

# Umdenken statt anpassen

Lorenz M. Hilty

Abstract:

Wie schaffen wir die Wende zu einer nachhaltigen Informationsgesellschaft?  
Nicht, indem wir die Technologien umweltfreundlicher machen, sondern indem wir sie nutzen, um die Industriegesellschaft ganz neu zu erfinden.

## ESSAY

# Umdenken statt anpassen

Wie schaffen wir die Wende zu einer nachhaltigen Informationsgesellschaft? Nicht, indem wir die Technologien umweltfreundlicher machen, sondern, indem wir sie nutzen, um die Industriegesellschaft ganz neu zu erfinden.

VON PROFESSOR LORENZ M. HILTY

Der IT-Sektor ist ins Blickfeld der Klima- und Umweltdiskussion gerückt. Im Zentrum der Debatte stehen Stromverbrauch und Elektronikabfall. Aber auch soziale Aspekte wie die Produktionsbedingungen bei Zulieferern in China oder Thailand werden zum Thema. Die Hersteller haben reagiert beziehungsweise engagieren sich seit Längerem in unterschiedlichen Projekten: Google und Intel haben die „Climate Savers“-Initiative gestartet, die die Energieeffizienz von PCs und Servern verbessern will. Die „Green Grid“-Allianz von AMD, Cisco, Dell, Fujitsu Siemens Computers, Intel, HP, IBM, Microsoft, Sun und anderen zielt darauf, den Stromverbrauch von Rechenzentren zu senken. Zudem hat die EU das Recycling durch die WEEE-Direktive (Waste Electrical and Electronic Equipment) reguliert. Noch weiter geht die UN-Initiative STEP (Solving the E-Waste Problem), die dem elektronischen Schrott weltweit den Kampf ansagt. Angenommen, diese Maßnahmen greifen in idealer Weise. Dann würde in Deutschland der Anteil der IT am Stromverbrauch nicht von heute drei Prozent auf prognostizierte fünf Prozent im Jahr 2010 steigen, sondern – unter optimistischen Annahmen – trotz der üblichen

Leistungssteigerungen etwa konstant bleiben. Außerdem hätten wir die vorgeschriebenen Verwertungsquoten von 75 Prozent erzielt und würden wertvolle Rohstoffe aus elektronischem Schrott wiedergewinnen.

## Ressourcenproduktivität erhöhen

Das ist notwendig, aber der Beitrag dieser Maßnahmen wird zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen nicht ins Gewicht fallen. Die Gesamtbelastung wird von anderen Sektoren dominiert: Bauen, Heizen, Kühlen oder auch Mobilität. Zum Hintergrund: Elektrischer Strom macht nur rund ein Drittel der Energie aus, die alle Industrien und Haushalte zusammen verbrauchen – die anderen zwei Drittel stellen Brennstoffe. Drei Prozent des Stromverbrauchs für den IT-Betrieb entsprechen daher lediglich einem Prozent des Gesamtenergieverbrauchs. Dieses eine Prozent ist zwar ernst zu nehmen, aber wir sollten auch darüber nachdenken, wie wir mithilfe der IT die übrigen 99 Prozent reduzieren können.

Wenn IT zur Lösung des Klimaproblems beitragen soll, dann müssen wir sie als Enabling Technology für eine Informationsgesellschaft sehen, die in der Ressourcenproduktivität ver-

gleichbare Durchbrüche erzielt wie die Industrialisierung einst bei der Arbeitsproduktivität. Beispielsweise kann im Braunkohletagebau pro Arbeitsstunde 50 000-mal so viel Kohle gefördert werden wie in vorindustriellen Zeiten. Weil dieses Fortschrittsmodell – mehr Masse bewegen dank Maschinen – so erfolgreich war, prägt es uns noch immer.

Heute benötigen wir einen vergleichbaren Fortschritt mit dem Ziel, mehr Nutzen pro Einheit nicht erneuerbarer Ressourcen zu erzeugen. Dabei genügt es nicht, einzelne Prozesse zu optimieren. Vielmehr geht es darum, wie wir die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse durch den Einsatz begrenzter natürlicher Ressourcen organisieren. Anders ausgedrückt: Es geht um den Wirkungsgrad des Gesamtsystems Produktion-Konsum-Entsorgung. Dieses System müsste lernen, bei gleichem Wohlstand mit einem geringeren Durchfluss an nicht erneuerbaren Ressourcen auszukommen. Leider waren wir in den vergangenen Jahren nicht sehr erfolgreich darin, unsere Wertschöpfung vom Materialfluss abzukoppeln – trotz einer hohen IT-Verbreitung. Die Schweiz liefert hierfür ein gutes Beispiel. Der direkte Materialinput in die Wirtschaft schwankt dort

## „Die Zukunft gehört den Herstellern, die bereit sind, Materialverantwortung zu übernehmen.“

PROFESSOR LORENZ M. HILTY, EMPA

seit 1981 um 14 Tonnen pro Einwohner und Jahr. Drei Viertel davon sind nicht erneuerbare Rohstoffe. Da im gleichen Zeitraum die Wirtschaft um 40 Prozent gewachsen ist, könnte man eine Zunahme der Ressourcenproduktivität vermuten (mehr Wohlstand bei gleichem Materialinput). Doch der Schein trügt: Dass der Materialinput nicht gestiegen ist, lässt sich vor allem durch den zunehmenden Import von Produkten erklären, die im Ausland mit hohem Ressourcenaufwand hergestellt werden. Ein Kilo importiertes Material verursacht heute durchschnittlich drei Kilo Ressourcenverbrauch in anderen Ländern.

Wie schaffen wir also die Wende zu einer nachhaltigen Informationsgesellschaft? Wir müssen IT dort intelligent einsetzen, wo die Material- und Energieflüsse am größten sind, also in Gebäuden (Bau, Heizung, Kühlung) sowie bei Mobilität (Bau und Betrieb von Fahrzeugen und Infrastruktur) und Landwirtschaft. Um die Ressourcenproduktivität zu verbessern, bieten sieben Anwendungsgebiete der IT das größte Potenzial (siehe Kasten). Selbst ein bescheidener Effekt würde den Eigenverbrauch der eingesetzten IT bei Weitem übertreffen.

Der letzte Punkt betrifft die IT-Industrie selbst. Wenn sie auch die eigene Ressourcenproduktivität verbessern will, dann ist der Verzicht auf Schadstoffe in den Geräten die langfristig wirkungsvollste Maßnahme. Denn diese erschweren die Rückgewinnung von Materialien. Nur ein Beispiel: Alle in China im Jahr 2005 produzierten stationären PCs (81 Millionen Stück) verbrauchen zusammen 18 000 Gigawattstunden Energie jährlich. Aus der Herstellung bringen sie aber einen „Energierucksack“ von 54 000 Gigawattstunden mit. Rund ein Drittel davon wurde für die Gewinnung der enthaltenen Materialien verbraucht, am meisten für Metalle. Deshalb lohnt sich das Recycling von IT unter Umweltaspekten. Einer Studie der Empa zufolge lassen sich metallische Rohstoffe aus Elektronikabfall um ein Vielfaches umweltfreundlicher gewinnen als aus Erzen. Die toxischen Bestandteile des E-Schrotts bilden aber die größte Hürde für ein Recycling, das sich auch ökonomisch rechnet. Beim industriellen Recycling etwa verursacht die Schadstoffentfrachtung hohe Kosten, weil sie sich kaum automatisieren lässt. Nur durch konstruktive Maßnahmen ist zu erreichen,

### PERSONALITY

**Lorenz M. Hilty** leitet die Abteilung für Technologie und Gesellschaft der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Empa und lehrt an den Universitäten St. Gallen und Zürich. Der habilitierte Informatiker war bis 2005 Professor für Wirtschaftsinformatik an der Fachhochschule Nordwestschweiz. Parallel dazu initiierte er das Forschungsprogramm „Nachhaltigkeit in der Informationsgesellschaft“ des ETH-Rats. Ein aktuelles Projekt mit der Tsinghua Universität in China und dem International



Institute for Sustainable Development in Kanada widmet sich den Umweltauswirkungen von globalen Wertschöpfungsketten elektronischer Produkte.

dass das Recycling unter marktwirtschaftlichen Bedingungen funktioniert.

Fazit: Die Zukunft gehört den Herstellern, die Materialverantwortung übernehmen. In sämtlichen Industriezweigen wird die Anforderung steigen, den Wert von Materialien über den gesamten Produktlebenszyklus zu erhalten. IT ist der Schlüssel zu einem Fortschritt, der darauf abzielt, mehr Nutzen aus weniger Material und Energie zu ziehen. Allerdings drehen wir diesen Schlüssel bisher in die falsche Richtung. Statt IT so einzusetzen, dass nicht erneuerbare Ressourcen eingespart werden, beschleunigen wir durch IT meist nur den Massenumschlag.

### Vorreiterrolle für die IT

Zwei Dinge müssen wir tun, um den Schlüssel in die richtige Richtung zu drehen: erstens IT systematisch einsetzen, um die Ressourcenproduktivität zu steigern; zweitens die Ressourcenproduktivität im IT-Sektor selbst verbessern. Das bedeutet, nicht nur Moore's Law zu folgen, sondern Materialverantwortung in einer globalisierten Wirtschaft zu übernehmen. Diese Herausforderung stellt sich langfristig für alle Industriezweige – die IT-Industrie kann eine Vorreiterrolle übernehmen.

### SIEBEN GEBIETE, AUF DENEN DIE IT ZUM KLIMASCHUTZ BEITRAGEN KANN

- Kontextsensitives **Wärmemanagement** (Heizen, Kühlen, Ventilation) in Gebäuden und vielleicht auch im Bereich Kleidung (Wearables)
- **Virtuelle Umgebungen**, die den Bedarf an umbautem Raum verringern
- **Service** ersetzt Materialfluss: statt kurzlebiger Sachgüter Dienstleistungen verkaufen und sie mithilfe langlebiger Sachgüter produzieren
- Effiziente, virtuelle **Teamarbeit**, die einen Teil der Reisen zu Meetings überflüssig macht
- Förderung leichter **Elektrofahrzeuge**
- **Precision-Farming**, um Dünger und Pestizide in der Landwirtschaft zu minimieren
- **Vermeidung** von Schadstoffen in der Hardwareproduktion, um die Rückgewinnung wertvoller Materialien zu erleichtern

2007 / November



# Bibliographie

- Arnfolk, P.; Erdmann, L.; Goodman, J.; Hilty, L. M. (2004): The future impact of ICT on environmental sustainability. Proceedings EU-US Scientific Seminar on New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods, 13-14 May 2004, Seville, Spain
- Behrendt, S.; Hilty, L. M.; Erdmann, L.: Nachhaltigkeit und Vorsorge – Anforderungen der Digitalisierung an das politische System. Aus Politik und Zeitgeschichte 42, 2003, 13-20
- Bullinger, H.-J.; Hilty, L. M.; Rautenstrauch, C.; Rey, U.; Weller, A. (Hrsg.): Betriebliche Umweltinformationssysteme in Produktion und Logistik. Metropolis, Marburg 1998, ISBN: 3-89518-178-1
- Dompke, M.; von Geibler, J.; Göhring, W.; Herget, M.; Hilty, L. M.; Isenmann, R.; Kuhndt, M.; Naumann, S.; Quack, D.; Seifert, E.: Memorandum Nachhaltige Informationsgesellschaft. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2004, ISBN: 3-8167-6446-0
- Erdmann, L.; Hilty, L. M.; Goodman, J.; Arnfolk, P.: The future impact of ICT on environmental sustainability. Synthesis Report. Institute for Prospective Technology Studies (IPTS), Sevilla, 2004
- Grossmann, G.; Hilty, L. M. (2003): La technologie de l'information: la clé de la durabilité? Sécurité Environnement 4, 2003, 14-15
- Hilty, L. M.; Arnfolk, P.; Erdmann, L.; Goodman, J.; Lehmann, M.; Wäger, P.: The Relevance of Information and Communication Technologies for Environmental Sustainability – A Prospective Simulation Study. Environmental Modelling & Software, 11 (21) 2006, 1618-1629
- Hilty, L. M.; Behrendt, S.; Binswanger, M.; Bruinink, A.; Erdmann, L.; Froehlich, J.; Koehler, A.; Kuster, N.; Som, C.; Wuertenberger, F.: The precautionary principle in the information society – effects of pervasive computing on health and environment. Second Revised Edition. Edited by the Swiss Center for Technology Assessment (TA-SWISS), Bern, Switzerland (TA46e/2005) and the Scientific Technology Options Assessment at the European Parliament (STOA 125 EN), 2005 (English translation of report no. 16)
- Hilty, L. M.; Gilgen, P. W. (eds): Sustainability in the Information Society. Metropolis, Marburg 2001, ISBN: 3-89518-370-9
- Hilty, L. M.; Köhler, A.; von Schéele, F.; Zah, R.; Ruddy, T.: Rebound Effects of Progress in Information Technology. Poiesis & Praxis: International Journal of Technology Assessment and Ethics of Science, 1 (4) 2006, 19-38
- Hilty, L. M.; Page, B.; Hrebicek, J.: Environmental Informatics. Environmental Modelling & Software 11 (21) 2006, 1517-1518
- Hilty, L. M.; Page, B.; Radermacher, F. J.; Riekert, W. F. (1995): Environmental Informatics as a New Discipline of Applied Computer Science. In: Avouris, N. (Hrsg.): Environmental Informatics – Methodology and Applications of Environmental Information Processing. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1995, 1-11
- Hilty, L. M.; Ruddy, T.; Schulthess, D.: Resource Intensity and Dematerialization Potential of Information Society Technologies. Olten: Solothurn University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, Olten 2000 (Discussion Papers; 2000-01)
- Hilty, L. M.; Ruddy, T.: The Information Society and Sustainable Development. Olten: Solothurn University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, Olten 2000 (Discussion Papers; 2000-03)
- Hilty, L. M.; Seifert, E.; Treibert, R. (eds): Information Systems for Sustainable Development. Idea Group Publishing, Hershey (PA) 2005, ISBN: 159140342-1
- Hilty, L. M.; Som C.; Köhler A.: Assessing the Human, Social and Environmental Risks of Pervasive Computing. Human and Ecological Risk Assessment, 10 (5) 2004, 853-874
- Hilty, L. M.; Wäger, P.; Lehmann, M.; Hirschier, R.; Ruddy, T.; Binswanger, M.: The future impact of ICT on environmental sustainability. Fourth Interim Report – Refinement and quantification. Institute for Prospective Technology Studies (IPTS), Sevilla, 2004

- Hilty, L. M.: Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft – Technologiefolgenabschätzung für Pervasive Computing. *Soziale Technik, Zeitschrift für sozial- und umweltverträgliche Technikgestaltung* 1, 2004, 9-11
- Hilty, L. M.: Electronic Waste – An Emerging Risk? *Environmental Impact Assessment Review* 25 (5) 2005, 431-435
- Hilty, L. M.: Informationsgesellschaft und nachhaltige Entwicklung – zwei Visionen ohne Zusammenhang? *Neue Technologien und IT in Medizin und Gesundheitswesen, Proceedings eHealthCare.ch* 2003, 16-17
- Hilty, L. M.: Nachhaltige Informationsgesellschaft – Einfluss moderner Informations- und Kommunikationstechnologien. In: Isenmann, R.; Hauff von, M. (Hrsg.): *Industrial Ecology: Mit Ökologie zukunftsorientiert wirtschaften*. Elsevier, Heidelberg u.a. 2007, 189-205
- Hilty, L. M.: Pervasive Computing – A case for the Precautionary Principle? In: *Second International Conference on Security in Pervasive Computing (SPC)*, Boppard, Germany, *Lecture Notes in Computer Science*, 3450, 2005, 1-2
- Hilty, L. M.: Sustainable Development and the Information Society. In: Brunnstein, K.; Berleur, J. (eds.): *Human Choice and Computers – Issues of Choice and Quality of Life in the Information Society*. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2002, 305-315
- Hilty, L. M.: The Material Side of Virtualization. In: Marx-Gomez, J.; Sonnenschein, M.; Müller, M.; Welsch, H.; Rautenstrauch, C. (eds.): *Information Technologies in Environmental Engineering. Proceedings ITEE 2007 – Third International ICSC Symposium*. Springer, Berlin et al. 2007, 5-6
- Hilty, L. M.: Umweltbezogene Informationsverarbeitung. Beiträge der Informatik zu einer nachhaltigen Entwicklung. *Habilitationsschrift (habilitation thesis)*. Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, Hamburg 1997
- Hilty, L. M.: Umweltinformationen strategisch und betriebsübergreifend nutzen. In: Cremers, A. B.; Greve, K. (Hrsg.): *Umweltinformation für Planung, Politik und Öffentlichkeit. Umweltinformatik aktuell*, Bd. 26, Metropolis, Marburg, 2000, 716-722
- Hischier, R.; Hilty, L. M.: Environmental Impacts of an International Conference. *Environmental Impact Assessment Review* 22 (5) 2002, 543-557
- Kräuchi, Ph.; Wäger, P.; Eugster, M.; Grossmann, G.; Hilty, L. M.: End-of-life Impacts of Pervasive Computing. *IEEE Technology and Society Magazine* 24 (1) 2005, 45-53
- Krivtsov, V.; Wager, P. A.; Dacombe, P.; Gilgen, P. W.; Heaven, S.; Hilty, L. M.; Banks, C.J.: Analysis of energy footprints associated with recycling of glass and plastic - case studies for industrial ecology. *Ecological Modelling* 174 (1-2) 2004, 175-189
- Meyer, R.; Hilty, L. M.: Individuenbasierte Verkehrs- und Logistikmodellierung in Java. In: Hohmann, G. (Hrsg.): *Frontiers in Simulation – Simulationstechnik*, 13. Symposium in Weimar, September 1999. Vieweg, Wiesbaden, 1999, 183-188
- Mügge, H., Meyer, R., Hilty, L. M., Page, B.: Object-Oriented Specification of Models and Experiments in Traffic Simulation. In: Swayne, D.; Denzer, R.; Schimak, G. (Hrsg.): *2nd International Symposium on Environmental Software Systems (ISESS)*, Whistler (Canada). New York: Chapman & Hall 1997, 355-342
- Oertel, B.; Wölk, M.; Hilty, L. M.; Köhler, A.: Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen. *Trends und Entwicklungen in Technologien, Anwendungen und Sicherheit*. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Bonn, 2004
- Oertel, B.; Wölk, M.; Hilty, L. M.; Köhler, A.: Security Aspects and prospective Applications of RFID systems. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Bonn, 2005 (English translation of report no. 20)
- Radermacher, F.-J.; Riekert, W.-F.; Page, B.; Hilty, L. M. (1994): Trends in Environmental Information Processing. *IFIP Transactions A: Computer Science and Technology (A-52)* 1994, 597-604
- Scharnhorst, W.; Althaus, H. J., Hilty, L. M.; Jolliet, O.: Environmental assessment of end-of-life treatment options for a GSM 900 antenna rack. *International Journal of Life Cycle Assessment* 6 (11), 425-436, doi:10.1065/lca2005.08.216

- Scharnhorst, W.; Hilty, L. M.; Jolliet, O.: Life Cycle Assessment of Second Generation (2G) and Third Generation (3G) Mobile Phone Networks. *Environment International* 5 (32) 2006, 656-675, doi:10.1016/j.envint.2006.03.001
- Scharnhorst, W.; Althaus, H.-J.; Classen, M.; Jolliet, O.; Hilty, L. M.: The End-of-life Treatment of Second Generation Mobile Phone Networks: Strategies to Reduce the Environmental Impact. *Environmental Impact Assessment Review* 25 (5) 2005, 540-566
- Scheer, A.-W.; Haasis, H.-D.; Hilty, L. M.; Kraus, M.; Rautenstrauch, C. (Hrsg.): *Computergestützte Stoffstrommanagement-Systeme*. Metropolis, Marburg 1996, ISBN: 3-89518-089-0
- Som, C.; Hilty, L. M.; Ruddy, T.: The Precautionary Principle in the Information Society. *Human and Ecological Risk Assessment*, 10 (5) 2004, 787-799
- Wäger, P.; Eugster, M.; Hilty, L. M.; Som, C.: Smart Labels in Municipal Solid Waste – a Case for the Precautionary Principle? *Environmental Impact Assessment Review* 25 (5) 2005, 567-586
- Wäger, P.; Hilty, L. M.; Arnfalk, P.; Erdmann, L.; Goodman, J. (2006) Experience with a System Dynamics model in a prospective study on the future impact of ICT on environmental sustainability In: *Proceedings of the iEMSs Third Biennial Meeting, "Summit on Environmental Modelling and Software"*. Edited by: Alexey Voinov, Anthony J. Jakeman and Andrea E. Rizzoli. International Environmental Modelling and Software Society, Burlington, USA
- Weiland, U.; Hilty, L. M.: Sustainable Urban Management: Opportunities and Risks of Information Technology. In: Hamm, B.; Muttagi, P. K. (eds.): *Sustainable Development and the Future of Cities*. Centre for European Studies, Oxford & IBH Publishing, New Delhi 1998, 197-202