andere Systeme berühren stets die Qualitätssicherung.

Die Gebrauchstauglichkeit von ICT-Produkten erfüllt häufig nicht die Erwartungen. Auch können Kleinigkeiten in der Auslegung eines ICT-Produkts zu massenhaften und skurrilen, aber auch zu dramatischen Fehlfunktionen oder Missverständnissen mit schwerwiegenden Unfällen führen.

Mangelnde Kenntnisse über ICT-Systeme und eine kapitalintensive Fertigung führen häufig dazu, dass Installation, Wartung und Reparatur zentral von global agierenden Firmen organisiert werden. Hierdurch wird auch die Kompetenz für einen tiefergehenden Umgang mit den Systemen zentralisiert, statt sie – gestützt auf ICT – vielen zugänglich zu machen.

**Gestaltung von Übergängen (technische Migration)**

Neue Produkte der ICT werden heute in den Industrieländern in einer Umgebung eingesetzt, die immer mehr durch eine vorangegangene ICT-Generation geprägt ist. Diese ältere ICT ist nach den Entscheidungen damaliger Entwickler und im Rahmen damaliger Interessen und gesellschaftlicher Wertungen konstruiert.

Bei Neuerungen müssen die älteren Schnittstellen übernommen werden, damit die Technik nach dem Austausch von Komponenten noch funktioniert. Übernimmt man Schnittstellen nicht, so muss das Vorhandene weitgehend ersetzt werden. Ein Beispiel hierfür wäre der kurzfristige Ersatz des analogen Fernsehens durch das digitale.

Der Übergang auf neue Produkte der ICT kann auch bei Dritten zu einer vorzeitigen Aussonderung von Material führen und zusätzliche Kosten verursachen. Dies betrifft auch den privaten Nutzer, wenn seine Anlage nach den alten Standards zwar funktionsfähig ist, diese aber von einigen Partnern nicht mehr bedient werden. Auch die Installation und Einarbeitung in unter Umständen uninteressante, aber nicht abweisbare Zusatzprodukte verursacht Kosten.

Beim Übergang zu neuen ICT-Produkten können Datenbestände verloren gehen, wenn sie mit den neuen Systemen nicht mehr lesbar sind. Ein Umkopieren kostet wiederum Ressourcen. Ausserdem haben Datenträger nur eine begrenzte Lebensdauer – ein Problem, das sich mit der Nanotechnologie noch verschärfen könnte.

Auch kann das Wissen über die korrekte Interpretation digitaler Daten verloren gehen, wenn der Entstehungshintergrund nicht mehr verfügbar ist.

**Datenzugang, Information, Monopolisierung**

Frei zugängliche Daten, offene technische Standards und offene Formen der technischen Produktion erweitern den öffentlichen Raum und das öffentliche Geschehen. Sie erleichtern demokratische Teilhabe und stützen eine an Nachhaltigkeit orientierte Wirtschaftsweise, indem irgendwo erarbeitetes und digitalisiertes Wissen leichter über Zeit und Raum mitteilbar, aufnehmbar und nutzbar wird.

Die ICT lässt sich in öffentlichen Prozessen weiter entwickeln, wenn Entwürfe im Internet veröffentlicht werden. Auf diese Art können die Human-, Sozial- und

Naturverträglichkeit in größerem Maß als bei abgeschotteter Entwicklung berücksichtigt werden.

Wenn Firmen Käuferdaten zum Ausbau von Marktpositionen nutzen, ohne ihrerseits etwa Produktionsdaten offenzulegen, so fördert dies Konzentrationsprozesse, die zur Marktdominanz einzelner Anbieter (zum Beispiel der Global Players) führen können.

Wenn ein Marktführer mit neuen Produkten eigene Standards für Schnittstellen setzt, die er nur verzögert, wenn überhaupt veröffentlicht, so hindert dies Mitbewerber, ihre Produkte rechtzeitig daran anpassen zu können. Dies mindert ihre Marktchancen und gefährdet den freien Wettbewerb.

## Empfehlungen zur Sozialverträglichkeit der ICT-Bereitstellung

### Forschungsbedarf:

- Die Forschung soll mit Unterstützung von *Politik und Wirtschaft* die ökonomischen Perspektiven und Fragen untersuchen, die in der Produktion, Nutzung und Entsorgung von ICT liegen.
- Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Komplexität von ICT-Systemen, wenn diese beherrschbar, sicher, effektiv und effizient nutzbar sein sollen. Auch die *Bildung* soll sich dem Umgang mit Komplexität und der Qualitätssicherung der Systeme widmen.
- Die Rolle von technischen Standards im Wettbewerb soll verstärkt untersucht werden mit dem Ziel, einen funktionierenden Wettbewerb im ICT-Sektor zu erhalten.

### Politischer Handlungsbedarf:

- Die Rahmenbedingungen sollen vor allem im Bereich des geistigen Eigentums so gestaltet werden, dass die Weiterentwicklung des gesellschaftlichen Wissens als öffentliches Gut weiterhin sichergestellt ist. Wissenschaftliche Ergebnisse sollen für Forschung, Lehre und Ausbildung frei zugänglich bereitgestellt werden.
- Die Politik soll die Entwicklung offener (nicht-proprietärer) Standards fördern durch internationale Zusammenarbeit auf Regierungsebene, aber auch über die *Forschung*, über *Verbände* und *Nichtregierungsorganisationen*. Der Gesetzgeber soll *öffentliche Stellen* verpflichten, Information in offenen Standards bereitzustellen. Eine flankierende Maßnahme ist die Förderung von Entwicklungen wie Open Source und die Freie Software (zum Beispiel das GNU-Projekt mit GNU/Linux).
- Der Gesetzgeber soll Regelungen zur Veröffentlichung technischer Unterlagen von ICT-Produkten (Quellcode, Layouts, Spezifikationen, Dokumentation, Schnittstellen, Herstellungs- und Testverfahren) schaffen. Insbesondere sollte ein Unternehmen, das ein eigenes ICT-Produkt nicht mehr weiter pflegt, anderen die weitere Pflege der alten Versionen ermöglichen.

### Empfehlungen an Unternehmen:

- Die *Entwickler* von ICT sollen Menschen und ihre Organisationen bei der Systementwicklung in den Mittelpunkt einer ganzheitlichen Betrachtung stellen und sich mit Interessenvertretungen verschiedener Gruppen austauschen, um eine größtmögliche Gebrauchstauglichkeit der ICT-Produkte zu sichern (user interfaces for all, design for usability, inclusive design). Ein barrierefreier Zugang zu Inhalten und Diensten der ICT ist besonders für Behinderte wichtig und hängt oft von kleinen Designmerkmalen ab. ICT-Produkte sollen von unabhängigen Stellen (wie Technische Überwachungsvereine, Verbraucherorganisationen) nach den bekannten Standards überprüft werden. Diese Prüfstellen sollen die Prüfergebnisse im Web veröffentlichen. Die Gebrauchstauglichkeit soll auch Gegenstand von Forschung und Ausbildung sein.

### Weitere Empfehlungen:

- Eine gemeinsame Aufgabe für *Forschung, Politik, Wirtschaft und Nichtregierungsorganisationen* ist es, dem Monopolisierungsrisiko entgegenzuwirken, das durch technische Firmenstandards (sog. proprietäre Standards) entsteht. Der Gesetzgeber soll Hersteller verpflichten, technische Schnittstellen ihrer Produkte rechtzeitig zu veröffentlichen, damit Wettbewerber sich darauf einstellen können.
- Die gleichen Akteure sollen gemeinsam Verfahren entwickeln für die Übergänge zu neuen Generationen von ICT-Komponenten und für die Sicherung von Datenarchiven in Unternehmen, Verwaltungen, Bibliotheken und im Internet. Gelingt dies nicht, besteht die Gefahr eines «Gedächtnisverlusts der Gesellschaft» und langfristig der Verlust des schriftlich niedergelegten kulturellen Erbes.

### 2.1.3 Naturverträglichkeit der ICT-Bereitstellung

#### Ressourcenverbrauch

Der Lebensweg der Hardware von der Produktion über die Nutzung bis zur Entsorgung wurde für ausgewählte Produkte (PC, Mobiltelefon) schon mehrfach auf ökologische Auswirkungen untersucht. Die Herstellung von Mikroelektronik erfordert natürliche Ressourcen in einem Umfang, der den miniaturisierten Endprodukten nicht anzusehen ist. Dieser ökologische Rucksack ist – bezogen auf die Masse des Endprodukts – wesentlich größer als bei anderen Industrieprodukten.

Je nach Gerätetyp ist der Rucksack um einem Faktor von 60-300 schwerer als das Gerät selbst. Beispielsweise hat ein einzelner PC einen Rucksack von etwa 1,5 t. Die ressourcenintensivsten Bauteile sind dabei die integrierten Schaltungen wie z.B. der Prozessor oder die Speicherchips. Die weitere Miniaturisierung der ICT-Geräte erhöht den Anteil dieser funktionalen Materialien am Gesamtprodukt.

Die Miniaturisierung der integrierten Schaltungen selbst, deren Packungsdichte sich nach dem «Moore'schen Gesetz» etwa alle 18 Monate verdoppelt, verkleinert zwar auch den Rucksack pro Leistungseinheit, jedoch wurde diese Entwicklung bisher stets durch steigende Anforderungen an die Leistung der Geräte und steigende Stückzahlen überkompensiert.

#### Energieverbrauch

ICT-Infrastrukturen wie das Internet und Telefonnetze verbrauchen in hoch entwickelten Ländern einen relevanten Teil des erzeugten Stroms. Abschätzungen für das deutsche Internet gehen von 3 bis 4 Prozent des Stromverbrauches aus – mit steigender Tendenz. Dies ist insbesondere auf ununterbrochen betriebene Hardware und deren Kühlung und Belüftung zurückzuführen. Auch höhere Taktfrequenzen und die weitere Miniaturisierung der Elektronik führen aufgrund physikalischer Gegebenheiten zu höherem Energieverbrauch. Die auf den ersten Blick geringe Zahl ist nicht zu vernachlässigen, weil einerseits eine hohe Wachstumsdynamik des ICT-bedingten Stromverbrauches gegeben ist und andererseits elektrische Energie unter hohen Umweltbelastungen produziert wird. Bei der Bewertung sollten auch die Umweltwirkungen der Energiequellen, wie etwa Kraftwerksemissionen und Risiken der Kernenergie, berücksichtigt werden.

Allerdings wird der Energieverbrauch in der Nutzungsphase stark durch das Verhalten der Nutzenden beeinflusst. Für Deutschland wurde berechnet, dass, bezogen auf den Stromverbrauch der Privathaushalte, Leerlaufverluste von Elektrogeräten mindestens 11 % des Stromverbrauchs ausmachen, mit steigender Tendenz.

#### Gifte (Toxizität)

Einige Funktions- und Strukturwerkstoffe der ICT-Hardware, aber auch Teile des Zubehörs (Batterien) sind toxisch. Die vorkommenden Elemente reichen von Aluminium, Blei und Chrom bis zu Indium, Quecksilber, Vanadium und Zink. Insbesondere die Schwermetalle und ihre Verbindungen, aber auch halogenierte Flammenschutzmittel wie z.B. Tetrabrombisphenol A (TBBA) oder polybromierte Diphenylether (PBDE), sind toxikologisch relevant. Bei der Verbrennung von Hardware können sich hochgiftige Dioxine und Furane bilden. Miniaturisierung und Integration von ICT in andere Produkte (z.B. Kleidung) könnte eine geordnete Entsorgung von Elektronikschrott und Batterien weiter erschweren und dazu führen, dass die Entsorgungsprobleme zur dominanten Umweltauswirkung von ICT-Produkten werden.

Daneben wird auch eine gesteigerte Produktion die Umwelt belasten: Abwässer aus der Halbleiterproduktion sind oftmals stark sauer und schwermetallhaltig, die Abluft enthält hoch toxische und reaktive Gase und Partikel. Der Produktionsabfall enthält Schwermetalle, organische Lösungsmittel und Arsen.

#### Nutzungsdauer

Aufgrund der erwähnten ökologischen Rucksäcke ist die Nutzungsdauer entscheidend für die Umwelteffekte der Bereitstellung von ICT. Die kurzen Innovationszyklen in der ICT führen dazu, dass Produkte schnell veralten, obwohl sie noch funktionsfähig sind. Dies kann eine gezielte Strategie der Hersteller sein (Obsoleszenzstrategie). Die typische technische Lebensdauer von Mikroelektronik-Komponenten, die die ersten 3-5 Jahre überstanden haben, liegt bei 20-30 Jahren. Während in den ersten Jahren produktionsbedingte Mängel zu Ausfällen führen (Kinderkrankheiten), treten gegen Ende der Lebensdauer alterungsbedingte Mängel auf. Wegen fehlender Kompatibilität zu früheren Produktgenerationen und Wechsel zu Software mit höheren Ansprüchen werden die meisten ICT-Geräte gerade

dann aus dem Betrieb genommen, wenn die Wahrscheinlichkeit am höchsten ist, dass sie noch zwei Jahrzehnte störungsfrei funktionieren würden.

### Raum- und Gebäudebedarf

Sowohl am Arbeitsplatz als auch zu Hause ist aufgrund der Aufstellung von ICT der Bedarf an umbautem Raum, der in der Regel auch geheizt oder gekühlt ist,

deutlich gestiegen. Hinzu kommt der Raumbedarf für die Unterbringung mobiler Geräte, Zubehör wie Ladestationen und für die Netzwerk-Infrastruktur (z.B. Router, Server). In Zukunft könnte die weitere Miniaturisierung in Verbindung mit neuen Formen der Mensch-Computer-Interaktion (z.B. Ausgabe über Brillen statt Monitore und Eingabe auf einer virtuellen Tastatur) diesen Trend umkehren.

## Empfehlungen zur Naturverträglichkeit der ICT-Bereitstellung

### Forschungsbedarf:

- Die Forschung soll sich verstärkt der Frage annehmen, wie sich die Lebensdauer von Produkten der ICT (zum Beispiel von Satelliten, Leitungsnetzen, Endgeräten, aber auch Software und Standards) ausweiten lässt, insbesondere durch das Zusammenwirken von konstruktiven, organisatorischen, ökonomischen und politischen Maßnahmen. Dabei sind auch die Rolle von Normen, Gerätegarantien und Obsoleszenzstrategien im Wettbewerb zu behandeln und Konzepte wie «Application Service Providing» zu untersuchen, einschließlich der rechtlichen und weiteren kulturellen Anforderungen, die sich daraus ergeben.
- Forschungsbedarf besteht auch betreffend der Effizienz von Maßnahmen zur Beeinflussung des Nutzerverhaltens wie z.B. dem Ausschalten von Geräten bei Nichtgebrauch.

### Politischer Handlungsbedarf:

- Zur Reduktion der Umweltbelastungen, die durch den Energieverbrauch der ICT-Infrastruktur entstehen, sind *energiepolitische Maßnahmen* zur Förderung ressourcensparender Stromproduktion auszubauen und zu erweitern. Auf der Verbrauchsseite sind technische Vorkehrungen zu treffen, die den Verbrauch im Stand-By- oder Schein-Aus-Zustand von Geräten weitgehend reduziert.

- Die amtliche Statistik soll die offiziellen Statistiken so gliedern, dass der ICT-Sektor besser zu anderen Wirtschaftsbereichen abgegrenzt ist. Dadurch könnten die Umweltauswirkungen der Bereitstellung von ICT genauer beurteilt werden.

### Empfehlungen an Unternehmen:

- *Unternehmen des ICT-Sektors* bestimmen in der Produktentwicklung maßgeblich die Umweltwirkungen des gesamten Lebensweges der ICT. Ökologisches Produktdesign berücksichtigt umweltrelevante Aspekte wie zum Beispiel Materialauswahl, Energieverbrauch oder Recycling. Baugruppen sollen zerlegbar konstruiert sein, um Reparaturen mit kleinen Ersatzteilen zu ermöglichen. Baugruppen und Komponenten sollen eindeutige Kennzeichnungen tragen.
- Die *Hersteller auch kleinster ICT-Baugruppen* sollen im Internet die Kenndaten der Komponenten, Beschaffungswege für einen Ersatz sowie Reparaturverfahren veröffentlichen und dauerhaft pflegen. Alternativ dazu kann diese Veröffentlichung auch von öffentlich geförderten Verbraucherverbänden übernommen werden, denen die Hersteller die Daten zu liefern hätten. Produkte des täglichen Gebrauchs mit eingebetteten ICT-Komponenten (smart objects) sollen nur dann auf den Markt gebracht werden dürfen, wenn ein technisch, ökologisch und sozial tragfähiges Entsorgungskonzept vorliegt.

## 2.2 Effekte der Nutzung von ICT

Heute sind nahezu alle Lebensbereiche von ICT durchdrungen, vieles wird durch ICT überhaupt erst machbar. Beispielsweise werden in Unternehmen mit Hilfe von ICT Produkte konstruiert sowie Anlagen und Prozesse gesteuert, die öffentliche Verwaltung setzt ICT zur Verarbeitung bürgerbezogener Massendaten ein, viele medizinische Diagnosen und Therapien werden erst durch ICT möglich, und in der Aus- und Weiterbildung eröffnet ICT neue Wege des Lernens. Selbst in privaten Haushalten kann heute kaum noch auf ICT verzichtet werden: Computergesteuerte Geräte für Haushalt und Unterhaltung (weiße und braune Ware) sind heute so selbstverständlich, dass bei der Nutzung oft gar nicht mehr bewusst ist, dass die Funktionen durch ICT gesteuert werden.

### 2.2.1 Humanverträglichkeit der ICT-Nutzung

#### Neuartige Beziehungen

ICT ermöglicht es, schnell, räumlich unabhängig und scheinbar anonym auf andere zuzugehen und zum Beispiel über E-Mail oder SMS, über Internet-Chats oder Mobilfunk neue Beziehungen zu knüpfen. Neben dieser neuen Freiheit, auf andere zugehen zu können, sind andererseits Menschen oft sogar gezwungen, in ein weitgespanntes Beziehungsgeflecht einzutreten, um ihren Interessen Gehör zu verschaffen, berufliche Chancen zu wahren oder auch um institutionelle Dienstleistungen zu nutzen. Weiterhin besteht die Gefahr, sich als Individuum in der Virtualität zu verlieren (die virtuelle Welt erscheint als reale Welt), sich über «Nicknames» (Internet-Identitäten) andere Persönlichkeiten zu geben, aus Unwissenheit Kooperationen zu belasten (Unkenntnis über andere Kulturen) oder Betrügereien aufzusitzen (mangelnde Beurteilungsfähigkeit von Informationen).

Der Umgang mit diesen neuen Möglichkeiten muss nicht nur technisch erlernt werden, sondern erfordert auch eine neue Medienkompetenz, um nicht zuletzt auch mit den Gefahren umgehen zu können.

#### Informationelle Selbstbestimmung

Die informationelle Selbstbestimmung umfasst sowohl das Wissen über das Vorhandensein persönlicher Daten auf anderen Computersystemen als auch das Wissen ihres Speicherortes und der Speicherbegründungen. Eine reflektierte Ausübung der informationellen Selbstbestimmung erfordert zudem die Fähigkeit, genannte Begründungen nachvollziehen und beurteilen zu können, um so die Genehmigung oder das Verbot zur Erhebung und Speicherung persönlicher Daten bewusst erteilen bzw. Nutzungseinschränkungen formulieren zu können. Auch wenn Daten mit Wissen und Billigung abgespeichert werden, müssen Möglichkeiten geschaffen werden, um jederzeit die Richtigkeit der Daten zu kontrollieren und Änderungen zu veranlassen. Wer moderne Datendienste nutzt, hinterlässt in der Regel eine Datenspur, wobei es unerheblich ist, ob die Nutzung aktiv erfolgt (z.B. gezielte Internetsuche) oder passiv (z.B. ICT-gestützte automatische Verwaltung von Personendaten).

#### Neue Wissens- und Lernmöglichkeiten

Mit dem Internet wird dem Einzelnen ein Zugriff auf riesige Datenbestände ermöglicht. Dies eröffnet Chancen für die Aneignung von Wissen über verschiedenste Sachverhalte. Auch technische Datenblätter, Wartungsunterlagen, Reparaturbeschreibungen und Einkaufsmöglichkeiten lassen sich im Internet leichter finden als zuvor. Informationen zu Lehrgängen oder zum Arbeits- und Finanzmarkt können gesucht werden, und man kann in andere Lebens- und Kulturwelten eintreten. Es bestehen jedoch auch Barrieren, die älteren Menschen, Behinderten oder Ärmeren einen diskriminierungsfreien Zugang (universal access) zu diesen Möglichkeiten erschweren.

#### Kommunikation und Kooperation

Einzelne können sich mit Hilfe von ICT mit anderen zu virtuellen Gemeinschaften zusammenfinden. Sie können gemeinsam nachforschen und sich darüber austauschen, wie bestimmte Daten entstanden sind und wie die Qualität und Vertrauenswürdigkeit der Daten damit beurteilt werden kann. Es können sich unterschiedlichste Interessensgruppen mit relativ geringem organisatorischen Aufwand zusammenfinden und gemeinsame Aktionen planen und durchführen. Je nach

Zielen und Inhalten kann dies für eine Gesellschaft positiv (z.B. Selbsthilfegruppen oder bürgerschaftliches Engagement) oder negativ (z.B. organisierte Kriminalität oder Terrorismus) sein.

Mittels ICT-Anwendungen können zudem neue, verteilte Formen der Arbeit realisiert werden. Dadurch können auch in strukturschwachen Gebieten Arbeitsplätze geschaffen oder erhalten werden. Mittels ICT können das Wissen der Menschen und das Arbeitsergebnis dorthin gebracht werden, wo sie benötigt werden. Der räumliche Arbeitsplatz kann hingegen in strukturschwachen, meist ländlichen Regionen verbleiben.

#### **Anwendungen in der Medizin**

ICT ermöglicht es, Krankheiten gezielter zu diagnostizieren und Therapien individueller zuzuschneiden. So können mit Hilfe von ICT kontinuierlich die Körperverfassung beobachtet, die optimale Medikamentendosis ermittelt und Empfehlungen und Warnhinweise ausgegeben werden. Genauere, weniger verletzende und somit schneller heilende Operationen können mit Hilfe von ICT durchgeführt werden. Eine ortsunabhängige Unterstützung durch Fachärzte kann gewährleistet werden.

Es besteht allerdings auch die Gefahr, dass Behandlungen (insbesondere körperliche Eingriffe) allein aufgrund der technischen Möglichkeit und Einfachheit erfolgen, auch wenn der Erfolg nicht garantiert werden kann oder der Grund für den Eingriff keine zu behandelnde Krankheit darstellt. Ein extremes, aber denkbares Szenario der Zukunft könnte sogar die ICT gestützte «Aufrüstung» des Gehirns sein.

#### **Vielzahl und Komplexität der Anwendungen**

Neben den Daten wächst auch die Zahl der Anwendungen, der verfügbaren Programme und der Funktionen. Nutzer müssen sich mit dieser Vielzahl und Komplexität befassen und zunehmend Zeit damit verbringen, die für sie relevanten Bereiche zu erkennen und zu erlernen. Die Beschäftigung mit den Möglichkeiten der Anwendung von ICT wird häufig zum Selbstzweck, die Anwendung selbst kaum mehr genutzt.

#### **Vereinbarkeit von Familie, Ehrenamt und Beruf**

Die Nutzung von ICT eröffnet in vielen Bereichen der Arbeit und der Freizeit neue Möglichkeiten der Aufgabenerfüllung. Die zunehmende Ortsunabhängigkeit von Tätigkeiten und die Nutzung der gleichen ICT-Infrastruktur für Arbeit und Freizeit sind hierfür Beispiele. Dadurch werden grundsätzlich Spielräume geschaffen, die eine bessere Vereinbarkeit von Familie, ehrenamtlichen Tätigkeiten und Berufstätigkeit ermöglichen.

Mit der Geschwindigkeit und Qualität, mit der Arbeiten erledigt werden können, steigt aber auch das Niveau der Leistungsanforderungen durch Vorgesetzte und Kunden. Die Konkurrenz im Arbeitsmarkt wird härter und könnte das Engagement im informellen Sektor, der für die Gesellschaft insgesamt eine kaum zu überschätzende Bedeutung hat, zurückdrängen.



## Empfehlungen zur Humanverträglichkeit der ICT-Nutzung

### Politischer Handlungsbedarf:

- Die *öffentliche Verwaltung* hat Betroffene über die Speicherung personenbezogener Daten unaufgefordert in Kenntnis zu setzen. Im Rahmen von E-Government muss *jeder* diskriminierungsfreien elektronischen Zugang zu seinen gespeicherten Daten erhalten und diese elektronisch berichtigen lassen können.

### Empfehlungen an Bildungsinstitutionen:

- Schulen und Weiterbildungsinstitutionen sollten Medienkompetenz in Hinblick auf besondere Eigenschaften digitaler Medien fördern.
- Die Fachausbildung aller Stufen soll sich Fragen der Richtigkeit und Nachvollziehbarkeit von Daten annehmen. Nicht nur die Inhalte des jeweiligen Lerngebietes, sondern auch Wege des Erkennens und wie diese in Planung und Entwicklung berücksichtigt werden können, sollen Thema der Ausbildung sein.

### Empfehlungen an Unternehmen:

- Unternehmen sollten ICT nutzen, um ihr Marketing so auszurichten, dass die Kunden eine differenzierte Produktauswahl nach Kriterien der Human-, Sozial- und Naturverträglichkeit treffen können.

### Weitere Empfehlungen:

- Die Möglichkeiten der ICT für neue Arbeitsformen und eine verbesserte Vereinbarkeit von Beruf, Familie und Ehrenamt sowie für frei gestaltete Kooperationen sollen wissenschaftlich untersucht und in unternehmerischer Praxis wie auch im öffentlichen Bereich durch adäquate Rahmenbedingungen gefördert werden. Praxisbeispiele können verdeutlichen, dass eine Win-Win Situation für Arbeitgeber und Beschäftigte entstehen kann.
- Tarifvereinbarungen sollten so gestaltet werden, dass die Möglichkeit zu neuen Arbeitsformen gefördert, jedoch ein Zwang vermieden wird. Förderlich ist beispielsweise die Möglichkeit der parallelen Nutzung von beruflich beschafften ICT-Geräten für private oder ehrenamtliche Zwecke.

## 2.2.2 Sozialverträglichkeit der ICT-Nutzung

### Neue gesellschaftliche Beziehungen

Mittels ICT lassen sich auch dort Kontakte pflegen, Interessen abgleichen und Gemeinschaften bilden, wo früher die räumliche Entfernung ein Zusammenwirken erschwert hat.

Beim E-Government können unter anderem politische Vorgänge mit größerer Bürgerbeteiligung gestaltet werden, z.B. durch computervermittelte Mediation, die auf Machtausgleich zielt.

Auch Organisationen wie Unternehmen, Bildungsinstitute, Nichtregierungsorganisationen (Non-Governmental Organisations – NGOs), Bürgerinitiativen und Vereine können über weite Räume hinweg effizient zusammenarbeiten.

Gleichwohl kann Telekommunikation zu einem Verlust von Beziehungen im Nahraum führen.

### Datenschutz

Die allgegenwärtige Nutzung von ICT führt zu einem Datenschatten der Individuen. Sie können gegenüber staatlichen Stellen zum «gläsernen Bürger», gegenüber Unternehmen zum «gläsernen Kunden» werden.

Mittels «Data-Mining» können aus solchen Datenschatten Nutzerprofile gewonnen werden. Anbieter von Produkten und Dienstleistungen können hiermit beispielsweise Direktwerbung oder aber Vermeidung unnötiger Werbung organisieren. Problematisch können auch Freisprech- und Konferenzfunktionen moderner Telefonsysteme sein, da sie auch für ein unbemerktes Abhören missbraucht werden können. Auch mittels sogenannter «trojanischer Pferde» (Programme, die unbemerkt den PC ausspionieren) können sich Dritte leicht Zugang zur Privatsphäre verschaffen. Auf diese Weise können persönliche Daten (von elektronischen Tagebüchern bis hin zu technischen Hardwaremerkmalen wie der Seriennummer des PCs) gelesen und automatisch weiterversandt und -verarbeitet werden. Beabsichtigte Effekte wie z.B. die lückenlose Verfolgung des Lebenswegs von Produkten können damit in der technischen Umsetzung zugleich die Gefahr einer ungewollt «gläsernen Welt» bergen.

### Digitale Spaltung (Digital Divide)

Trotz einer rasanten Entwicklung der ICT hat die Hälfte der Menschheit noch nie ein Telefongespräch geführt, und erst gut ein Zehntel hat Zugang zu Internet und PC. Verschiedene Organisationen haben sich bereits als Mittler in der Nutzung von ICT erwiesen. Sie können eher als bei individuellem Erwerb von Computern den Zugang zu den neuen Medien und ihren Inhalten öffnen und eine Breitenwirkung durch ICT-Nutzung erreichen. Ihnen kommt eine wichtige Rolle bei der Überwindung der digitalen Spaltung zu.

Aufgrund ihrer Lebensumstände, mangelnder Infrastruktur, hoher Kosten und soziokulturell unangepasster ICT können viele Menschen nicht an den Möglichkeiten der ICT teilhaben. In armen Ländern betrifft dies die überwiegende Mehrheit der Bevölkerung, aber auch in den Industrieländern gibt es solche Gruppen. Es gibt einige Projekte, die erfolgreich zeigen konnten, dass die Nutzung von Radio oder Internet in armen Ländern erhebliche Vorteile bieten kann. So kann z.B. die Kooperation von Bauern über das Internet ihre Abhängigkeit von Zwischenhändlern vermindern und so höhere Einkommen bei den Erzeugern ermöglichen. Voraussetzungen dafür sind die Zugangsmöglichkeit zu den Medien, eine entsprechende Medienkompetenz und vor allem schon zuvor entwickelte organisatorische Zusammenhänge.

### Ökonomie und Datenwelt

Die vom Wettbewerb getriebene Globalisierung bedurfte der ICT, damit über den Globus verteilte privatwirtschaftliche Prozesse koordiniert werden konnten. Unkoordiniert sind jedoch die davon ausgelösten globalen sozialen Prozesse, was sich an der widersprüchlichen Entwicklung von Löhnen, Arbeitsbedingungen, sozialer Sicherung, Bildung und Migration zeigt. Mittels ICT wurden die meisten Produktionsprozesse verändert, was vor allem in den Industrieländern zu erheblicher struktureller Arbeitslosigkeit führte.

ICT ermöglicht es, Produkte mit umfassender Sachinformation (z. B. über den Produktlebensweg oder technische Eigenschaften) für den Nutzer zu versehen. Der Konkurrenz wegen unterbleibt dies jedoch noch weitgehend.

Die universelle Verfügbarkeit von Daten wird sowohl durch technische Vorkehrungen als auch durch

Vorschriften (z. B. Urheberrecht) eingeengt. Sich darauf berufend, durchkämmen Software-Hersteller beispielsweise weltweit Computer automatisch nach Raubkopien. Solche Verfahren können auch als Vorwand für Industriespionage dienen. In solchen Praktiken liegt ein erhebliches Konfliktpotential, das bei freier Software (Freeware, z. B. Linux) nicht besteht.

### **Arbeitsverhältnisse**

Mittels ICT lassen sich manche Arbeitsverhältnisse flexibler gestalten. Es können in einem Unternehmen unterschiedlich organisierte Arbeitsverhältnisse ineinander verzahnt bestehen und zu neuen Organisationsformen der Arbeit führen.

ICT ermöglicht eine freiere und selbstständigere Tätigkeit (Partizipation), wenn Daten für Entscheidungen zugänglich sind oder weitergegeben werden können. Gleichzeitig wird die – auch internationale – Vernetzung von Arbeit verstärkt, was zu hohen Anforderungen hinsichtlich interkultureller Kompetenz führt.

### **Lebenslanges Lernen**

ICT kann lebenslanges Lernen fördern über Online- und Offline-Angebote sowie Angebote des so genannten Blended Learning, einer Mischform von Präsenz- und Online-Lernen. Die besondere Chance, die sich durch ICT in der Aus- und Weiterbildung bietet, liegt dabei in der Zeit- und Ortssouveränität bei der Nutzung.

### **Kulturelle Vielfalt**

Das Internet begünstigt bisher die englische Sprache, kann aber auch genutzt werden, um die Vielfalt der Kulturen und Sprachen sowie das darin enthaltene Wissen zu bewahren. Die Sprachen repräsentieren in besonderem Maße frei gelehrtes und zugängliches Wissen. Sie können im Internet multimedial und mit Blick auf ihre Verwandtschaften ergänzend zu herkömmlichem Unterricht gelehrt werden.

Die kulturellen Begegnungen, die die ICT ermöglicht, lassen Unterschiede und Verwandtschaften der Kulturen deutlicher hervortreten. ICT kann eine bessere Verständigung im «multikulturellen globalen Dorf» unterstützen.

Lokale Rundfunk- und Fernsehprogramme, die von lokalen, nicht-kommerziellen Organisationen getragen

werden, sind bürgernah und an örtliche Verhältnisse angepasst; sie liefern regionale Inhalte. Dies fördert lokal angepasstes Wirtschaften in der vernetzten Welt.

## Empfehlungen zur Sozialverträglichkeit der ICT-Nutzung

### Forschungsbedarf:

- Die Forschung soll die neuen Möglichkeiten zu Gemeinschaftsbildung und Partizipation sowie die Rolle der ICT in der Globalisierung verstärkt untersuchen.

### Politischer Handlungsbedarf:

- Zur Überwindung der digitalen Spaltung soll die Politik in der Entwicklungszusammenarbeit vor allem Verbänden, Verwaltungen, Unternehmen, Genossenschaften und Gewerkschaften den Zugang zur ICT ermöglichen, damit diese das weltweite Wissen lokal nutzbringend verwenden, ihre Informationen global zugänglich machen und überregionale Zusammenarbeit entwickeln können.
- Die Politik soll durch entsprechende Bildungsprogramme die Medienkompetenz fördern, ohne jedoch herkömmliche Bildungssysteme einzuschränken.
- Der Gesetzgeber soll Grundrechte wie die Vereinigungs- und Meinungsfreiheit und das informationelle Selbstbestimmungsrecht auch in der elektronisch vernetzten Arbeitswelt sichern. Arbeitgeber sollen Arbeitnehmerdaten nur aufgrund kollektiver Regeln im Konfliktfall gegen Arbeitnehmer verwenden dürfen.
- Geschäftsbedingungen, die dem Kunden eine Erlaubnis zum Ausspähen eines gekauften Gerätes abverlangen, sollen nur unter strengen Auflagen gesetzlich zulässig sein.
- Der Gesetzgeber soll die notwendigen Rahmenbedingungen schaffen für den Umgang mit geistigem Eigentum in einer ICT geprägten Welt, die sich an der Maxime der grundsätzlichen universellen Verfügbarkeit von Informationen orientieren.
- In besonderen Fällen (beispielsweise bei Lebensmitteln, Pharmaka oder zur Sicherung einer Ersatzteilversorgung) soll zum Schutz der Verbraucher eine *gesetzliche Pflicht* zur Veröffentlichung von Produktdaten auch im Internet bestehen.

### Empfehlungen an Unternehmen:

- Entwickler und Anwender von ICT sollen sich mit dem Paradoxon auseinandersetzen, dass die in den Unternehmen eingesetzte ICT-Leistung um vieles stärker wächst als die Produktivität («ICT productivity paradox»).
- Unternehmen sollen, gegebenenfalls mit Hilfe von Verbraucherorganisationen, im Internet umfassend über ihre Produkte informieren. Die Unternehmen sollen Umweltinformationen über Produkte und Produktionsprozesse (beispielsweise über ökologische Rucksäcke), Hinweise für einen umweltverträglichen Gebrauch (inkl. Reparaturmöglichkeiten) und über die Verfahren zum Recycling sowie Rückgabemöglichkeiten anbieten.
- Arbeitgeber sollen das Potenzial von ICT nutzen, um die Beschäftigten über technische und betriebliche Vorgänge schneller und umfassender zu informieren.

### Weitere Empfehlungen:

- *Politik und Zivilgesellschaft* sollen auf kulturelle Vielfalt und auf Medienvielfalt hinwirken, beispielsweise durch die Förderung Internet-gestützter Sprachkurse, Spracharchive und Übersetzungshilfen. Die weltweiten Migranten und ihre Organisationen sollen Partner eines solchen Programms sein. So könnte z.B. der Sprachendienst der Europäischen Union die von ihm genutzten Übersetzungshilfen über das Internet frei zugänglich machen.
- *Forschung, Bildungsinstitutionen und Zivilgesellschaft* sollen auf eine Netz- und Datenkultur hinwirken, die den kritischen Umgang mit wachsenden Datenbeständen und mit Komplexität sowie den Datenschutz und die Chancengleichheit umfasst. Die Urheber von Daten sollen in einem Impressum sichtbar und für ihre Daten verantwortlich sein. Für die Wahrnehmung und Kontrolle der Verantwortung soll die Zivilgesellschaft geeignete Verfahren entwickeln.

### 2.2.3 Naturverträglichkeit der ICT-Nutzung

Nach heutigem Kenntnisstand wird die Menschheit in den kommenden Jahrzehnten eine etwa 10-fach höhere Ressourceneffizienz erreichen müssen (Dematerialisierung). Die Ressourceneffizienz kann durch geringeren Materialverbrauch, durch Recycling, durch längere Gebrauchsdauer und durch gemeinschaftlichen statt individuellen Gebrauch der Produkte erhöht werden. Recycling und geringerer Materialverbrauch pro Stück dürften eher nur den kleineren Teil einer auf das 10-fache erhöhten Ressourceneffizienz ausmachen, die zum größeren Teil durch erheblich reduzierte Stückzahlen zustande zu bringen wäre.

#### Dematerialisierung durch ICT

Der für die Bereitstellung von ICT notwendige Ressourcenverbrauch könnte sich ökologisch «auszahlen», wenn durch die Nutzung dieser Technologie andere Prozesse dematerialisiert werden. Dematerialisierung bedeutet, dass die gleiche Wertschöpfung mit wesentlich geringerem Einsatz von Material und Energie erreicht werden kann.

- *Ökologisch effiziente Produktgestaltung und Produktion:* Der Einsatz von ICT im Produktdesign und in der Produktionsplanung kann ressourcenschonende Prozesse unterstützen, die Wartung verbessern, Verbrauchswerte verringern und die Entsorgungseigenschaften von Produkten verbessern.
- *Produktkettenmanagement:* Eine durch ICT verbesserte Kommunikation und Kooperation zwischen den Akteuren entlang einer Produktkette kann Ressourcen sparen. Unter anderem können Produktion, Transport und Lagerung überschüssiger Mengen vermieden werden. Auch in Massenmärkten beginnt die Produktion zunehmend erst, wenn ein Produkt nachgefragt ist (z.B. Bücher: print on demand).
- *Ökologisch effiziente Dienstleistungen:* Der Ersatz ressourcenintensiver Produktion von Sachgütern durch eine ressourcenschonendere Erbringung von Dienstleistungen wird in vielen Bereichen erst durch

ICT möglich. Zum einen sind dies Informations- und Kommunikationsdienstleistungen (z.B. der Ersatz von Printmedien durch elektronische Medien oder auch die Vermeidung von Geschäftsreisen durch virtuelle Zusammenarbeit), zum anderen die Organisation von Sharing- und Leasingmodellen, bei denen nur der Produktnutzen anstelle von materiellen Produkten verkauft wird (z.B. pay per use). In diesen Fällen werden die Produkte besser ausgelastet, und der Hersteller (wenn er gleichzeitig die Dienstleistung anbietet) hat ein Interesse an einer langen Nutzungsdauer.

#### Grenzen der Dematerialisierung

Die Dematerialisierung stößt bei Produkten an Grenzen, die direkt zur Befriedigung physischer Bedürfnisse dienen. Nahrungsmittel beispielsweise können wohl per Internet bestellt werden, die Produktion und Auslieferung erfolgt aber natürlich in der realen Welt, mit den entsprechenden Umweltbelastungen.

Auch ist physische Anwesenheit ein Element der Kommunikation, das sich nicht beliebig ersetzen lässt. Erfahrungen haben gezeigt, dass Vertrauen nur zwischen Menschen entstehen kann, die sich ab und zu persönlich treffen. Jedoch ist nicht auszuschließen, dass mit besserer Technologie – Videokonferenz und Telekooperation stecken heute noch in den Kinderschuhen – ein kultureller Wandel eintritt, der virtuelle Meetings so selbstverständlich macht wie heute das Telefongespräch, zumindest als Ergänzung gelegentlicher direkter Kontakte.

Aber auch aus anderen Gründen sollten Dematerialisierungspotenziale vorsichtig beurteilt werden. In der heutigen Transport- und Arbeitsmarktsituation sind beispielsweise in Deutschland vom gesamten Personenverkehr nur 1,6 % durch Telearbeit zu ersetzen, da nur ein Teil des gesamten Personentransports auf Arbeitswege entfällt, nur ein Teil der Arbeit für Telearbeit geeignet ist und ferner nicht alle Arbeitswege eines «Teleworkers» eingespart werden können.

Theoretisch betrachtet wäre das Potenzial zur Dematerialisierung des Konsums groß, denn die wenigsten Bedürfnisse des Menschen sind wirklich materieller Natur. In der Maslow'schen Bedürfnispyramide stehen über den physiologischen Bedürfnissen (wie Atmen, Ernährung, Wärme usw.) die immateriellen Bedürfnisse

nach Sicherheit, Zugehörigkeit, Wertschätzung und Selbstverwirklichung. Kein Naturgesetz besagt, dass auch diese sich im Besitz und Verschleiß von Sachgütern äußern müssen. Dennoch sind es gerade die immateriellen Bedürfnisse, auf die in unserer Kultur ein erheblicher, wenn nicht der größte Teil des materiellen Ressourcenverbrauchs abzielt.

### **Nutzungsdauer von Produkten**

Der Einsatz von ICT kann die Lebensdauer von Produkten verlängern, zum Beispiel durch elektronische Tauschbörsen oder durch ein effizienteres Management von Reparaturen. So ermöglicht ICT eine Jahrzehnte lange Bereitstellung von Ersatzteilen auch in kleinen Stückzahlen, indem (z.B. dank Internet) die technischen Daten der Ersatzteile und deren Fertigungsdaten verfügbar bleiben sowie eine globale Lagerhaltung organisiert werden kann. Über allgemein zugängliche Datenbanken könnte jederzeit Information über die Verfügbarkeit von Ersatzteilen oder die Möglichkeit einer Reparatur abgerufen werden.

Denkbar sind allerdings auch gegenläufige Effekte: Produkte mit eingebetteten ICT-Komponenten werden oft vorzeitig ausgemustert, wenn nur die ICT defekt oder veraltet ist («Virtueller Verschleiß»). Die Vision des Pervasive Computing, die den Einbau vernetzter ICT-Komponenten in nahezu alle Alltagsgegenstände vorsieht, könnte dieses Problem massiv verschärfen. IBM rechnet damit, dass in 10 Jahren eine Milliarde Menschen eine Billion ICT-Komponenten benutzen werden, die in Geräte und Gegenstände eingebettet sind.

### **Direkte Induktionseffekte**

Die Nutzung von ICT kann weiteren Ressourcenverbrauch induzieren. Beispielsweise ist die Verbreitung von Laser- und Tintenstrahldruckern ein Grund für steigenden Papierverbrauch. Während es früher recht zeitaufwendig war, Papier zu beschreiben, genügt heute ein Mausklick zum Bedrucken von einigen Kilogramm Papier. Ein weiteres Beispiel ist der Verbrauch von CDs zur Speicherung großer Mengen an Daten, die erst bei einer verstärkten Nutzung von ICT entstehen. Den Substitutions- und Optimierungseffekten, die die Dematerialisierung fördern, sind diese Induktionseffekte gegenüberzustellen. Wie die ökologische Nettobilanz der Informationsgesellschaft aus-

sehen wird, ist nach bisherigen Forschungsergebnissen noch offen und wesentlich von den Rahmenbedingungen abhängig, unter denen sie sich weiterentwickelt.

### **Umweltinformatik**

Die Umweltinformatik unterstützt den Umgang mit der Natur in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Sie trägt dazu bei, dass das Verständnis für die Wirkungszusammenhänge in der Umwelt und der Informationsgrad über Umweltzustände zunehmen. Dies geschieht insbesondere durch Umweltmonitoring, Methoden der Modellbildung und Simulation und durch Umweltinformationssysteme. Durch die Verbreitung gewonnener Informationen kann das Umweltbewusstsein in der Öffentlichkeit zunehmen

## Empfehlungen zur Naturverträglichkeit der ICT-Nutzung

### Forschungsbedarf:

- Die *Forschung* soll sich verstärkt der Frage annehmen, unter welchen Bedingungen die unbestrittenen Dematerialisierungspotenziale umgesetzt werden; insbesondere welche rechtlichen und fiskalischen Rahmenbedingungen ein günstiges Klima schaffen können für einen von ICT unterstützten Wechsel von Produkten zu Dienstleistungen (product-to-service shift).

### Politischer Handlungsbedarf:

- Die von der Politik gesetzten Rahmenbedingungen sollten derart gestaltet werden, dass bereits bestehende Optionen zu ICT-gestützten Sharing- und Leasing-Modellen geschäftlich attraktiv werden. Die Naturverträglichkeit sollte allerdings stets im Einzelfall geprüft werden.
- Die öffentliche Verwaltung soll ihre verfügbaren umweltrelevanten Daten nutzergerecht aufbereiten und veröffentlichen. Bestehende Umweltinformationssysteme wie (im deutschsprachigen Raum) der Umweltdatenkatalog (UDK) oder das «German Environmental Information Network (GEIN)» sollen ausgebaut werden und Internet-basiert nutzerfreundliche Ansichts- und Suchmöglichkeiten bieten.

### Empfehlungen an Bildungsinstitutionen:

- Bildungsinstitutionen sollen sich der wachsenden Einflussmöglichkeiten der ICT-Nutzer auf die Umweltwirkungen als Ausbildungsthema annehmen. Zum Beispiel können per Internet Produkte aus der ganzen Welt bestellt und damit umweltbelastende Transporte über erhebliche Distanzen induziert werden. Die verbesserte Markttransparenz bietet andererseits aber auch mehr Möglichkeiten, bei der Auswahl ökologische Kriterien zu berücksichtigen, z.B. beim Kauf von Textilien. Die Umweltbelastung durch ICT selbst und ihre wichtigsten Einflussfaktoren (z.B. Online-Zeit) sollten laufend didaktisch aufgearbeitet und beispielsweise in die Lehrpläne geeigneter Fächer aufgenommen werden.

## 2.3 Systemische Effekte von ICT

Um die Effekte von ICT realistisch zu beurteilen, müssen auch die mittel- und langfristigen Auswirkungen der dauerhaften Verfügbarkeit von ICT-Produkten und -Dienstleistungen berücksichtigt werden. So verändert sich beispielsweise die Nachfrage nach Produkten und Diensten, wenn diese durch den Einsatz von ICT billiger werden oder schneller konsumiert werden können. Auch betriebliche Organisationsformen verändern sich auf diese Weise, die Struktur der gesamten Volkswirtschaft ebenfalls. Da sich mit ICT vieles schneller und ortsunabhängiger erledigen lässt, ändern sich schließlich auch individuelle Lebensstile, insbesondere die Muster von Zeitnutzung und Mobilität.

Soweit solche systemischen Effekte unerwünscht sind, werden sie als Rebound-Effekte bezeichnet. Es handelt sich dabei im wesentlichen um die ökonomisch erklärbare Beobachtung, dass Effizienzverbesserungen (insbesondere die technische Möglichkeit, den gleichen Nutzen mit weniger Einsatz von Ressourcen zu erzeugen) nicht zu Einsparungen führen, sondern zu einer Ausweitung der Aktivitäten. Das ist in der Regel dann der Fall, wenn der Preis des produzierten Gutes sinkt oder der Konsum weniger Zeit erfordert als zuvor. Eine wachsende Nachfrage kann dann die erhofften Einsparungen teilweise kompensieren oder sogar überkompensieren.

### 2.3.1 Humanverträglichkeit der systemischen Effekte von ICT

#### Neue Lebensstile

Die zunehmend raum- und zeitunabhängige Verfügbarkeit von ICT-Diensten erlaubt freiere individuelle Lebensstile, da ein Teil der Aktivitäten nicht mehr an bestimmte Aufenthaltsorte gebunden ist (Kommunizieren, Arbeiten, Konsum von Unterhaltung usw.). Zudem kann ICT zunehmend tägliche Arbeiten abnehmen und erleichtern. Neben der beabsichtigten Reduzierung von Routinearbeiten kann hierdurch aber auch eine Entfremdung von den Tätigkeiten und vom Arbeitsteam eintreten durch mangelndes Verstehen des Gesamtzusammenhangs («Wissenstaylorismus»). Ferner kann die Verfügbarkeit zu jeder Zeit an jedem Ort zu einer selbstausbeuterischen Verdichtung der Arbeit führen.

#### Internet-Abhängigkeit

Der virtuelle Raum ersetzt oder ergänzt den physisch erfahrbaren Raum. Die Vermutung, dass dies langfristig zu Wahrnehmungsveränderungen führt oder andere psychische Folgen hat, ist bisher nicht empirisch belegt. Auch über das tatsächliche Ausmaß des Problems der Internet-Abhängigkeit und anderer suchtähnlicher Verhaltensmuster im Umgang mit ICT (cyberdisorder) lässt sich aufgrund der mangelnden Repräsentativität der vorhandenen Studien keine fundierte Aussage treffen. Ein Indikator für eine Suchtanalogie der Internetnutzung ist aber heute in der finanziellen Verschuldung von insbesondere Jugendlichen zu sehen aufgrund ihrer Internet- und Handynutzung. Einige Städte und Kommunen bieten bereits Suchthilfsprogramme dagegen an.

#### Veränderung von Freiheiten und Abhängigkeiten

Die Zunahme an Angeboten und Freiheiten für die Lebensgestaltung geht einher mit einer Einschränkung der tatsächlichen Freizeit im Sinne von Ruhe und gedanklichem Abschalten. Zudem wird die Nutzung der ICT für eine freiere eigene Lebensgestaltung zur Herausforderung für diejenigen, deren Lebensgestaltung dadurch eingeschränkt wird. Ohne ein verbessertes Gleichgewicht zwischen Individualität und gesellschaftlichem Miteinander (z.B. bessere Rahmenbedingungen der Kindererziehung, der Vereinbarkeit von Familie und Beruf oder der Möglichkeiten, Freizeit auch ohne große Kosten zu gestalten), werden die Vorteile der ICT in schleichende Bevormundung und andere Abhängigkeiten münden. Auch ist Toleranz gegenüber unterschiedlichen Kulturen in «Cyberregionen», bei gleichzeitiger Verhinderung der Manipulation gefordert. Wie sich ein zukünftiges gesellschaftliches Gesamtbild präsentieren wird, ist heute nicht absehbar.

#### Neue Handlungsspielräume

Mit Hilfe von ICT kann praktisch jede und jeder Ergebnisse erzeugen, für die zuvor Expertinnen und Experten erforderlich waren. Er oder sie kann Texte in verschiedene Sprachen übersetzen, schwierige Berechnungen durchführen etc., allerdings mit geringen Beurteilungsmöglichkeiten für die Qualität der Ergebnisse. Damit ermöglicht ICT eine größere Selbstständigkeit und Eigenverantwortung – vorausgesetzt, der oder



die Nutzende ist nicht durch soziale Schranken, wie sie etwa durch Bildung und soziale Traditionen bestehen, daran gehindert.

Die zusätzlichen Handlungsmöglichkeiten fördern allerdings auch die Austauschbarkeit des Einzelnen. Auch selten benötigtes, spezifisches Fachwissen kann bei Bedarf durch Generalisten, also Menschen mit breitem Basiswissen, unter Einsatz spezifischer ICT

gewonnen werden. Damit erhöhen sich die Einsatzgebiete und das in Frage kommende Arbeitsplatzangebot) für derartige Generalisten. Der Wert der Weiterbildung in Spezialgebieten verringert sich, da die Ergebnisse in diesen Gebieten mit Hilfe der ICT erlangt werden können. Die Vorteile des oder der einen können sich so in Nachteile für andere (Angst vor Arbeitsplatzverlust, Wegfall der Individualität) wandeln.

## Empfehlungen zur Humanverträglichkeit der systemischen Effekte von ICT

### Forschungsbedarf:

- Es besteht *Forschungsbedarf* hinsichtlich einer Veränderung von Lebensstilen als Folge der entstehenden Allgegenwart von ICT. Es soll untersucht werden, welche Auswirkungen die neuen Lebensstile auf das Individuum und seine Lebensumgebung haben, wie diese zu beurteilen sind und welche Strategien eingeschlagen werden müssen, um negative Auswirkungen im Vorfeld zu begrenzen.

### Empfehlungen an Bildungsinstitutionen:

- Durch ICT hervorgerufene Veränderungen im gesellschaftlichen Wertesystem (z.B. in Richtung «Tempokratie») sollten dem gesellschaftlichen Diskurs zugänglich gemacht werden. Hierzu ist es notwendig, dass Bildungseinrichtungen die Kompetenz vermitteln, technische Innovationen im Kontext gesellschaftlicher Wertesysteme zu sehen (z.B. Datenspeicherung und -auswertung im Kontext von Fragen der Privatsphäre und Autonomie). Ausbildungsstätten (Kindergärten, Schulen, Universitäten, Vereine) sollen Gelegenheiten schaffen, in denen Werte und deren Kompatibilität mit technischen Entwicklungen diskutiert und erarbeitet werden können.

### Weitere Empfehlungen:

- Die sozialwissenschaftliche Forschung sollte sich in Zusammenarbeit mit zivilgesellschaftlichen Organisationen (NGOs) der Frage annehmen, wie sich Individuen konkret mit der Durchdringung des Alltags durch ICT auseinandersetzen können. Gruppen, denen die Voraussetzungen für eine selbstbestimmte Auseinandersetzung fehlen, sollten Alternativen und Unterstützung angeboten werden. Geeignete Formen der Sozialberatung durch *Kirchen und Wohlfahrtsverbände* sollten gefunden werden.

### 2.3.2 Sozialverträglichkeit der systemischen Effekte von ICT

#### Ein neuer gesellschaftlicher Informationsraum

Eine neuartige Informationsebene der Produktionsprozesse entsteht. Die einzelnen Produktionsprozesse werden tiefer als bisher in Informationssysteme anderer gesellschaftlicher Bereiche und in die Lebenswelt hineingetragen. Insgesamt wird aus diesen bisher eher getrennten Informationssystemen ein gemeinsamer gesellschaftlicher Informationsraum entwickelt.

Menschliches Handeln bewegt sich hierbei zunehmend zwischen 'realer Welt' und ihrer 'Doppelung' oder Spiegelung in einer von der ICT getragenen Datenwelt. Bei vielen Handlungen vollzieht sich der Bezug zur 'Realwelt' nur noch vermittelt über diese Datenwelt. Der durch die ICT vermittelte Informationsraum wird mit neuartigen Regeln und Besonderheiten zu einer wichtigen Grundlage des sozialen Handelns.

Dieser Informationsraum ersetzt nicht, sondern ergänzt das gesprochene Wort, die Beispielgebung und die persönliche Begegnung.

#### Datenurwald

Die Daten im Informationsraum werden aufgrund nebenläufiger Aktivitäten von Menschen und Prozessen und aufgrund von Modellen erzeugt. Letztere können die Wirklichkeit immer nur unvollständig wiedergeben. Die Daten sind von unterschiedlichen Interessen geprägt. Nutzt man die Daten, so können sich aus diesen Gründen unerwartete Nebeneffekte ergeben. Der Informationsraum zeigt sich von dieser Seite als ein wachsender, widersprüchlicher und unvollständig nutzbarer «Datenurwald».

Im konkreten Fall wird man jeweils klären (müssen), wieweit Daten nutzbar sind. Ihre Anwendung kann zu praktischen Widersprüchen führen, die zu neuen Debatten und Daten führen. Auf dieser neuen Grundlage wird neu geplant und gestaltet. In dieser Weise können die Individuen ihre Gesellschaft auf einer wachsenden Datengrundlage als unvollkommenem, aber bestmöglichem Spiegelbild der stofflichen Welt und der gesellschaftlichen Beziehungen weiter entwickeln.

#### ICT stützt Agenda 21

Das Individuum ist mit seinen Alltagsproblemen in das Geflecht globaler Probleme hineingestellt. Es muss, um seine Chancen zu wahren, sich und andere immer wieder wirksam informieren können. Solange Information und Kommunikation auf kleine Räume und auf enge Themen beschränkt bleiben und von geringem Umfang sind, entgehen dem Individuum Möglichkeiten, an umfassenderen Lösungen mitzuwirken.

ICT ermöglicht es den Individuen zunehmend, neue Formen eines globalen gesellschaftlichen Zusammenhangs zu entwickeln, wodurch sich die ökonomischen, sozialen und ökologischen Faktoren bei der gesellschaftlichen Entscheidungsfindung zusammenführen lassen. Benötigte Daten können von jedem, der sie kennt, im Internet allgemein zugänglich gemacht und von jedem, der darauf zugreifen möchte, in der Entscheidungsfindung genutzt werden. Mittels ICT werden die nötigen Daten verfügbar, um Umwelt und Entwicklung in den Mittelpunkt gesellschaftlicher Entscheidungen stellen zu können.

Menschen mit unterschiedlichen Fähigkeiten und aus verschiedenen Weltregionen können gestützt auf ICT enger zusammenarbeiten und die Wirkungen ihrer Arbeit auf die Natur und auf sich selbst sowie auf ihren gesellschaftlichen Zusammenhalt besser einschätzen. Im Internet verfügbare Beschreibungen der verschiedenen Produktionsprozesse, Produkte und Systeme sowie Angaben über regionale, lokale, individuelle und gruppenbezogene Bedürfnisse und Möglichkeiten gestatten es, Rücksicht auf Ressourcen zu nehmen und neue Lösungen effizient zu entwickeln.

## Empfehlungen zur Sozialverträglichkeit der systemischen Effekte von ICT

### Forschungsbedarf:

- Die Forschung soll die praktische Bedeutung des entstehenden «digitalen Informationsraums» und sein Verhältnis zu anderen Formen der gesellschaftlichen Wissensrepräsentation und Wissensvermittlung verstärkt untersuchen.
- Die *Forschung* soll die mögliche Rolle der ICT bei den zu erwartenden tiefgreifenden Umbrüchen in der Arbeit, bei der Erreichung einer höheren Ressourceneffizienz und bei der notwendigen weltweiten ökonomischen Angleichung untersuchen.

### Weitere Empfehlungen:

- Forschung, Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft sollen den öffentlichen und internationalen Diskurs über diese Fragen vorantreiben.

### 2.3.3 Naturverträglichkeit der systemischen Effekte von ICT

#### Indirekte Induktionseffekte

Die Nutzung von ICT kann zu umweltbelastenden Aktivitäten in Bereichen anregen, die nicht direkt mit ICT in Verbindung stehen, wie zum Beispiel im Bereich der Mobilität: ICT ermöglicht, mehr Kontakte über große Entfernungen zu pflegen. Kontakte führen aber erfahrungsgemäß dazu, dass auch Reisen unternommen werden.

Die zunehmende Ortsunabhängigkeit von Bürotätigkeiten kann nicht nur Telearbeit fördern, sondern auch die Reisetätigkeit. Wer durch dringende Arbeiten nicht mehr an den Schreibtisch gefesselt ist, weil sie sich ebenso gut im Hotelzimmer, im Auto, auf dem Flughafen oder auf einer Urlaubsreise erledigen lassen (mobile Arbeit), ist möglicherweise häufiger unterwegs.

ICT kann auch die Entstehung verstreuter Siedlungsstrukturen begünstigen: Die zunehmende Ortsunabhängigkeit von Tätigkeiten kann langfristig zu einem Rückgang der ökologisch günstigen Kompaktheit urbaner Räume (weniger Flächenversiegelung) und zu einer weiteren Zersiedelung der Landschaft führen.

Die durch ICT ermöglichte internationale Arbeitsteilung führt zu einer Zunahme des Güterverkehrs, besonders im Bereich der Luftfracht.

#### Rebound-Effekte

Ein Rebound-Effekt liegt dann vor, wenn höhere Effizienz nicht zur Einsparung von Ressourcen führt, sondern zu einer Ausweitung der produzierten und konsumierten Mengen. Wie man beispielsweise bei Videokonferenzen festgestellt hat, führt die Entlastung des Zeit- und Reisebudgets in der Regel dazu, dass andere Reisen zusätzlich unternommen werden.

Alle durch Dematerialisierung erzielten Fortschritte sind grundsätzlich in Gefahr, durch Rebound-Effekte kompensiert zu werden. Dies gilt immer dann, wenn mit der höheren Ressourceneffizienz auch eine Verbilligung oder Zeiteinsparung verbunden ist.

Solange der Rebound-Effekt unter 100 % bleibt, also die beabsichtigte Einsparung nicht vollständig ausgleicht, ist der Nettoeffekt für die Umwelt dennoch positiv. Es gibt jedoch auch Rebound-Effekte von über 100 %, d.h. die durch höhere Effizienz mögliche Einsparung wird durch Wachstum überkompensiert.

Die allgemein zu beobachtende Beschleunigung wirtschaftlicher Prozesse, die von ICT ermöglicht wird, führt zu einem generellen Rebound-Effekt über das Zeitbudget: In einer Konkurrenzsituation wird «gesparte Zeit» zwangsläufig zu einer Erhöhung des Aktivitätsniveaus genutzt.

Die Hoffnung, durch «intelligente Straßen» Verkehr effizienter organisieren zu können und damit auch die

Umwelt zu entlasten, ist mit bisherigen Erfahrungen mit Rebound-Effekten im Verkehrsbereich nicht vereinbar. Verkehrsmanagement wird nur akzeptiert, wenn es für den Nutzer zu Zeiteinsparungen führt, und diese werden sofort kompensiert: Wer schneller zum Ziel kommt, sucht es häufiger auf oder nimmt Wege zu weiter entfernten Zielen in Kauf.

### **Globales Umweltdumping**

Die Globalisierung von Produktions- und Dienstleistungsstrukturen durch ICT leistet dem Umweltdumping Vorschub. Der Einsatz von ICT verringert die Bedeutung des geographischen Ortes der Produktion von Gütern oder Dienstleistungen. Der globale Wettbewerb um Firmenansiedlungen kann eine Abwärts-

spirale in Gang setzen, bei der sich lokale Regierungen beim Erlass oder Vollzug von Umweltvorschriften gegenseitig unterbieten. Insbesondere werden gesetzliche Bestimmungen und andere Vorgaben in entwickelten Ländern umgangen, indem umweltbelastende Tätigkeiten in ärmere Regionen verlagert werden.

## **Empfehlungen zur Naturverträglichkeit der systemischen Effekte von ICT**

### **Forschungsbedarf:**

- Für die Forschung stellen die Induktions- und Reboundeffekte der ICT-Nutzung eine Herausforderung dar, da für ihre Untersuchung die Systemgrenzen weiter gezogen werden müssen als beispielsweise bei der Analyse einzelner Produktlebenswege (life cycle assessment, LCA). Interdisziplinäre und transdisziplinäre Ansätze sind notwendig. Beispielsweise sollte untersucht werden, welche Entwicklungsszenarien von Siedlungsstrukturen sich unter dem Einfluss ICT-dominierter Arbeits- und Lebensstile mit nachhaltiger Entwicklung vereinbaren lassen.

### **Politischer Handlungsbedarf:**

- Die Politik ist gefordert, die Rahmenbedingungen für die Wirtschaftstätigkeit so zu gestalten, dass Rebound-Effekte begrenzt bleiben. Hierzu gehören Maßnahmen zur absoluten Reduktion ökologisch relevanter Inputfaktoren (Material, Raum, Infrastruktur), die auf möglichst internationaler Ebene umgesetzt werden sollten. Beispiele hierfür sind international harmonisierte Energieabgaben oder die Förderung von Maßnahmen zur verbindlichen Treibhausgasreduktionen im Rahmen des Kyoto-Protokolls. Wenn die Rahmenbedingungen entsprechend gestaltet sind, kann der Markt dafür sorgen, dass die durch ICT induzierten Material- und Energieeffizienzpotenziale genutzt werden und Rebound-Effekte ausbleiben.
- Wo sich heute schon negative Auswirkungen von ICT erkennen lassen (Beispiel «Umweltdumping», s. o.), ist die Politik gefordert, die Probleme in internationaler Zusammenarbeit zu lösen. Nur durch das Setzen von Leitplanken im Sinne weltweit einheitlicher ökologischer Mindeststandards kann gewährleistet werden, dass sich die Rebound-Dynamik nicht ökologisch ungünstige Ventile sucht.

## 3 Resümee und Roadmap

Die rasante Entwicklung der ICT fördert heute den technischen Fortschritt in nahezu allen Bereichen. ICT erleichtert den Menschen die Arbeit im Beruf und macht das tägliche Leben insgesamt in vielerlei Hinsicht angenehmer. Dabei bieten sich vielfältige Gestaltungsspielräume, um die Leitideen einer Informationsgesellschaft mit denen einer nachhaltigen Entwicklung zu verknüpfen.

Der Einsatz von ICT kann zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen, indem z.B. Instrumente geschaffen werden, die kontinuierlich komplexe ökologische Wechselwirkungen und Belastungen erfassen und bewerten, sowohl auf internationaler als auch auf volkswirtschaftlicher und betriebswirtschaftlicher Ebene.

Der immer breitere Einsatz von ICT führt jedoch keineswegs automatisch zu einer nachhaltigen Entwicklung. Vielmehr ist auch politischer Gestaltungswille erforderlich, wenn auf dem Weg in eine globale Informationsgesellschaft die Leitidee der nachhaltigen Entwicklung eine Chance bekommen soll. Es gibt mittlerweile Anzeichen dafür, dass die heute eingeschlagene Richtung in eine Informationsgesellschaft sogar vom Ziel einer nachhaltigen Entwicklung wegführt. Deshalb erscheint es hilfreich, die bislang weitgehend getrennten Diskussionen über Informationsgesellschaft und nachhaltige Entwicklung zusammenzuführen. Nur so mag es gelingen, negative Auswirkungen von ICT auf den Einzelnen, die Gesellschaft und die Natur wirksam zu vermeiden und dem Ziel einer nachhaltigen Entwicklung näher zu kommen.

Um die komplexen Auswirkungen, die von ICT ausgehen, übersichtlich darzustellen, haben wir uns an einer einfachen Grundstruktur orientiert. Diese Grundstruktur umfasst zwei Dimensionen: Grundlegende Kriterien für eine nachhaltige Entwicklung und Wirkungsebenen, die sich für eine Analyse der ICT-Effekte anbieten.

### Kriterien für eine nachhaltige Entwicklung

Die grundlegenden Kriterien enthalten drei für essentiell erachtete Verträglichkeiten, die bei einer nachhaltigen Entwicklung beachtet werden sollen:

- *Humanverträglichkeit* als Kriterium, dass dem einzelnen Menschen kein Schaden zugefügt werden soll. Die Würde der Person soll gewahrt werden.

- *Sozialverträglichkeit* als Kriterium, die Beziehungen der Menschen zueinander und das dadurch entstehende Gesellschaftssystem nicht zu schädigen. Die Partizipation der Menschen an der Gemeinschaft soll gewahrt sein.
- *Naturverträglichkeit* als Kriterium, die Umwelt nicht dauerhaft zu schädigen. Die natürlichen Lebensgrundlagen sollen bewahrt werden.

Diese drei Kriterien spiegeln die elementaren Bezüge des Menschen in der Welt wider und schließen die häufig verwendeten Kategorien Ökonomie, Ökologie und Soziales («Drei-Säulen-Konzept» der Nachhaltigkeit) mit ein.

### Wirkungsebenen zur Analyse der ICT-Effekte

Zur Analyse der Auswirkungen von ICT auf Individuum, Gesellschaft und natürliche Umwelt, eignet sich die Unterscheidung folgender drei Wirkungsebenen:

- *Effekte der ICT-Bereitstellung:*  
zum Beispiel Energie- und Materialverbrauch durch Produktion, Nutzung und Entsorgung von ICT-Hardware.
- *Effekte der ICT-Nutzung:*  
zum Beispiel Energieeinsparung durch Prozessoptimierung oder Vermeidung von Verkehr durch Telekommunikation.
- *Systemische Effekte:*  
zum Beispiel die so genannten Rebound-Effekte als Reaktion auf Effizienzsteigerungen, wirtschaftlicher Strukturwandel, institutionelle Veränderungen, Auswirkungen auf Lebensstile.

### Empfehlungen für eine nachhaltige Informationsgesellschaft

Die Verschränkung der drei Kriterien für eine nachhaltige Entwicklung mit den drei Wirkungsebenen zur Analyse der ICT-Effekte ergibt eine Matrix mit neun Feldern (Abb. 1). Die in Kapitel 2 ausführlich formulierten Thesen und Empfehlungen zu jedem dieser Felder werden im Folgenden kurz zusammengefasst.

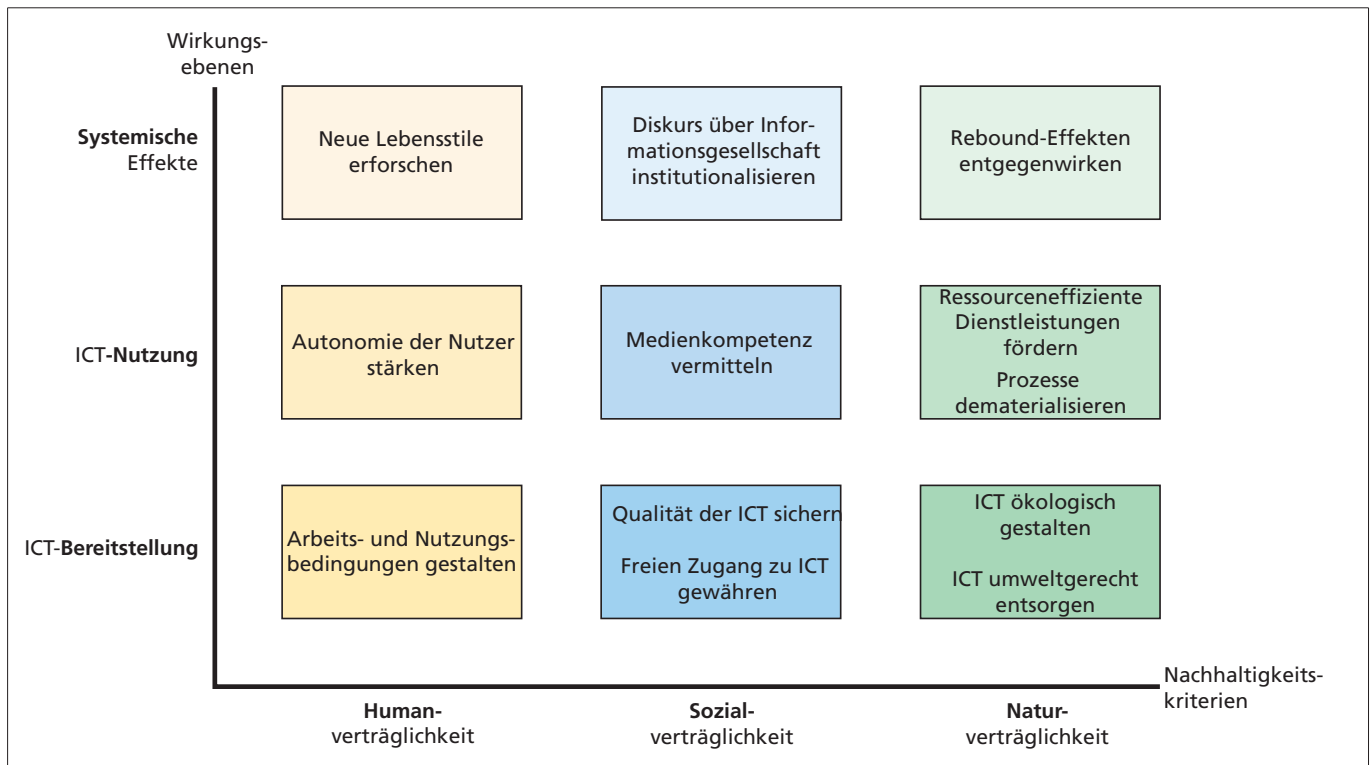


Abb. 1: Übersicht über unsere Empfehlungen zur nachhaltigen Informationsgesellschaft

Bei der ICT-Bereitstellung, die sämtliche Maßnahmen zum Aufbau und Unterhalt der entsprechenden Infrastruktur umfasst, stehen folgende Empfehlungen im Vordergrund:

- Bei allen Aspekten der ICT-Bereitstellung sollten die Arbeits- und Nutzungsbedingungen der Menschen ausdrücklich beachtet und angemessen berücksichtigt werden (Humanverträglichkeit).
- Die ICT selbst sollte einem umfassenden, dem sozialen Umfeld angemessenen Qualitätsverständnis genügen. Dies betrifft auch den freien Zugang zu ICT, also die Möglichkeit, die Chancen dieser Technologien zu nutzen (Sozialverträglichkeit).
- Ferner sollte ICT auch nach ökologischen Kriterien hergestellt, betrieben und entsorgt werden (Naturverträglichkeit).

Neben der ICT-Bereitstellung spielt die ICT-Nutzung eine entscheidende Rolle. Die ICT-Nutzung umfasst nahezu alle Lebensbereiche, von ICT-gestützten Arbeitsplätzen im Beruf bis hin zur privaten Verwendung computergesteuerter Geräte für Haushalt und Unterhaltung. Bei der ICT-Nutzung sind für uns diese Empfehlungen zentral:

- Die Nutzung der ICT sollte stets im Dienste der Autonomie der Nutzer stehen. Technische Sachzwänge, durch die der Mensch Objekt statt gestaltendes Subjekt der ICT wird, sollten weitgehend vermieden werden (Humanverträglichkeit).
- Eine selbstbestimmte und demokratische ICT-Nutzung kann nur gelingen, wenn die Nutzenden über eine entsprechende Medienkompetenz verfügen. Sie sollten ICT sowohl technisch beherrschen als auch kritisch-reflexiv damit umgehen können (Sozialverträglichkeit).

- Zur verbesserten ICT-Nutzung gehört ferner, dass ressourceneffiziente (ICT-gestützte) Dienstleistungen gefördert und die erforderlichen Produktionsprozesse weitgehend dematerialisiert werden (Naturverträglichkeit).

Zusätzlich zu den direkten Effekten durch Bereitstellung und Nutzung erzeugen ICT eine Reihe von Nebenfolgen und zeitlich verzögerten Auswirkungen, die aus einem komplexen Zusammenspiel resultieren. Wir empfehlen in diesem Zusammenhang:

- Um die ICT-spezifischen Veränderungen des menschlichen Verhaltens in umfassender Weise abschätzen und bewerten zu können, sollten stärker als bislang neue Lebensstile erforscht werden (Humanverträglichkeit).
- Daneben sollte der gesellschaftliche Diskurs über die Informationsgesellschaft etabliert und in geeigneten Formen institutionalisiert werden. Hierzu gehört auch ein Aushandlungsprozess über die anvisierten Ziele und einzuschlagende Wege (Sozialverträglichkeit).

Aus der zeitlichen Dringlichkeit der nunmehr verdichteten Empfehlungen in kurz-, mittel- und langfristig umzusetzende Maßnahmen kann eine Roadmap, ein Rahmenplan mit Prioritäten entwickelt werden:

- beginnend von Aktivitäten, die sofort bzw. *kurzfristig* eingeleitet werden sollen,
- über *mittelfristig* anzugehende Aufgaben
- bis hin zu eher *langfristig* zu verfolgenden Zielen.

Eine solche zeitlich gegliederte Darstellung vermittelt einen schnellen Überblick darüber, in welchen Bereichen unserer Meinung nach ein sofortiges Handeln notwendig und möglich erscheint, wo Wege für mittelfristige Lösungen erarbeitet und wo längerfristige strategische Maßnahmen initiiert werden sollen.

Die folgende graphische Darstellung eines solchen Rahmenplans an Massnahmen entlang der Zeit zeigt wichtige Meilensteine auf dem Weg zu einer nachhaltigen Informationsgesellschaft (Abb. 2).

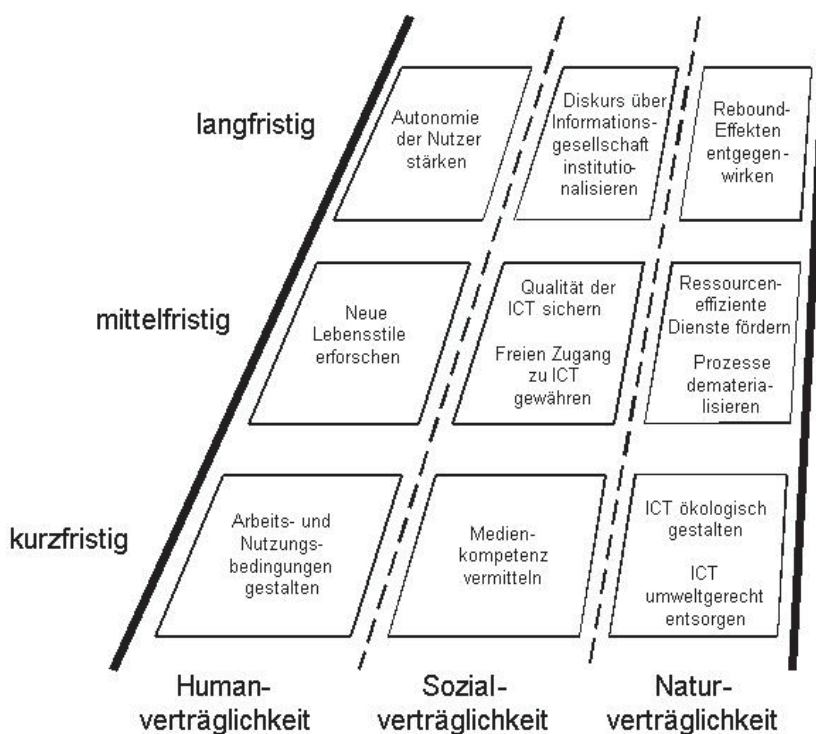


Abb. 2: Roadmap zur nachhaltigen Informationsgesellschaft





# Anhang

## Weiterführende Publikationen

Alakeson, V.; Aldrich, T.; Goodman, J.; Jorgensen, B. (2003): *Making the Net Work: Sustainable development in a digital society*. Xeris

Angrick, M. (Hrsg.) (2003): *Auf dem Weg zur nachhaltigen Informationsgesellschaft*. Marburg: Metropolis.

Berkhout, F.; Hertin, J., (2001): *Impacts of Information and Communications Technologies on Environmental sustainability: Speculations and Evidence, Report to the OECD, Brighton, UK.*

European Commission Proposal COM (2001) 264 final. *A Sustainable Europe for a Better World: A European Union Strategy for Sustainable Development*. Brussels

Hilty, L. M.; Seifert E.; Treibert R. (Hrsg.) (2004): *Information Systems for Sustainable Development*. Idea Group Inc., Hershey PA, USA.

Hilty, L. M.; Behrendt, S.; Binswanger, M.; Bruinink, A.; Erdmann, L.; Fröhlich, J.; Köhler, A.; Kuster, N.; Som, C.; Würtenberger, F. (2003): *Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft – Auswirkungen des Pervasive Computing auf die Gesundheit und die Umwelt*. Herausgegeben vom Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung (TA SWISS), Bern (TA 46/2003). Kostenlos zu beziehen be: [ta@swtr.admin.ch](mailto:ta@swtr.admin.ch) oder digital unter [www.ta-swiss.ch](http://www.ta-swiss.ch).

Kuhndt, M.; Geibler, J. v.; Türk, V.; Moll, S.; Schallaböck, K. O.; Steger, S. (2003): *Digital Europe: Virtual dematerialisation: ebusiness and factor X*. Report to the European Community. Wuppertal

Park, J.; Roome, N. (2002): *The Ecology of the New Economy – Sustainable transformation of global information, communications and electronics industries*, Greenleaf Publishing

Schauer, T. (2002): *Internet für Alle – Chance oder Zumutung? Studie des Forschungsinstituts für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW)*. Universitätsverlag Ulm.

Schneidewind, U; Truscheit, A.; Steingräber, G. (Hrsg.) (2000): *Nachhaltige Informationsgesellschaft. Analyse und Gestaltungsempfehlungen aus Management und institutioneller Sicht*. Metropolis Verlag, Marburg.

Zwierlein, E.; Isenmann, R. (Hrsg.) (1998): *Virtuelle Welten und Teleworking. Herausforderungen – Chancen – Risiken*. Shaker, Aachen.

## Vertiefende Artikel

### ICT-Bereitstellung: Der materielle Lebenszyklus der Internetinfrastruktur

*Justus von Geibler, Michael Kuhndt, Volker Türk, Wuppertal Institut*

Eine Voraussetzung für die Nutzung von ICT ist die Bereitstellung der erforderlichen Infrastruktur. Zur Bewertung der Umweltwirkungen dieser Infrastruktur sind all jene direkten Umweltwirkungen zu berücksichtigen, die im gesamten Lebenszyklus der Infrastruktur entstehen. Dazu gehört, wie in der Abbildung dargestellt, die Produktion der Infrastruktur, die Installation und ihre Wartung. Die Geräte müssen mit Energie versorgt und schließlich entsorgt werden. Auf diese direkten Aspekte soll in diesem Artikel vertiefend eingegangen werden. Weitergehende Effekte der ICT-Nutzung, indirekte und verhaltensbedingte oder systemische Effekte, werden hier nicht betrachtet.

Hier soll am Beispiel des Internets dargestellt werden, welche Infrastruktur hinter diesem «virtuellen

Medium» steht und wie die damit verbundenen Umweltwirkungen bewertet werden können. Das Internet stellt ein vernetzendes Element unter den Technologien der Information und Kommunikation dar: Es verbindet eine Vielzahl an ICT-Geräten. Eine Abgrenzung zu anderen Systemen ist mitunter schwierig, was sich auch an Multifunktionalität bzw. Konvergenz von ICT-Geräten zeigen lässt. Der Übersichtlichkeit halber lässt sich die Infrastruktur, ohne die dieses Massenmedium nicht möglich wäre, in vier Kategorien einteilen:

**Geräte zum Netzwerkzugriff (Client-Seite):** Auf der Nutzerseite wären an erster Stelle der PC oder das Notebook zu nennen, welche in Kombination mit einem Modem oder einer Netzwerkkarte die Eingangstüre in das weltumspannende Netz darstellt. Weltweit haben etwa 600 Millionen Menschen Zugang zum Internet. Schätzungen für Deutschland gehen davon aus, dass Ende 2000 allein ca. 28 Millionen PCs installiert waren, rund 2 Mio. mehr als im Jahr davor (BITKOM,

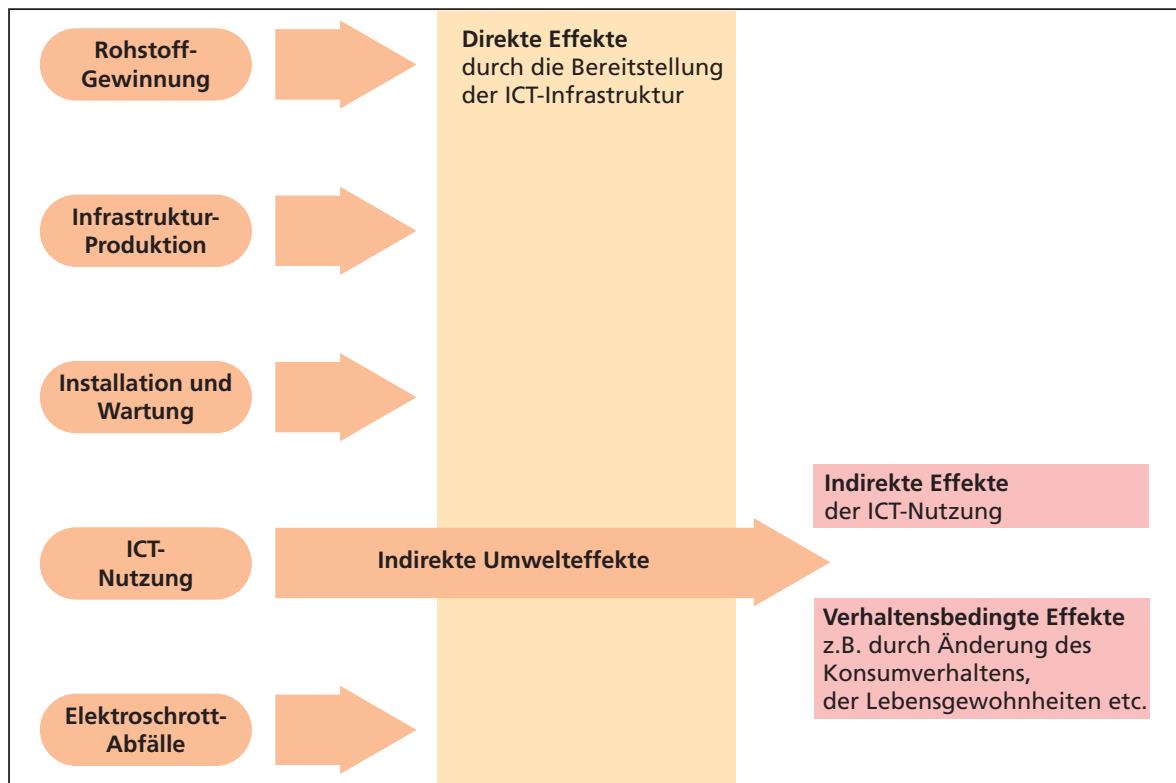


Abb. 3: Lebenszyklusweite Umweltwirkungen der ICT-Infrastruktur

2001). Als multifunktionale Geräte dienen PCs in den meist auch anderen Anwendungen, wie der Textverarbeitung, Graphikbearbeitung, dem Abspielen von Audio- und Videodateien oder dem Spielen von Computerspielen. Diese Multifunktionalität der zum Einsatz kommenden Geräte ist insofern von Relevanz, als dass bei der Abschätzung deren Material- und Energieverbräuche die Frage aufkommt, welcher Anteil dem Internet «anzulasten» ist. Eine Frage, die nicht nur auf der Nutzerseite für den Forschern eine Herausforderung darstellt, sondern die im gleichen Maße für die gesamte Kommunikationsinfrastruktur von Bedeutung ist.

**Geräte zur Bereitstellung des Inhaltes:** Alle bisher genannten Geräte sind die Eintrittstore, die auf der Anwenderseite Verbindung zum Internet aufnehmen. Dem stehen die Inhalte der Informations- und Serviceanbietern gegenüber, bereitgestellt auf Internet-, FTP-, Mail- oder anderen Servern. Dabei kann es sich entweder um separate physische Einheiten handeln, oder aber nur um Partitionen auf größeren Geräten bzw. sogenannten Server-Farmen. Ergänzt werden größere Ansammlungen solcher Geräte um die für den sicheren und dauerhaften Betrieb notwendige Hilfsgeräte wie Klimatechnik und UPS (Uninterruptable Power Supplies).

**Vermittelnde Geräte:** Um die Daten zwischen dem Nutzer und den Servern zu vermitteln, bedarf es oftmals noch einer Reihe weiterer Geräte, wie beispielsweise sogenannte Router, Gateways, Repeater und Switches. Auch bei diesen kann, aber muss es sich nicht, um separate Geräte handeln. In den meisten Fällen sind die vermittelnden Geräte an Knotenpunkten des weltumspannenden Netzes lokalisiert, und somit nicht so häufig vorkommend wie die beiden zuerst genannten Kategorien.

**Datentransfer Medien:** Schliesslich müssen die Daten nicht nur bereitgestellt und vermittelt, sondern auch transferiert werden. Als Transfermedien werden großteils Kupfer- oder Glasfaserkabel der Telekommunikationsanbieter verwendet, die zwischen den einzelnen Verteilungszentren (Hubs) oftmals Kabel mit größerer Übertragungskapazität, so genannte Backbones, verlegt haben. Alternativ können die Daten aber auch per Richtfunk oder Satellit übertragen werden.

### **Umweltbewertung der Internet-Infrastruktur**

Erkenntnisse über die Umweltwirkung sind für einzelne Lebenszyklusabschnitte der Infrastruktur vorhanden. Die Forschung zu diesem Thema liefert zunehmend Betrachtungen, die mehrere Abschnitte des Lebenszyklus abdecken. Insbesondere integrierende und vor allem quantifizierende Betrachtungen sind allerdings weiterhin selten. Hauptfokus der bisherigen themenspezifischen Forschungsaktivitäten ist der Ressourcenverbrauch während Hardwareproduktion, der Energieverbrauch während der Nutzungsphase sowie die Behandlung und Verwertung der sich auftürmenden Elektroschrottberge, die in dem Memorandum bereits kurz dargestellt werden.

Eine lebenszyklusweite Umweltbewertung des Internets kann aus dem Blickwinkel des Materialverbrauch durchgeführt werden. Dabei wird auch die Energiebereitstellung einbezogen werden. Für die Herstellung einer Workstation inkl. Monitor schätzen Grote und Malley (1997) den Materialverbrauch auf etwa 11 t. Dieser Materialverbrauch liegt bei weitem über dem Verbrauch für die Herstellung heute gängiger Geräte. Abschätzungen für einen aktuellen PC gehen von etwa 1,5 t Ressourcenbedarf aus. (Türk et al. 2002) Nach Untersuchungen von Geibler et. al. (2003) bedarf ein Notebook über 400 kg abiotischer Ressourcen in der Herstellung. Dabei zeigt sich, dass insbesondere die für einen Computer so wichtigen Funktionswerkstoffe trotz ihres geringen Gewichtsanteils in erheblichem Maße zum Umweltverbrauch beitragen. Wesentliche Bauteile sind dabei die eingesetzten Halbleiter, d.h. der Prozessor CPU, die Speicherbausteine, Grafikchip, Chipsatz, welche besonders ressourcenintensiv in der Herstellung sind (Geibler et. al. 2003).

Gründe für diese unterschiedlichen Werte der Geräte liegen in der unterschiedlichen Ausstattung, aber auch in den Stückzahlen (Effizienz bei der Produktion) und in der steigenden Integrationsdichte bei der Computerherstellung. Dieses könnte als Indiz dafür gewertet werden, dass die Herstellung von PCs in der Tendenz ressourceneffizienter wird, bei stetig steigender Leistung. Etwas anders verhält es sich bei der Herstellung des Monitors, da hier durch die kontinuierlich steigende durchschnittliche Größe (Bildschirmdiagonale) Effizienzgewinne kompensieren oder überkompensieren werden. Da auch bisher schon der

Monitor, auf den Ressourcenverbrauch des «Komplett-systems PC» einen entscheidenden Einfluss hatte, kann von insgesamt mehr oder weniger konstanten Ressourcenverbräuchen für die Herstellung kompletter Systeme ausgegangen werden. Der Einfluss der zunehmende Verwendung von LC-Displays kann in seiner Wirkung noch nicht hinreichend sicher abgeschätzt werden, da der geringen Masse eine vergleichsweise aufwendige und fehleranfällig Herstellung gegenüberstehen. Hier besteht die berechtigte Hoffnung, dass infolge steigender Stückzahlen die Effizienz der Produktion zunehmen und sich die Ausschußquote reduzieren wird. Das dieser Vorgang bereits eingesetzt hat wird insbesondere an den schon deutlich gesunkenen Preisen deutlich.

Die fortgesetzte Miniaturisierung der ICT, welche sich an immer kleiner werdenden ICT Produkten feststellen lässt, ist nicht die Lösung für die hohen Rohstoffverbräuche der ICT. Im Vergleich zwischen Notebook und Handheld (Geibler et. al. 2003) wird klar, dass in der Produktion das Handheld zwar deutlich weniger Ressourcen verbraucht, diese Einsparungen aber nicht proportional zum Gewichtunterschied sind. Hier macht sich der höhere Anteil von funktionalen Materialien im Handheld und externen Modem bemerkbar. Dadurch wird auch mit zunehmender Miniaturisierung der Ressourcenverbrauch pro Gewichtseinheit des Produktes weiter steigen. Durch die steigende Leistung wird zwar die ökologische Effizienz (Leistung pro eingesetzte Ressourceneinheit) steigen, allerdings werden scheinbar unvermeidlich entsprechend mehr, leistungsfähigere und billigere Stücke angeboten und auch gekauft, so dass absolut keine Umweltentlastung eintritt. Weitere Miniaturisierung und Verbilligung werden wahrscheinlich innerhalb von 10 Jahren zu einer allgegenwärtigen und alles durchdringenden Elektronik führen («Pervasive Computing»): Eine immer größere Anzahl kleiner und drahtlos vernetzter ICT-Komponenten wird in alltägliche Produkte eingebettet und am Körper getragen werden. Dies könnte eine geordnete Entsorgung von Elektronikschrott massiv erschweren und dazu führen, dass die Entsorgungsprobleme zur dominanten Umweltauswirkung von Elektronik werden, ganz abgesehen von den ökologischen Rucksäcken, die bereits an Neuprodukten hängen.

Betrachtet man nur den Energieverbrauch des Internets, so zeigt dabei auch die Umweltrelevanz des Internets. Im Jahr 2002 machte der Stromverbrauch durch die Internetnutzung in Deutschland bereits knapp zwei Prozent des gesamtdeutschen Verbrauchs aus. Nach Barthel, Lechtenböhrer und Thomas (2001) kann er bis 2010 auf sieben Prozent ansteigen, was dann der Energieleistung von etwa vier Atomkraftwerken entspräche. In der historischen Entwicklung der Einzelgeräte zeigt sich, dass früher der Monitor der Hauptverbraucher eines PC war, heute jedoch andere Bauteile mehr Energie verbrauchen. Die Ursachen sind in dem zunehmenden Einsatz von weniger Energie verbrauchenden Monitoren und LC-Displays, dem Einsatz der «Power-Save» Funktion und dem stetig steigenden Stromverbrauch von Haupt- und Grafikprozessor zu suchen. Ein Blick in die Historie des Computers offenbart hier eine interessante Entwicklung. Bei der Einführung des Intel 80386 Prozessors hatte dieser eine Stromaufnahme von etwa 1 W, beim 80486 waren es etwa 3 W, beim Pentium etwa 15 W, beim Pentium II bereits 35 W und die aktuellen Pentium 4 Prozessoren verbrauchen ca. 65 W. (Berücksichtigen muss man dabei natürlich, dass die Rechenleistung in einem noch weit höheren Masse gestiegen ist. Die Computernutzer kaufen jedoch stets einen Computer der mit gängiger Software arbeiten kann und nicht eine spezifische Rechenleistung.) Hinsichtlich ihrer flächenspezifischen Heizleistung überbieten heutige Prozessoren damit elektrische Herdplatten z.T. deutlich. Da im Gegensatz zu diesen die Wärmeentwicklung bei Prozessoren unerwünscht ist und innerhalb kürzester Zeit zu einer Beschädigung führen kann, muß sie aktiv abgeführt werden, was neben einem weiteren Stromverbrauch insbesondere Lärm verursacht. Hinzu kommt, dass inzwischen separate leistungsfähige Grafikprozessoren einen ähnlichen Energieverbrauch zeigen wie die eigentlichen Hauptprozessoren und selbst einige bisher unkritischen Bauelemente wie der Chipsatz aufgrund ihres teilweise hohen Stromverbrauchs bisweilen eine zusätzliche Kühlung benötigen. (Türk et al., 2002)

Der Stromverbrauch während der Nutzungsphase schlägt sich dann in nicht unbedeutendem Masse auf die lebenszyklusweiten Ressourcenverbräuche nieder. Berechnet man von dem Stromverbrauch eines heutigen PC (100 –150 Watt) ausgehend den mit der Strom-

erzeugung verbundenen Materialverbrauch, so zeigt sich, dass bei einem relativ sparsamen System, und zurückhaltender Benutzung von einer Stunde pro Tag und einer Lebensdauer von 3 Jahren, etwa 300 kg abiotische Rohstoffe für die Stromerzeugung (europäischer Strommix) benötigt werden. Bei intensiver Nutzung am Arbeitsplatz kann der Wert aber auch leicht 1200 - 1500 kg erreichen und damit den Ressourcenverbrauch der Herstellung erreichen oder gar überbieten. Die Untersuchung am Notebook zeigt, dass der Energieverbrauch einer intensiven Nutzung mehr als 160% der abiotischen Rohstoffe, die für die Produktion des Gerätes genutzt werden, ausmachen kann.

Eine exakte Berechnung des Ressourcenverbrauchs der gesamten Internetinfrastruktur ist allerdings aufgrund fehlender Daten sowie der sich stetig ändernden Bauteile und Verfahren kaum möglich. (Türk, 2001) Eine Abschätzung kann jedoch die Bedeutung der einzelnen Phasen im Lebenszyklus für den gesamten Umweltverbrauch zeigen und die Änderung der Relevanz einzelner Phasen für den lebenszyklusweiten Verbrauch hervorheben.

### Fazit

Ein Blick hinter die Kulissen «des Internets» offenbart eine überraschend breite «materielle Ausgangsbasis». Es zeigt sich, dass die Auswirkungen des Internets auf die Umwelt zur Zeit schon relevant sind. Basierend auf den derzeitigen Trends scheinen sie auch zukünftig relevant zu bleiben. Dies liegt an der auch weiterhin steigenden Anzahl von Computern und Peripheriegeräten sowie der zunehmenden Durchdringung des Lebensalltags mit netzbasierte Diensten und Geräten. Infolge höherer Leistung und der längeren Nutzung pro Tag wird beispielsweise der Energieverbrauch, und damit zwangsläufig verbunden auch der Ressourcenverbrauch, während der Nutzungsphase noch deutlich ansteigen. Wann durch das Erreichen einer Sättigung der Nachfrage, aufgrund von Effizienzgewinnen in der Herstellung die verursachten Umweltbelastungen relativ zurückgehen werden, ist momentan noch nicht absehbar.

Aus den bisher gewonnenen Erkenntnissen lässt sich Handlungsbedarf für die weitere Ausgestaltung des Internets ableiten. Grundsätzlich sollten die Akteure,

die mit dem Ausbau der Infrastruktur befasst sind, Umweltaspekte schon im Planungsstadium berücksichtigen. Dies wird allerdings nur dann in nennenswertem Umfang geschehen, wenn die dafür notwendigen Informationen zur Verfügung gestellt werden. Hier ist es Aufgabe der Forschung, die gewonnenen Erkenntnisse zielgruppenspezifisch aufzubereiten. Des Weiteren ist es wichtig, die vorhandenen und geplanten politischen Rahmenbedingungen, etwa Elektro-Altgeräte-Richtlinie (WEEE-Directive), die Richtlinie für die Umwelanforderungen energieverbrauchender Produkte (EuP-Directive) oder Integrierte Produkt-Politik genannt, daraufhin zu überprüfen, inwieweit sie in der Lage sind, die richtigen Anreize für die betroffenen Akteure zu geben.

### Literatur

*BITKOM (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien) (2001): Wege in die Informationsgesellschaft. Berlin: BITKOM.*

*Geibler, J. von; Kuhndt, M. and Ritthoff, M. (2003): Environmental impacts of mobile computing. A Case study with Hewlett Packard. Report to the European Community. Wuppertal Institute.*

*Grote, A.; & Malley, J. (1997): Schwergewicht. Der PC hinterläßt enorme Spuren in der Umwelt. c't; 5/97.*

*Türk, Volker. (2001). Assessing the Resource Intensity of the Internet Infrastructure: Data Analysis for a Material-Flow Oriented Approach and First Results on Electricity Consumption. M. Sc. thesis at the Lund University, Sweden*

*Türk, V.; Ritthoff, M.; Geibler, J. von; Kuhndt, M. (2002): Internet: virtuell = umweltfreundlich? Jahrbuch Ökologie 2003, C.H. Beck Verlag, München. 288 Seiten, ISBN 3-406-47624-4. S. 110-123.*

*UBA (1998): Leerlaufverluste – Stromverluste. HTML-Dokument. URL: <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/leerlauf.htm> (Stand: 30.10.2003)*

## Über die Datenwelt

*Wolf Göhring, Fraunhofer Institut Autonome Intelligente Systeme, Sankt Augustin*

### Daten, Information, Wissen

Wer aus einem Industrieland hätte nicht schon ähnliches wie das folgende erleben können: Ein neues Gerät steht vor uns. Man liest die mehrseitige Gebrauchsanleitung durch und ist fast «so klug als wie zuvor». Man überfliegt nochmals und leicht verwirrt den Text, dann wieder ein Blick auf das Gerät. Dort hofft man einen Punkt zu finden, auf den sich eine noch erinnerte Textstelle beziehen könnte. Nach einem Weilchen «hat man es» dann. Man probiert die eine oder andere Einstellung aus, versucht das Gerät zu handhaben, geht nochmals durch die Anleitung, erstaunt sich über unerwartete Effekte, wenn man am Gerät etwas unternimmt, liest erneut nach und ist irgendwann beruhigt in dem Glauben, dass man das Gerät für den gewünschten regelmäßigen Betrieb zu beherrschen scheint, fragt aber anderntags vorsichtshalber bei jemandem nach. Man erfährt, dass eine Angabe in der Anleitung falsch ist, was man selbst schon vermutet hatte, aber noch nicht endgültig wahrhaben wollte.

Das Beispiel lässt die Unterschiede von Daten, Information und Wissen hervortreten. Die Beschreibung liefert Daten. Indem man diese Daten mit seinen gesellschaftlich vermittelten Fähigkeiten liest und sich einen Reim darauf macht, wird daraus Information. Indem man das Gerät schließlich betreiben kann, zeigt sich das neu gewonnene Wissen. Letzteres ist nicht nur über die Beschreibung transportiert worden, sondern auch über das Gerät selbst. In diesem ist ein Wissen der Erbauer verkörpert. Die Art der Verkörperung stellt an den Nutzer des Geräts Anforderungen. Er muss die Bedeutung gelber und blauer Knöpfe oder sonstiger Bedienelemente in Erfahrung bringen und damit umzugehen lernen. Schließlich wurde Wissen auch sprachlich transportiert: im sprachlichen Text der Beschreibung und in einem Gespräch mit einem Dritten. Doch bedurfte es immer einer komplizierten geistigen Anstrengung, um aus den übermittelten Daten im Kopf des Empfängers Information und schließlich in der Befähigung zum Handeln Wissen entstehen zu lassen. Dieses Wissen beim Empfänger einer Nachricht ist etwas

neues im Vergleich zum Wissen, das der Sender der Nachricht weiterzugeben versuchte. Im Umgang mit dem Gegenstand erweist sich auch erst die Richtigkeit der übermittelten Daten, nämlich, wenn sich das Gerät entsprechend der Anleitung *wirklich* und *wirksam* handhaben lässt.

Maschinen, Geräte, Werkzeuge bilden – wie skizziert – Wissen und Handlungsmuster ihrer Erzeuger oder Produzenten ab, die in dieser Form an andere Individuen, auch der kommenden Generationen weitergegeben, kommuniziert, werden können. Diese körperlichen Gegenstände stellen immer bestimmte Anforderungen an die Nutzer, sie können eine objektivere und weniger fehleranfällige Form der Kommunikation als Sprache darstellen.

Aber auch Sprache kann als ein objektivierendes Mittel dienen. Mit Hilfe von Begriffen können Theorien und Modelle formuliert werden, die unabhängig von den jeweils besonderen Bedingungen ihrer Entstehung zu verstehen sind. Jedoch genau aus diesem Grund lässt sich die Wirklichkeit immer nur unvollständig und lückenhaft abbilden. Wird die Theorie übermittelt, kommuniziert, so kommen beim Empfänger zunächst nur Daten an, die sie, wie beschrieben, in Information und Wissen transformieren muss. Dazu muss er die Daten in seinen Lebenszusammenhang (Kontext) stellen und herausfinden, welche Bedeutung und Relevanz sie in diesem Zusammenhang haben: Er gewinnt aus den Daten Information.

Daten dürfen, wenn aus ihnen Information herausgelesen werden soll, kein beliebiges Arrangement von Symbolen sein, sonst sind sie nur belangloses oder gar störendes Rauschen. Daten müssen nach Regeln wie etwa eine natürliche Sprache strukturiert sein. Diese Regeln, die auch für einen speziellen Zweck konstruiert sein können, müssen zwischen denen, die die Produktion der Daten organisieren, und denen, die sie lesen und verstehen wollen (oder sollen), bekannt sein. Dies wiederum setzt eine weitere, beidseitige Kommunikation voraus.

### Qualität von Daten

Der Umfang der Daten, die allgemein oder auch nur von besonders Berechtigten in Dateien einsehbar oder abrufbar sind, ist gewaltig angestiegen und wird weiter wachsen. Die Menge oder Unmenge von Daten und die

Komplexität der ICT-Systeme, in denen Daten sichtbar oder erzeugt werden, erschweren es, die Qualität der gelieferten Daten zu beurteilen und die relevanten heraus zu finden.

Daten können vorsätzlich, fahrlässig oder völlig unerkannt falsch sein. Beispielsweise kann ein Messwertgeber unerkannt defekt sein. Daten können auch dadurch falsch werden, dass sich deren Entstehungszusammenhang geändert hat, dass sie veraltet sind, ohne dass sich dies nachträglich in bereits weiter verbreiteten Daten unterbringen lässt.

Daten beziehen sich, wenn nicht zum Beispiel Literatur oder Musik dargestellt wird, weitgehend auf die stoffliche Welt. Richtigkeit, Relevanz und Qualität von Daten erweisen sich letztlich immer erst bei ihrer Verwendung. So erweist sich die technische Beschreibung eines Bauteils erst dann als richtig, wenn eine Anlage mit dem eingebauten Teil so funktioniert, wie man sich das aufgrund der Beschreibung gedacht oder wie man es anhand von ICT-gestützten Planungswerkzeugen simuliert hat.

### **Voraussetzungen zur Nutzung der ICT**

ICT kann nur bei geeigneter Verbreitung nachhaltig genutzt werden. Außerdem müssen der Zugang erschwinglich und die Zugangsweise bekannt sein. Die jeweilige Gesellschaft muss ihren Mitgliedern die kulturellen, organisatorischen, ökonomischen und rechtlichen Voraussetzungen zum Einsatz der ICT bieten. Ohne ein praktisches «Recht auf Kommunikation» (Right to Communicate) bleiben vielen Menschen viele Anwendungen der ICT verschlossen.

Die unmittelbaren Nutzer müssen schriftlichen Umgang gewohnt sein. Die ICT muss mit den physischen, psychischen und kulturellen Fähigkeiten der Nutzer zusammenpassen. Sie müssen die Zeit zur Nutzung der ICT haben, ohne dadurch an der Bewältigung anderer, für sie wichtiger, zum Teil sogar lebenswichtiger Aufgaben gehindert zu werden. Die Lebensumstände müssen es ermöglichen, aus dem Gebrauch der ICT einen Nutzeffekt zu ziehen.

Freie und unabhängige Medien müssen für ein umfassendes Angebot an Daten und Information sorgen. Es darf keine durch Sprachen, Ökonomie oder auch Ideologie bedingte Spaltung des inhaltlichen Angebots geben (Content Divide).

### **Anwendungsfelder der ICT**

Die Anwendungsfelder der ICT umspannen viele Bereiche, dazu einige Beispiele: In einer Antischlupfregelung für Autos wird rechnerisch eine bestimmte Verbindung zwischen der gemessenen Drehung der Räder und der Dosierung des Bremsdrucks hergestellt. In der Simulation einer technischen Anlage wird modellhaft das Zusammenspiel der Anlagenkomponenten durchgerechnet. Beim Entwurf eines Systems werden Komponenten zu einem Ganzen zusammengefügt. In der Klimaprognose wird ein Zusammenhang zwischen dem wachsenden CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre und der Klimaerwärmung simuliert. In der Steuerberechnung wird die gesetzlich-formelle Beziehung zwischen wirtschaftlichen Daten und Steuern für einen Bürger konkret ausgeführt. In einer betrieblichen Arbeitsplanung werden einzelne Produktionsschritte zusammengestellt, um ein bestimmtes Gesamtprodukt zu erzeugen. Im elektronischen Handel (E-Commerce) tritt ein Kunde (Individuum oder Unternehmen) mit einem Unternehmen zwecks Lieferung eines Produkts oder einer Leistung in virtuellen Kontakt. Im E-Government (elektronische Verwaltung) veranlasst ein Bürger auf elektronischem Wege einen ihn betreffenden Verwaltungsvorgang. In statistischen Auswertungen werden Details zusammengefasst, um Zusammenhänge erkennbar werden zu lassen, etwa den zwischen Einkommen, Bildung und Internet-Nutzung.

Die beispielhaft aufgeführten Anwendungen lassen sich grob darunter fassen, dass bestehende Zusammenhänge sichtbar gemacht (zum Beispiel Klimaprognose), gewünschte Zusammenhänge hergestellt (zum Beispiel Arbeitsplanung) oder die Folgen bestehender Zusammenhänge aufgezeigt werden (zum Beispiel Steuerberechnung).

Im Zweck der ICT liegt es, fortwährend nach neuen Verbindungen von bislang getrennten Anwendungen und wenig verbundenen Lebensbereichen zu suchen und ihnen ein Spiegelbild in technisch gespeicherten und verarbeitbaren Daten zu geben. Die Daten können dem autonomen Ablauf von Prozessen dienen; sie lassen sich abrufen und weiterleiten.

### **Eine neue Universalität der Individuen**

Der Einzelne steht in der Datenwelt nicht alleine da. Er ist ein «gesellschaftlicher Einzelner», der mit andern, die ihre eigenen Kenntnisse von dieser Welt haben, zusammenwirkt. In diesem praktischen und organisierten Zusammenwirken stützt man sich zunehmend auf ICT. Jedoch kann ICT den Umgang mit der stofflichen Welt nie ersetzen, sondern nur begleiten. ICT ergänzt, was in Wort und Schrift, in herkömmlichen Modellen und in beispielhaftem Handeln an Wissen weitergegeben werden soll. Mittels ICT werden vorhandene Kommunikationsstränge ergänzt und verbunden, aber nicht ersetzt.

Die unterschiedlichen Möglichkeiten, wie sie durch Tätigkeit, durch Bildung, Alter, Geschlecht, Tradition und Sprache bestimmt sind, werden noch auf längere Sicht festlegen, inwieweit jeder und jede wirksam Zugang zu einer globalen Datenwelt erhalten und sich an der Organisation weitreichender Zusammenhänge beteiligen können. Im Laufe der Entwicklung können sie jedoch – gestützt auf ICT – eine neue Universalität gewinnen, da jedes Individuum grundsätzlich ungeschmälerter Zugang zur vollständigen Datenwelt haben und an jeder Organisation teilnehmen kann. Die aristotelische Vorstellung, in der Gesellschaft gäbe es naturgemäß immer Führer «mit dem großen Durchblick» und das Gefolge, dem es daran mangle, wäre dann überholt.

Jedes Individuum kann nur beschränkt Information aufnehmen, intellektuell umsetzen und wissentlich-willentlich tätig werden. Mit der Informations- und Kommunikationstechnik können die Individuen *nicht mehr*, sondern nur *anders* kommunizieren. Sie können mit jedem zu jeder Frage Kontakt aufnehmen, aber nicht mit allen über alles kommunizieren. Sie können von jedem angesprochen werden, aber nicht auf alles eingehen. *Dieser* Widerspruch in einer entwickelten Informationsgesellschaft wird unaufhebbar sein und deren innere Dynamik ausmachen.

### **Ökonomie der Daten**

Daten können beliebig oft und unkontrolliert von ihren Urhebern durch Kopie weitergegeben werden. Dass jemand über eine bestimmte Kenntnis verfügt, schließt – anders als bei einem körperlichen Ding – niemand anderen automatisch von dieser Kenntnis aus.

Wer ein Buch oder eine Zeitung erwirbt, eignet sich dadurch zunächst nur den Träger der darin dargestellten Einsichten und Nachrichten an, die erst beim Lesen zugänglich werden.

Daten unterscheiden sich im Hinblick auf eine unmittelbare Verwertung von körperlichen Produkten, deren Weitergabe grundsätzlich kontrolliert werden kann. Im Gegenzug zu deren Weitergabe kann Geld verlangt werden. Daten können nur mittelbar verwertet werden, wenn sie nämlich Eingang in Produkte gefunden haben, wie dies etwa bei der Nutzung von Patenten der Fall ist.

Als Waren lassen sich nur die Rechte zur Nutzung bestimmter Daten (beispielsweise Patente, Software) und vor allem die Träger von Daten handeln. Dieser Charakter der Datenwelt, die geringen Kopierkosten und die allgegenwärtigen Kopiermöglichkeiten stehen immer wieder einer Kapitalverwertung entgegen. Diese schwierige Verwertbarkeit von Daten ähnelt der Unverwertbarkeit einer Sprache oder von freier Rede. Die Versuche, eine unmittelbare Verwertung von Daten zu erzwingen, wirken unterschiedlich auf die wirtschaftliche Entwicklung. Unterentwickelte Länder sollten, so zeigt es sich, freien Zugang zu Daten erhalten.

### **Eine widersprüchliche Entwicklung ...**

Ende des 19. Jahrhunderts schrieb Werner von Siemens mit Blick auf das Jahr 1849 in seinen Memoiren: «Die hohe Bedeutung der elektrischen Telegraphie für das praktische Leben war erkannt, und namentlich die Eisenbahnverwaltungen begannen, die Leistungsfähigkeit ihrer Bahnen (...) durch Anlage von Telegraphenlinien (...) zu erhöhen.» Heute, nach mehr als 150 Jahren, überbieten sich Unternehmen und Private darin, allermodernste ICT einzusetzen, um Anschluss an die Datenwelt zu halten. Kaum ein Punkt der Erde, von dem aus man trotz der digitalen Spaltung keinen Anschluss an die weltumspannende ICT haben könnte. Die Politik müht sich darum, die digitale Spaltung zu überwinden. Die Internationale Telegraphen Union, ITU, fördert den «Weltgipfel zur Informationsgesellschaft» (World Summit on the Information Society WSIS) im Dezember 2003 in Genf und in 2005 in Tunis. Die ITU sieht uns «im Kern einer wirklichen Revolution, der vielleicht wichtigsten der ganzen Menschheitsgeschichte.» Der «e-Europe Action Plan» der EU «zielt



auf mehr Innovationen und größere Wettbewerbsfähigkeit europäischer Unternehmen und soll den europäischen Bürgern zu höherem Wohlstand verhelfen.» Im achten Millennium-Entwicklungsziel der Vereinten Nationen (Millennium Development Goal) wird eine «globale Partnerschaft der Entwicklung» angestrebt, wodurch die Vorteile der ICT allen zugänglich werden sollen.

Diese Schlaglichter mögen einige Beweggründe in der Entwicklung der ICT beleuchten. Man wird alles und jedes vernetzen und Daten kommunizieren, um letztlich im Wettbewerb mit andern einen exklusiven Vorteil zu erreichen. ICT wird auch in immer mehr Produkte eingebaut, um Prozesse zu steuern und zu verbinden. Die zugrunde liegenden formalen Modelle sind als Daten kommunizierbar und an beliebigem Ort reproduzierbar. Das hinter den Modellen stehende Wissen wird universell mitteilbar, auch wenn es nur für ein exklusives und privates Geschäft entwickelt wurde. Der Privatheit, Exklusivität und Konkurrenz stehen andererseits Vernetzung und Kommunikation als die zentralen Zwecke der ICT gegenüber.

### **... und mit welchem Resultat?**

«Die Gesellschaft, die wir aufbauen,» schreibt der Generalsekretär der Vereinten Nationen im Mai 2003, «muss offen und pluralistisch sein, eine, in der die Menschen in allen Ländern Zugang zu Information und Wissen haben.» Die angestoßene Entwicklung könnte, so sieht es der Autor, in neuer Weise Planen und Arbeiten, Produktion und Konsumtion, Bildung und Lebenswelt zusammenführen. Auf diesem Weg stellt sich eine ökonomische Herausforderung, die durch die Institutionen von Markt und Wettbewerb sowie durch die heute notwendige Rolle des Geldes bedingt ist.

Eine Ware ist, daran sei erinnert, ein Produkt, das deshalb Ware wird, weil es nicht für den eigenen, sondern für einen fremden Bedarf erzeugt wird. Erst nach einem Austausch kann ein Anderer die erworbene Sache verwenden, für die er das allgemein gültige Äquivalent Geld zu bieten hat. Das Geld hilft letztlich, jene Lücke zu überbrücken, die zwischen den unabhängigen, nebenläufigen Aktivitäten von Unternehmen (Produzenten) und Konsumenten besteht. Wenn Güter milliardenfach als Waren produziert sind, so sind Fakten geschaffen: die Produkte sind, wie sie sind; die

Ressourcen sind verbraucht; die Abfälle sind in der Welt. Ob die geleistete Mühe und Arbeit für andere nützlich ist und daher fremde Bedürfnisse befriedigt, kann nur der Wettbewerb um einen günstigen Austausch beweisen. Die Beteiligten versuchen, ihr eigenes Risiko in diesem Wettbewerb zu mindern. Sie ziehen die sonst erst im Austausch stattfindende Kommunikation nach Möglichkeit zeitlich vor und intensivieren sie, um bereits in der Produktion hinreichend Aufschluss über den späteren Austausch zu gewinnen. Sie setzen zu dieser Vermittlung zwischen Produktion und Konsumtion zunehmend ICT ein, die die ebenfalls vermittelnde, aber erst im Austausch, im Markt ansetzende Rolle des Geldes ergänzt. «Die Logik des Wissens (...) trübt die reine Logik des Marktes», wie es Willke nennt.

Die entstehende Vernetzung könnte, getragen von der sich anbahnenden Universalität der Individuen zu einer neuen weltweiten Form von gesellschaftlichem Zusammenhang und Kooperation führen. Ob dabei die heutigen gesellschaftlichen Grundstrukturen und Mechanismen, wie sie in Markt, Wettbewerb, Geld und Kapital vorliegen, aufgehoben werden zugunsten freierer, flexiblerer und sicherer, aber trotzdem widersprüchlich bleibender Strukturen, soll hier als eine offene Frage benannt werden.

**Literatur**

Becker, J.; Göhring, W. (Hrsg.) (1999): *Kommunikation statt Markt. Zu einer alternativen Theorie der Informationsgesellschaft. GMD Report 61. Sankt Augustin*

Brödner, P. (1997): *Der überlistete Odysseus. Über das zerrüttete Verhältnis von Menschen und Maschinen. edition sigma Rainer Bohn Verlag, Berlin.*

Fachausschuss Verwaltungsinformatik der Gesellschaft für Informatik e.V. und Fachbereich 1 der Informationstechnischen Gesellschaft im VDE (Hrsg.) (2000): *Electronic Government als Schlüssel zur Modernisierung von Staat und Verwaltung Ein Memorandum. September 2000.*

Göhring, W. (2001): *User Interfaces for the Productive Information Society. Proceedings of the HCI International 2001 at New Orleans, August 5-10, 2001, Lawrence Erlbaum Ass. Inc., Mahwah 2001. Vol. 3, p. 1065–1069.*

Göhring, W. (2002): *Was kommt nach E-Commerce? Eine Perspektive für die Informationsgesellschaft. In: UTOPIE kreativ 137 (März 2002), S. 233–243.*

Klischewski, R. (1996): *Anarchie – ein Leitbild für die Informatik: Von den Grundlagen der Beherrschbarkeit zur selbstbestimmten Systementwicklung. Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften, Frankfurt am Main*

Schauer, T. (2001): *Internet für Alle – Chance oder Zumutung? Studie des Forschungsinstituts für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung an der Universität Ulm (FAW). Universitätsverlag Ulm.*

Schneidewind, U; Truscheit, A.; Steingräber, G. (Hrsg.) (2000): *Nachhaltige Informationsgesellschaft. Analyse und Gestaltungsempfehlungen aus Management und institutioneller Sicht. Metropolis-Verlag, Marburg.*

Willke, H. (1998): *Systemisches Wissensmanagement. Lucius & Lucius, Stuttgart.*

## Computer und Bildung

Melanie Herget, Universität Göttingen

### Warum Medienkompetenz?

Vor der Entstehung und Entwicklung des Internets funktionierte die Informationsbeschaffung und -aufbereitung im Wesentlichen über professionelle Zwischeninstanzen (Verlage, Redaktionen, Bildungspersonal). Heutzutage jedoch kann jede und jeder im Internet publizieren, die/ der über die erforderlichen Kenntnisse verfügt. Das bedeutet, dass mit der Entstehung des Internets folglich Informationen von sehr unterschiedlicher und oft nicht redaktionell/ professionell vorselektierter Qualität den Informationssuchenden zur Verfügung stehen. Die Selektion und Bewertung muss also nun von den Informationssuchenden selbst geleistet werden. Dabei müssen bei der Selektion die Informationen unter mindestens zwei «Filtern» betrachtet werden:

- 1.) Sind die Informationen bedeutsam oder irrelevant?
- 2.) Ist die Information glaubwürdig oder unglaubwürdig? (vgl. Gräsel 2000: 14)

Doch *womit* kann konkret «der Schatz im Datensee» (Volpert 1985: 108) gefunden werden?

Zunächst einmal gibt es mittlerweile diverse «E-zines», also elektronische Magazine, welche wie in den Printmedien eine redaktionelle Qualitätskontrolle ihrer Artikel betreiben. Häufig sind diese E-zines auch mit einer eigenen Suchfunktion (nach Stichworten oder AutorInnen) ausgestattet, um die gezielte Suche zu erleichtern. Des Weiteren gibt es eine Fülle von immer differenzierteren Suchmaschinen. Wie Enzensberger (2000: 97) lakonisch anmerkt, gibt es davon allerdings inzwischen so viele, dass man Meta-Suchmaschinen braucht, um den richtigen Filter zu finden. «Das alles ändert nichts an der Tatsache, dass die Evolution uns mit einem Apparat ausgestattet hat, der schwer zu übertreffen ist: Die beste Suchmaschine ist nach wie vor das Gehirn.» (Enzensberger 2000: 97)

Doch können wir uns auf diese «Suchmaschine» immer verlassen?

Nach Ansicht des Forums Info 2000 ((Hrsg.) 1998: 7) ist die Grenze zwischen «persuasiver» Werbung und «objektiver» Information (Shilfe) aufgrund immer subtilerer Werbestrategien zunehmend nicht mehr klar erkennbar. Ein wirklich wirksamer Verbraucherschutz ist bei der enormen Angebotsvielfalt in diesem Bereich kaum vorstellbar. Informationssuchende und Lernende müssen daher in Zukunft wesentlich mehr als heute die Fähigkeit entwickeln, über Sinn und Nutzen einzelner Angebote eigenverantwortlich zu entscheiden. Dies erfordert ein Training von Bewertungskompetenz, auch oft «Medienkompetenz» genannt, welche «ebenso geübt und gelernt werden muss, wie Lesen, Rechnen und Schreiben» (Forum Info 2000 (Hrsg.) 1998: 10). Selbst Enzensbergers «beste Suchmaschine» bedarf also der Wartung und des Trainings, sie ist kein «Selbstläufer».

### Was ist Medienkompetenz?

Nach einer Definition des Forums Info 2000 ((Hrsg.) 1998: 10) ist Medienkompetenz «das Vermögen und die Fähigkeit der/ des Einzelnen,

- Medien zu handhaben und sich immer wieder neue Qualifikationen selbständig aneignen zu können,
- sich in der Medienwelt zurechtzufinden und sich selbstbestimmt und verantwortungsvoll darin zu bewegen,
- Medieninhalte aufzunehmen, zu verarbeiten, zu verstehen und sie angemessen einzuschätzen, und schließlich
- gestalterisch in den Medienprozess einzugreifen.»

Medienkompetenz meint in diesem Sinne also: aktives Sehen, effektives Nutzen und kreatives Gestalten von Medien. Dazu gehören zum einen «Fähigkeiten, die jeweils der aktuellen Technikgeneration verhaftet sind und relativ schnell veralten», zum anderen «zeitunabhängige Komponenten, etwa im Bereich des methodischen und sozialen Wissens» (Forum Info 2000 (Hrsg.) 1998:11).

### **Computer: Werkzeug, aber kein Allheilmittel**

Immer wieder fordern Vertreterinnen und Vertreter der staatlichen Bildungspolitik, dass die Schule keine «Computer-Analphabeten» in die Arbeitswelt entlassen dürfe (vgl. Reusch & Volpert 2000: 96). Worum aber geht es bei diesen Forderungen? Geht es lediglich darum, die Kinder auf einen antizipierten Arbeitsmarkt vorzubereiten? Oder geht es tatsächlich um die Fähigkeit, Medien und ihre Informationen kritisch bewerten zu können?

Schon seit jeher musste das von Menschen geschaffene Wissen von den nachfolgenden Generationen in möglichst komprimierter Form angeeignet werden. Aus diesem Grund wurden und werden Geschichten erzählt, Lieder und Bücher geschrieben, Bilder gezeichnet, Modelle gefertigt und Formeln erfunden. Der Computer spielt in diesem Aneignungsprozess heutzutage eine dreifache Rolle (vgl. Reusch & Volpert 2000: 96): So kann

1. das Wissen über seine Funktionsweise angeeignet werden  
(Computer als «Lerngegenstand», z.B. im Informatikunterricht),
2. kann er ein Hilfsmittel beim Lernen sein  
(Computer als «Lernmittel», z.B. über Simulationsspiele) und
3. kann er Unterrichtsthema sein für Überlegungen zu Chancen und Risiken des Computers für die Gesellschaft  
(Computer als «Reflexionsgegenstand», z.B. in Trendanalysen und Science Fiction).

Gerade in Zeiten wirtschaftlicher Regression besteht eine gewisse Gefahr, dass «Medienkompetenz» verkürzt aufgefasst wird und lediglich die beiden ersten Ebenen umfasst. Wichtige persönlichkeitsbildende Lernchancen, die gerade in der reflexiven dritten Ebene liegen, bleiben so jedoch ungenutzt, wie etwa die Perspektive, sich als mitgestaltenden Teil der Gesellschaft wahrzunehmen und an der eigenen Zukunft mitzuwirken.

Wie jede neue Technik schafft der Computer neue Möglichkeiten. Er schafft aber auch neue Abhängigkeiten – von jenen, die diese Technik herstellen, besitzen und/oder durchschauen und anwenden können.

Um einen möglichst großen Nutzen bei möglichst wenig Abhängigkeit zu erzielen, wird vermutlich nichts anderes übrigbleiben, als zu versuchen,

- 1.) Informations- und Technikmonopole gemeinschaftlich an ihrer Entstehung zu hindern bzw. bestehende kreativ und möglichst gewaltfrei zu unterlaufen und
- 2.) fragwürdige Entwicklungen immer wieder öffentlich zu machen und zu hinterfragen.

Dies ist m. E. durchaus keine leichte, aber nicht-destotrotz notwendige Aufgabe – gerade auch für Bildungsinstitutionen. Schließlich sind die Kinder und Jugendlichen von heute die Entscheidungsträger von morgen, und sie sind es, die vorbereitet sein müssen für die Gestaltung einer noch ungewissen, aber mit Sicherheit komplexen und von ICT geprägten Zukunft.

### **Literatur**

*Forum Info 2000 (Hrsg.) (1998b): Bildung und Medienkompetenz im Informationszeitalter. Arbeitsgruppenbericht der AG 4. Bonn*

*Enzensberger, H. M. (2000): Das digitale Evangelium. In: Der Spiegel 2/2000. 92-101*

*Fleissner, P. et al. (1998): Der Mensch lebt nicht vom Bit allein. Information in Technik und Gesellschaft. 3. Auflage. Frankfurt a.M. et al., 3-7*

*Gräsel, C. (2000): Neue Medien, neues Lernen? Versprechungen und Forschungsergebnisse. In: DGU Nachrichten Nr. 21, Mai 2000, Hamburg, 8-15*

*Reusch, M.; Volpert, W. (2000): Computer. In: Asanger, R./ Wenninger, G. (Hrsg.) (2000): Handwörterbuch Psychologie. Augsburg, 93-97*

*Volpert, W. (1985): Zauberlehrlinge. Die gefährliche Liebe zum Computer. Weinheim, Basel*

## Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft

*Lorenz M. Hilty, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), St.Gallen, Schweiz*

Das Vorsorgeprinzip dient dem Umgang mit Risiken in Situationen, in denen (noch) keine akute Gefährdung gegeben ist. Es hat den Zweck, auch solche Risiken zu minimieren, die sich möglicherweise erst langfristig manifestieren, und Freiräume für zukünftige Entwicklungen zu erhalten.

Vorsorge bedeutet im Kontext der Informationsgesellschaft folglich, auch die Auswirkungen der zukünftig zu erwartenden Anwendungen von ICT zu antizipieren. Eine visionäre zukünftige Anwendungsform von ICT heißt «Pervasive Computing». Pervasive Computing ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- **Miniaturisierung:** ICT-Komponenten werden kleiner und damit portabler als die heute üblichen Geräte.
- **Einbettung:** ICT-Komponenten werden häufiger in andere Geräte und Gegenstände des täglichen Gebrauchs eingebettet («Smart Objects»).
- **Vernetzung:** ICT-Komponenten sind in der Regel miteinander vernetzt, und der Datenaustausch erfolgt meist drahtlos.
- **Allgegenwart:** ICT wird allgegenwärtig und versieht ihren Dienst immer unauffälliger oder gar unsichtbar.
- **Kontextsensitivität:** ICT-Komponenten können sich durch drahtlosen Datenaustausch und mittels Sensoren Informationen über ihre Umgebung beschaffen.

Aufgrund dieser Eigenschaften des Pervasive Computing könnten sich einige der oben genannten Problemfelder verschärfen oder auch auflösen, oder es könnten neue hinzukommen. Die EMPA hat im Auftrag des Zentrums für Technologiefolgen-Abschätzung beim Schweizerischen Wissenschafts- und Technologierat (TA-SWISS), Bern, eine Studie erarbeitet, deren Ziel speziell die Abschätzung möglicher Gesundheits- und Umweltrisiken von Pervasive Computing war (Hilty et al. 2003). Soziale Auswirkungen wurden im Sinne eines umfassenderen Gesundheitsbegriffs ebenfalls einbezogen. Durch Analyse von ausgewählten Anwendungsfeldern (Wohnen, Verkehr, Arbeit, Gesundheit) und Technologiefeldern (Wearables, Smart Labels, neue elektronische Medien) wurden zunächst 24 Risiken identifiziert, die durch Zusammenfassung ähnlicher Risiken auf 18 reduziert wurden. Diese Risiken sind mit erheblicher Unsicherheit verbunden und auf Basis des heutigen Wissens nicht quantifizierbar. Um dennoch im Hinblick auf Handlungsempfehlungen eine relative Gewichtung vornehmen zu können, wurden die Risiken mit Hilfe eines Risikofilters qualitativ charakterisiert. Dabei fanden die folgenden vier qualitativen Kriterien Anwendung:

- **Sozioökonomische Irreversibilität:** Ist die Wiederherstellung des Ausgangszustandes aus volkswirtschaftlichen oder rechtlichen Gründen praktisch unmöglich?
- **Verzögerungswirkung:** Ist die Verzögerung zwischen dem Eintreten der Ursache und dem Auftreten des Schadens groß?<sup>1</sup>
- **Konfliktpotenzial** mit den beiden Unterkriterien
- **Freiwilligkeit:** Wird das Risiko freiwillig eingegangen?

<sup>1</sup> Eine Verzögerung – im Verhältnis zur Ausbreitungsgeschwindigkeit der Ursache – ist ungünstig, weil dann Gegenmaßnahmen im Rahmen des Schutzprinzips (Gefahrenabwehr) erst

spät einsetzen. Verzögerungswirkung ist also ein zentrales Kriterium unter dem Aspekt des Vorsorgeprinzips.

- *Fairness*: Sind Nutzen und möglicher Schaden gleich verteilt?<sup>2</sup>
- *Belastung für die Nachwelt*: Verschlechtert der eingetretene Zustand die Möglichkeiten zukünftiger Generationen, ihre Bedürfnisse zu befriedigen?

Jene Risiken, die mindestens zwei dieser Kriterien erfüllten, wurden dann nach ihrem Profil zu fünf Clustern zusammengefasst, die an dieser Stelle aus Platzgründen nur aufgelistet, aber nicht näher erläutert werden können:

1. Nichtionisierende Strahlung – ein ungeklärtes Risiko mit weiterhin hohem Konfliktpotenzial.<sup>3</sup>
2. Stress, Bespitzelung und Hightech-Verbrechen könnten die Lebensqualität bedrohen.
3. Konsumenten und Patienten tragen die Kosten einer teilweise unfreiwilligen Entwicklung.
4. Mögliche Rückschläge für die ökologische Nachhaltigkeit.
5. Mögliche Kapitulation des Verursacherprinzips vor technischer Komplexität.

Eine ausführliche Erläuterung dieser Risikocluster und daraus abgeleitete Empfehlungen für Vorsorge-maßnahmen sind in der Langfassung der Studie (Kapitel 8 und 9) zu finden (Hilty et al., 2003).

## Literatur

Hilty, L. M.; Behrendt, S.; Binswanger, M.; Bruinink, A.; Erdmann, L.; Fröhlich, J.; Köhler, A.; Kuster, N.; Som, C; Würtenberger, F. (2003): *Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft – Auswirkungen des Pervasive Computing auf die Gesundheit und die Umwelt*. Herausgegeben vom Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung (TA SWISS), Bern (TA 46/2003). Kostenlos zu beziehen bei [ta@swtr.admin.ch](mailto:ta@swtr.admin.ch) oder digital unter [www.ta-swiss.ch](http://www.ta-swiss.ch).

<sup>2</sup> Dies kann sowohl die lokale Verteilung also auch die globale – zwischen Nord und Süd – betreffen.

<sup>3</sup> Dabei wurde berücksichtigt, dass auch ohne Nachweis einer gesundheitlichen Belastung durch NIS die höhere Zahl von

Strahlungsquellen (im Vergleich zu den heutigen Mobiltelefonen) zu Konflikten zwischen Nutzern und Nicht-Nutzern führen kann, vergleichbar etwa dem Konflikt zwischen Rauchern und Nichtraucherern.

## Roadmap – Formen, Einsatzgebiete und Einsatzgrenzen

Ralf Isenmann, TU Kaiserslautern,  
 Kerstin Lahser, Berlin und Mario Dompke, Bonn

### Roadmap – was ist das?

Eine Roadmap (engl. Straßenkarte) ist eine graphische Darstellung verschiedener Einflussfaktoren und ihren Verknüpfungen über der Zeit hin zu einem anvisierten Ziel, sei es eine bestimmte Technologie oder eine spezifische Anwendung, z.B. in Form von Produkten und Prozessen. In ihrer graphischen Darstellung sind Roadmaps häufig einem Netzplan ähnlich (Abb.4).

Roadmaps wurden in den 1980er Jahren entwickelt und seitdem vermehrt als strategisches Instrument eingesetzt, insbesondere im Technologiemanagement (Technologie-Roadmap).

Die inhaltlichen Verknüpfungen verschiedener Einflussfaktoren im zeitlichem Ablauf, so wie sie für Roadmaps typisch sind, erleichtern eine Abstimmung zwischen einer verfolgten Strategie und den äußeren Rahmenbedingungen. Roadmaps begünstigen so einen Konsens über die künftige Marschrichtung einer Interessengruppe, insbesondere in technologischer Hinsicht, sie vermitteln den Beteiligten eine weitreichende Orientierung und fördern zudem auch die Kommunikation und Zusammenarbeit.

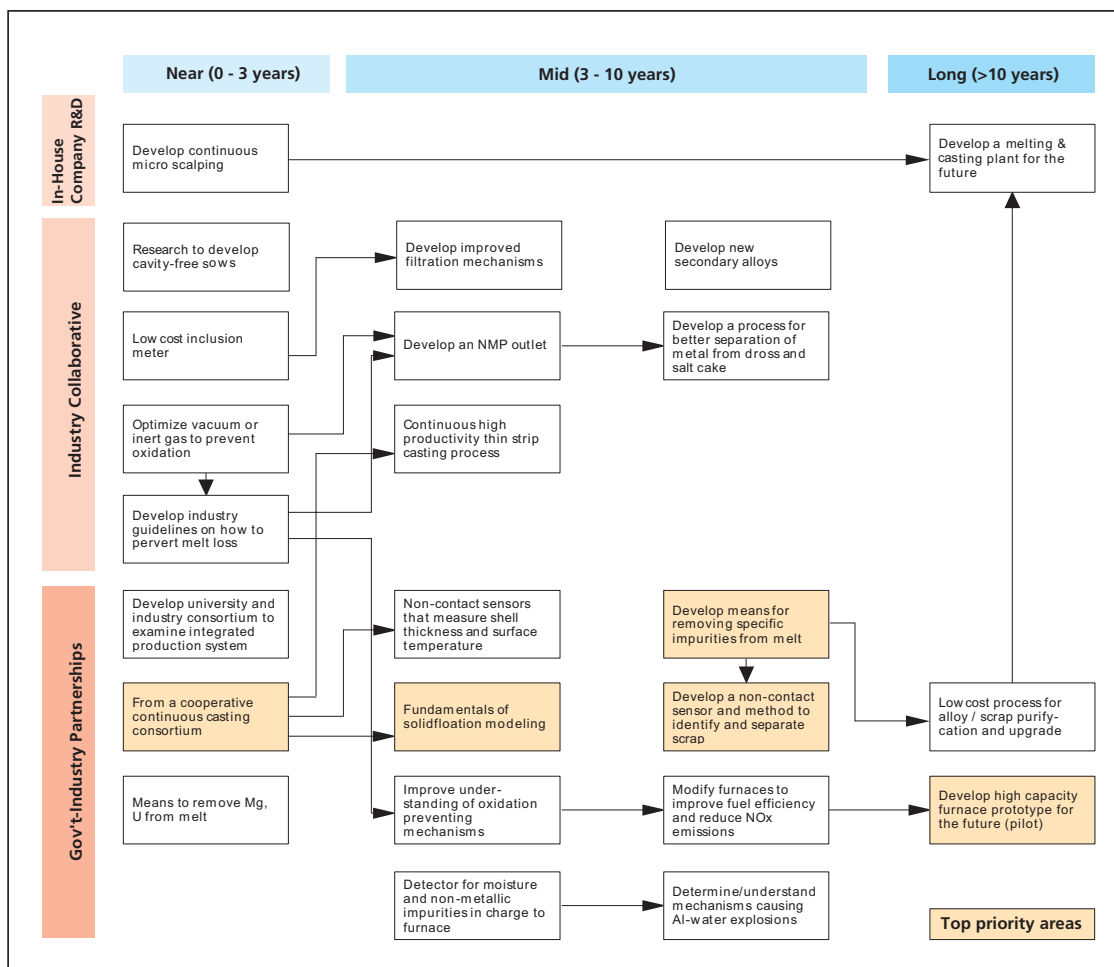


Abb.4: Beispiel einer Technologie-Roadmap aus der Aluminiumindustrie (The Aluminium Association 1997)

Die Summe der Tätigkeiten, die zum Erstellen und Aktualisieren einer solchen Roadmap anfallen, wird als *Roadmapping* bezeichnet.

### Formen und Einsatzgebiete des Roadmapping

Das Roadmapping tritt in der Praxis in vielfältigen Formen auf. Diese Vielfalt erklärt sich zum einen aus den Bezugsobjekten, für die es angewendet wird, zum anderen aus seinen Zwecken, die oftmals an *Interessengruppen* bzw. an Kombinationen von Interessengruppen geknüpft sind.

Für das Roadmapping kommen zunächst verschiedene Bezugsobjekte in Frage, darunter:

- zentrale *Schrittmacher- und Schlüsseltechnologien* wie die modernen ICT, Brennstoffzellen-Technologie und die Biotechnologie. Der Einsatz von Roadmaps für solche Schrittmacher- und Schlüsseltechnologien liegt deshalb nahe, weil von diesen technologischen Entwicklungen durchgreifende Auswirkungen auf viele Bereiche (Beruf, Arbeit, Wirtschaft, Kultur, Soziales, Umwelt) ausgehen;
- spezifische *Anwendungssysteme* wie z.B. der PC der Zukunft, das Internet der Zukunft, das Handy der Zukunft, das Haus der Zukunft, aber auch die Mobilität der Zukunft sowie die Gestaltung einer nachhaltigen ICT können in Roadmaps bearbeitet werden. Erfahrungsgemäß geht in solche Roadmaps eine Vielzahl an Einflussfaktoren aus Technik, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft ein,
- ein anzustrebendes *Leistungsspektrum* einer Organisation, also ein heutiges und zukünftiges Produktprogramm in Verbindung mit darauf abgestimmten Dienstleistungen. Oftmals entfällt hier die Beschränkung auf ein einziges Anwendungssystem, und in der Regel wird eine entsprechende Roadmap um die dazugehörigen Produkt-Roadmaps ergänzt.

Neben den Bezugsobjekten ergibt sich eine weitere Vielfalt an Roadmaps aus den Zwecken, die die Interessengruppe bzw. -gruppen verfolgen, die am Roadmapping beteiligt sind:

- Manche Roadmaps dienen ausschließlich der *internen Steuerung* in Organisationen, seien die Roadmaps selbst oder im Auftrag erstellt, allein z.B. in betrieblichen FuE-Abteilungen oder mit Hilfe externer Experten. Üblicherweise unterliegen solche Roadmaps der Geheimhaltung.
- Roadmaps eignen sich auch dazu, um die verschiedenen *Interessen beteiligter Gruppen* abzustimmen, z.B. FuE- und Marketingabteilung in Unternehmen, aber auch auf gesamtgesellschaftlicher Ebene lassen sich Roadmaps einsetzen, um längerfristige technische Entwicklungen anschaulich abzubilden und dabei gegebenenfalls Interessenkonflikte zu entschärfen.
- Roadmaps lassen sich ferner *wettbewerbsstrategisch* einsetzen. Solche Roadmaps spiegeln sich vor allem in der Ankündigungspolitik von Organisationen wider, z.B. wenn Unternehmen Produkte im Markt lancieren wie es beispielsweise in der Computerbranche mittlerweile üblich ist (sog. Vaporware).
- Mit Hilfe von Roadmaps können *eigene* und *fremde Aktivitäten* im Hinblick auf ein übergeordnetes Ziel koordiniert werden, z.B. bei betrieblichen FuE-Maßnahmen, aber auch bei zukunftssträchtigen Umbrüchen in der Gesellschaft. Die Eignung von Roadmaps als Instrument zur Koordination tritt vor allem bei umfangreichen Kooperationsvorhaben zutage, gerade dann, wenn viele externe Aktivitäten außerhalb des eigenen Verfügungsbereiches einfließen.
- Schließlich finden sich auch verschiedene Interessengruppen zusammen, um zu ihrer gemeinsamen *Orientierung* eine Roadmap zu erstellen. Eine solche Orientierungsfunktion ergibt sich durch Vereinbarungen, die z.B. als Meilensteine eingetragen und sodann in einem inhaltlich-zeitlichen Ablauf graphisch dargestellt werden.

Neben den hier hervorgehobenen drei Kriterien – Bezugsobjekte, Zweck und beteiligte Interessengruppen – lassen sich für den Einsatz von Roadmaps darüber hinaus weitere zeitliche, methodische und inhaltliche Spezifizierungen vornehmen.



### **Beispiel: Roadmapping in der Computerindustrie in den USA und in Japan**

In den USA hat sich das Roadmapping als wertvolles Instrument etabliert. Es wird dort vorwiegend in der Innovationsforschung eingesetzt. Bereits Anfang der 1990er Jahre hat die Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC) das Roadmapping branchenweit eingesetzt und dabei eine «Electronic Industry Environmental Roadmap» entwickelt. Diese Roadmap wurde 1996 letztmalig aktualisiert. Obwohl die aus dieser Roadmap abgeleiteten Empfehlungen unverbindlicher Natur sind, hatten sie dennoch eine wichtige Signalfunktion mit einer strategischen Weichenstellung für die gesamte Computerbranche, nämlich die (bislang weitgehend vernachlässigte) Integration ökologischer Aspekte in zukünftige technologische Überlegungen.

Neuerdings wird auch in Japan das Roadmapping in verstärktem Maße eingesetzt, so z.B. vom Ministry of International Trade and Industry (MITI) sowie in den Unternehmen Matsushita, Hitachi, Toshiba, NEC, Sony, Ricoh und Motorola. Unter der Federführung des MITI arbeitet man derzeit an einer branchenweiten Roadmap zur Elektronikentwicklung für die ICT-Branche. Diese Roadmap hat wettbewerbsstrategischen Charakter. Mit Hilfe der Roadmap sollen die erforderlichen Kompetenzen zur Entwicklung halogenfreier Elektronikkonzepte, bleifreier Lote und Produktrecyclingmethoden befördert werden. Zur Diffusion der dadurch angestoßenen Innovationen sollen Standards in periodischer Weise festgelegt werden, die sich jeweils am best practice orientieren. Insgesamt erhofft man sich eine verbesserte Wettbewerbsposition japanischer Unternehmen in der ICT-Branche.

### **Einsatzgrenzen des Roadmapping**

Roadmaps, v.a. in ihrer Form als Technologie-Roadmaps, stützen sich zum großen Teil auf Prognosen über technologische Entwicklungen, die zudem noch häufig mit anderen technologischen Entwicklungen, aber auch mit weiteren Faktoren in Wirtschaft und Gesellschaft wechselwirken. Da Prognosen per se mit Unsicherheit behaftet sind, erhält die Einsicht, dass «Planung den Zufall durch den Irrtum ersetze», hier durchaus seine ernste Berechtigung. Dies betrifft die *Einsatzgrenzen* von Roadmaps:

Es erscheint nahezu unmöglich, grundlegende technologische Durchbrüche oder Entdeckungen mit bahnbrechender Bedeutung exakt zu prognostizieren. Die Entdeckung der Röntgenstrahlen, die Erfindungen in der Genetik, oder – aus heutiger Zeit – das Auftreten der Fullerene ließen sich kaum exakt vorhersagen. Gleichwohl sind im Anschluss an technologische Durchbrüche wesentlich sicherere Prognosen möglich. Sie bilden das Betätigungsfeld der Technologie-manager, die Roadmapping betreiben. Nach der Entdeckung der Fullerene lassen sich also beispielsweise Bedingungen für eine Verbesserung und Kommerzialisierung finden, diese können als gedankliches Grundgerüst für eine Technologie-Roadmap dienen.

Roadmapping ist zugegebenermaßen nicht grundsätzlich neu. Gute Entscheidungs-, Führungs- und Fachkräfte in Unternehmen, Forschungseinrichtungen und anderen Organisationen denken seit langem in Roadmaps, wenn sie auch häufig keine graphische Darstellung dafür verwenden. In der konzeptionell ausgefeilteren Verwendung des Roadmapping sind jedoch wesentliche Dinge neu:

- das «Ausbrechen aus den Köpfen», also das dokumentierte Roadmapping in Verbindung mit einem kommunikativen Ziel,
- damit einhergehend die Erstellung von Roadmaps über Abteilungsgrenzen, die Organisation und andere institutionelle Grenzen hinweg sowie
- die Verwendung solider Planungstechniken und robuster Instrumente wie z.B. der Szenariotechnik für das Technologie-Roadmapping.

In einer Welt, in der scheinbar das Tempo des Fortschritts in Wissenschaft und Technologie ständig zunimmt und die Interaktionen zwischen den verschiedenen Akteuren in Wissenschaft, Politik und Wirtschaft komplexer werden, bieten Roadmaps eine gute Möglichkeit, das Netzwerk aus Faktoren der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft systematisch zu untersuchen und über temporäre und kausale Zusammenhänge Entwicklungschancen herauszuarbeiten.

**Literatur**

Da Costa, O.; Boden, M.; Punie, Y.; Zappacosta, M. (2003): *Wissenschafts- und Technologie-Roadmapping: von der Industrie zur öffentlichen Politik*. IPTS Nr. 73.

Lahser, K.; Dompke, M.; Tobias, M. (2002): *Roadmap für eine nachhaltige Informations- und Kommunikationstechnologie*. In: *Umweltwirtschaftsforum* 10(4).

Möhrle, M. G.; Isenmann, R. (Hrsg.) (2002): *Technologie-Roadmapping. Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen*. Springer, Berlin et al.

Phaal, R.; Farrugh, C.; Probert, D. (2001): *Technology Roadmapping: Linking Technology Resources to Business Objectives*. Center for Technology Management, University of Cambridge.  
<http://www-mmd.eng.cam.ac.uk/ctm/November> 2001.

The Aluminium Association (1997): *Aluminium Industry Technology Roadmap*. May 1997.  
<http://www.oit.doe.gov/aluminum/alroadmp.shtml#pubroadmap>, Abruf 18.3.2001.