



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
Main Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2018

Internal Error: Systemdenken fehlt – Green IT im Kontext der Digitalisierung

Hilty, Lorenz

Abstract: Die digitale Transformation lebt nicht von Daten und Algorithmen allein: Sie benötigt auch Rohstoffe und Energie. Green IT verfolgt das Ziel, die damit verbundenen Belastungen für Mensch und Umwelt zu verringern. Das ist sinnvoll, genügt aber nicht als Grundlage für eine nachhaltige Digitalisierung.

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-169772>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Hilty, Lorenz (2018). Internal Error: Systemdenken fehlt – Green IT im Kontext der Digitalisierung. *Politische Ökonomie*, (155):12-76.

Smartopia

Geht Digitalisierung auch nachhaltig?



Inhaltsverzeichnis

Mixed Reality

Einstiege 12

Triebkräfte für den Wandel? 20

Digitalisierung und Nachhaltigkeit

Von Tilman Santarius und Steffen Lange

Big Data

Moderne Sklaverei inklusive 28

Blinde Flecken der Digitalisierung

Von Felix Sühlmann-Faul und Stephan Rammler

„Den inneren Schweinehund müssen beide überwinden“ 33

Schnittmengen der Technologie- und Umweltbewegung

Ein Interview mit Constanze Kurz

Wie tickt der Homo Digitalis? 38

Zwischen neuen Möglichkeiten und digitalem Burnout

Von Sarah Diefenbach

Cloud Computing

46 Anything, anywhere, anytime

Konsum im digitalen Zeitalter

Von Vivian Frick und Johanna Pohl

52 Ohne eigenes Auto glücklich

Die Digitalisierung des Verkehrs

Von Weert Canzler und Andreas Knie

58 Technische Lösung sucht Problem

Zukunftsfähige Infrastrukturen im städtischen Bereich

Von Rainer Rehak

64 Effizienzwunder oder Ressourcenschleuder?

Industrie 4.0 auf dem Prüfstand

Von Grischa Beier, Silke Niehoff und Ortwin Renn

71 Internal Error: Systemdenken fehlt

Green IT im Kontext der Digitalisierung

Von Lorenz M. Hilty

Deep Learning

78 Traut Euch!

Vom Plattformkapitalismus zum Plattformkooperativismus?

Von André Reichel

84 Schwarmbildung für den Naturschutz

Digitalisierung als Empowerment für NGOs

Von Sweelin Heuss und Sina Nägel

90 Wie werden wir arbeiten?

Die sozio-öko-technologische Transformation der Arbeitsgesellschaft

Von Georg Jochum

96 Regulierung wanted!

Die SDGs als Leitfaden für eine nachhaltige Digitalisierung

Von Nelly Grotefendt und Marie-Luise Abshagen

Impulse

Projekte und Konzepte 102

Medien 113

Spektrum Nachhaltigkeit

Sterbende Fische, lebendiger Journalismus 120

Bilanz der Medienberichterstattung zum Dürresommer 2018

Von Carel Mohn

Die Erdfest-Initiative 124

Prototyp eines neuen Narrativs in der Naturschutzkommunikation

Von Andreas Weber, Hildegard Kurt und Andreas W. Mues

Gefährliche Strahlung im Kinderzimmer 128

Gesundheitliche Auswirkungen des Mobilfunks

Von Wilfried Kühling

Es geht um richtig viel Geld 132

Die Klimaschutzverpflichtungen der EU und der deutsche Staatshaushalt

Von Hans-Jochen Luhmann

Rubriken

Editorial 7

Inhalt 9

Impressum 136

Vorschau 137

Für die gedeihliche Zusammenarbeit und die finanzielle Unterstützung danken wir der Robert Bosch Stiftung.



Green IT im Kontext der Digitalisierung

Internal Error: Systemdenken fehlt

Von Lorenz M. Hilty

Die digitale Transformation lebt nicht von Daten und Algorithmen allein: Sie benötigt auch eine Menge Rohstoffe und Energie. Green IT verfolgt das Ziel, die damit verbundenen Belastungen für Mensch und Umwelt zu verringern. Das ist sinnvoll, genügt aber nicht als Grundlage für eine nachhaltige Digitalisierung.

— Seit rund einem Jahrzehnt ist „Green IT“ (Grüne Informationstechnologie) im medialen Diskurs präsent. Auf dem World Economic Forum 2007 präsentierte das Unternehmen Gartner einen Report, nach dem der IT-Sektor für einen relevanten Teil der globalen Treibhausgas-Emissionen (damals geschätzte zwei Prozent) verantwortlich sei. (1) Obwohl sich NGOs, Behörden, Forschungsprogramme und Industrieverbände schon länger mit den Umweltbelastungen durch IT und ihrer möglichen Reduktion befasst hatten, schuf erst der Gartner-Report eine gemeinsame Referenz für diese Bemühungen. Green IT wurde zu einem weithin akzeptierten Leitbild für die Akteurinnen und Akteure des IT-Sektors. (2) Das Umweltbundesamt vergibt das Zeichen „Blauer Engel“ für Rechenzentren. Als Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung greift Green IT aber zu kurz, weil grundlegende Veränderungen nötig wären, um den steigenden IT-Konsum zu bremsen.

Heute ist gar nicht mehr so leicht festzustellen, was genau in die Kategorie der Informationstechnik fällt. Traditionell umfasst IT alle technischen Artefakte zur Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe von Daten – somit programmierbare Computer

und die an sie angeschlossenen Peripheriegeräte. Diese Definition gilt nach wie vor. Sie ist im Alltag aber immer schwieriger anzuwenden, weil inzwischen eingetreten ist, was Donald Norman in seinem Buch „The Invisible Computer“ 1998 gefordert hatte: Die meisten Computer sind als solche nicht mehr zu erkennen, weil sie im Gewand anderer Dinge auftreten: als Telefone, Chipkarten, Staubsauger oder Fernseher. Was vor 20 Jahren noch „Ubiquitous Computing“ („Rechnerallgegenwart“) genannt wurde, bedarf heute keines Namens mehr, denn wir reflektieren nicht mehr über eine von Prozessoren bevölkerte Welt, ebenso wenig wie ein Fisch über Wasser nachdenkt.

Mit anderen Worten: Die IT ist heute nicht mehr das, was sie in den Anfängen der Bemühungen um Green IT war, als Computer noch wie Computer aussahen und das Internet hauptsächlich benutzt wurde, um E-Mails zu verschicken oder auf Dokumente zuzugreifen. Diesen tiefgreifenden Wandel müssen wir in seiner Dynamik verstehen, um die Frage nach der Konsistenz der Digitalisierung mit Anforderungen der Nachhaltigkeit einschätzen zu können.

Energieeffizienz allein genügt nicht

Auf der physikalischen Ebene ist IT ein Wunder an Energieeffizienz. Erbrachten die ersten elektronischen Computer einige tausend Rechenoperationen pro Kilowattstunde, so schaffen heutige Prozessoren rund zehn Billionen – eine Eins mit 16 Nullen. Im historischen Trend hat sich die Energieeffizienz der IT-Hardware alle 19 Monate verdoppelt. Wenn Energieeffizienz also dazu führen würde, dass wir insgesamt weniger Energie für IT verbrauchen, dann wäre das bereits geschehen. Wir müssten lediglich unsere Geräte laufend durch neue ersetzen – was wir bereits tun – und könnten zusehen, wie der Energieverbrauch sinkt.

Auf den ersten Blick erscheint es paradox, dass Rechenzentren dennoch über steigenden Stromverbrauch klagen und viel in Energieeffizienz investieren. Die Senkung des Indikators PUE (Power Usage Effectiveness, dt. Effizienz des Energieeinsatzes) ist eines der wichtigsten praktischen Ziele von Green IT. Der PUE gibt an, wie viel elektrische Energie ein Rechenzentrum insgesamt verbraucht, bezogen auf den Verbrauch der eigentlichen IT. Ein PUE von 2.0 bedeutet, dass für Kühlung, Beleuchtung und so weiter zusammen ebenso viel Strom verbraucht wird wie für

die IT. Über viele Jahre wurde investiert, vor allem in effizientere Kühlung, um übliche PUE-Werte von 3.2 auf 1.6 zu senken. Damit wurde die Energieeffizienz in über zehn Jahren um einen Faktor zwei verbessert.

Fragt man die Verantwortlichen, warum sie stattdessen nicht einfach 19 Monate gewartet hätten, weil in diesem Zeitraum die IT »von selbst« um einen Faktor zwei effizienter werde, hört man häufig den Satz: „Die Ansprüche wachsen mit.“ Anders ausgedrückt: Es wird stets eine Steigerung der Leistung erwartet, die dem Effizienzfortschritt in der IT entspricht. Aus ökonomischer Sicht ist dies nicht überraschend, denn neue Prozessoren verlangen ja nicht nur weniger Energie, sondern auch weniger Zeit, Platz, Material und Geld pro Leistungseinheit. Was dann eintritt, ist als Jevons-Paradox oder Rebound-Effekt bekannt: Was schneller oder billiger wird, davon wird mehr verbraucht (vgl. S. 46 ff.).

Erstaunlich ist dennoch, mit welcher Synchronizität dieser Effekt eintritt. Wann immer ein Gerät durch ein effizienteres ersetzt wird, ist die Bugwelle des Wachstums schon da und fegt mögliche Einsparungen hinweg. Das gilt auch für private Endgeräte. Wenn Sie nach fünf Jahren Ihr Smartphone wechseln, so braucht das neue für die gleiche Leistung zwar nur ein Achtel der Energie. Aber die Software, die mindestens das Achtfache an Rechenleistung benötigt, ist schon drauf. Selbst wenn Sie es wollten, hätten Sie kaum eine realistische Chance, die neue Hardware mit der alten Software zu betreiben und dadurch 87 Prozent der Energie zu sparen. Spätestens die drohende Ausnutzung von Sicherheitslücken in der »veralteten« Software würde Sie dazu bringen, eben doch mit der Herde zu trotten. Dabei kann Software gar nicht altern, Software ist das perfekt nachhaltige Produkt, weil sie sich nicht abnutzt, ebenso wenig wie ein Roman oder eine Partitur altern.

Die Illusion geschlossener Kreisläufe

Das Verarbeiten, Speichern und Übertragen von Daten benötigt nicht nur immer weniger Energie pro Leistungseinheit, sondern auch immer weniger Material. Nach dem Moore'schen Gesetz verdoppelt sich alle ein bis zwei Jahre die Zahl der Transistoren, die man auf einem Mikrochip unterbringen kann. Damit verdoppelt sich die Rechenleistung eines Chips bei etwa konstantem Aufwand an Rohstoffen. Auch wenn die technische Entwicklung hier allmählich an physikalische Grenzen stößt,

verbessert sich die Materialeffizienz immer noch beträchtlich. Wenig überraschend, greift hier wieder die beschriebene ökonomische Steigerungslogik: Wann immer sich die Integrationsdichte der Chips verdoppelt, wird mindestens das Doppelte an Rechenleistung und Speicherplatz in den Markt gedrückt und von diesem im perfekten Gleichschritt aufgenommen. Diese Verdoppelungen sind so selbstverständlich geworden, dass sie uns kaum mehr auffallen.

Aber der Fortschritt der Materialeffizienz verursacht auch Kosten, die der Markt nicht sieht. 1971 waren die Materialien in einem Mikrochip überschaubar, zwölf verschiedene Metalle wurden benötigt. Heute sind in IT-Geräten über 50 Metalle enthalten, die meisten in so winzigen Mengen, dass sich die Rückgewinnung nicht lohnt. Darunter befinden sich kritische Rohstoffe wie Indium oder Tantal, die unter hohen Belastungen für Mensch und Umwelt gewonnen werden (vgl. S. 28 ff.). Selbst unter optimalen industriellen Bedingungen werden im IT-Recycling maximal 17 Metalle zurückgewonnen, alle anderen verteilen sich so fein, dass es praktisch unmöglich ist, sie jemals zurückzuholen. Wir entziehen diese Metallmengen damit der Nutzung durch zukünftige Generationen. Hinzu kommt, dass zwischen den anfallenden und rezyklierten Mengen von Elektronikabfall ohnehin eine Lücke klafft, die in den meisten EU-Ländern weit über 50 Prozent liegt (3) und in der übrigen Welt noch größer sein dürfte.

Software entwertet materielle Güter

Der sogenannte Dieselskandal der deutschen Automobilindustrie hat gezeigt, was durch die Programmierbarkeit von Gegenständen (in diesem Fall Dieselmotoren) möglich wird. Die Software wurde so programmiert, dass sie erkennt, dass das Auto gerade einem Abgastest unterzogen wird, um Stickoxid-Werte vorzutauschen, die der Motor im Normalbetrieb nicht einhalten kann. Auch unabhängig von wichtigen Fragen der Luftreinhaltung sollte uns dieser Vorgang zu denken geben. Er zeigt eine eklatante Missachtung des Eigentumsrechts, das unserer Marktordnung zugrunde liegt: Käufer(innen) einer Ware wird die Verfügungsgewalt über ihr rechtmäßig erworbenes Eigentum verweigert. Sie können keine volle Kontrolle über ihr Eigentum ausüben, weil der Hersteller dank Software die Zügel in der Hand behält. Erstaunlich ist, dass angesichts solcher offenbar weithin üblicher Praktiken bisher

kein Aufschrei durch jene politischen Lager ging, die liberale Positionen vertreten. Nicht nur bei Autos, auch bei Kühlschränken, Laptops, Smartphones und Druckern wurden Fälle dokumentiert, in denen Hersteller durch Software gegen die Interessen der Eigentümer(innen) handelten, sei es zur Manipulation von Testergebnissen, für die künstliche Alterung (geplante Obsoleszenz), zur Steuerung der Inkompatibilität mit Ersatzteilen anderer Hersteller oder zur Verhinderung des Nachfüllens (etwa bei Druckerpatronen). Geräte, die mit dem Internet verbunden sind und dadurch laufend am Tropf der Software-Updates hängen, kann der Hersteller sogar nahezu »live« beeinflussen.

Aber gezielte Manipulation ist gar nicht notwendig, um Produkte durch Software zu entwerten. Es genügt, die Software in kleinen Schritten über die Hardware hinauswachsen zu lassen. Da Softwareprodukte niemals frei von Fehlern sind, sind Updates durch den Hinweis legitimiert, dass Fehler aus Sicherheitsgründen beseitigt werden müssten. Um dieses Argument zu untermauern, wird den Eigentümer(inne)n eine Mitverantwortung an den Folgen von Softwarefehlern zugeschoben für den Fall, dass sie die Software nicht laufend aktualisieren. Mit den Updates wachsen dann die Ansprüche an die Hardware. So wird voll funktionsfähige Hardware schleichend entwertet – auch das ist eine Praxis, an die wir uns längst gewöhnt haben. Das sogenannte Internet der Dinge könnte dieses Prinzip auf immer mehr Alltagsgegenstände ausdehnen, die früher oder später durch Software „nicht mehr unterstützt“ werden. Hier sind Kriterien für nachhaltige Software gefragt. (4)

Klare Grenzen helfen

Die Ursache für alle beschriebenen Probleme ist die Steigerungslogik unseres Wirtschaftssystems, die alle Akteurinnen und Akteure in der Lieferkette zu Wachstum zwingt. Diesen Mechanismus kann Green IT nicht mit Effizienzmaßnahmen durchbrechen. Wenn es darum geht, die Energie- und Materialflüsse im IT-Sektor nachhaltig zu beeinflussen, dann helfen nur harte Beschränkungen, die für alle Unternehmen die gleichen Bedingungen schaffen. Der Standby- und Leerlaufverbrauch von Geräten wurde in der EU und den USA mit großem Erfolg begrenzt. Ebenso wurden im Rahmen der RoHS-Richtlinie (Restriction of Hazardous Substances) für einige gefährliche Stoffe in Geräten Grenzwerte festgelegt. Das Europäische Parlament

hat 2017 ferner eine Verordnung zu Konfliktrohstoffen verabschiedet, mit der die Finanzierung von Konflikten und Menschenrechtsverletzungen durch Mineralienhandel verhindert werden soll.

Was jedoch noch völlig fehlt, ist eine Gesetzgebung, die die Manipulation und Entwertung von Produkten durch Software verhindert. Einen denkbaren Ansatz bietet hier das in den USA für Autos geltende und für Elektronikprodukte geforderte „Right to Repair“ („Recht auf Reparatur“). (5) Doch auch jenseits der Frage der Reparierbarkeit gibt es gute Gründe für die Forderung, dass Käufer(innen) von Produkten die Kontrolle über ihr Eigentum durchsetzen können – anderenfalls ist eine schleichende Entmündigung und Enteignung vorprogrammiert. ———

Anmerkungen

- (1) Mingai, Simon (2007): Green IT: A New Industry Shock Wave. Gartner.
- (2) Hilty, Lorenz M./Aebischer, Bernard (2015): ICT Innovations for Sustainability. Cham, S. 18-20 und S. 49-67.
- (3) Huisman, Jaco et al. (2017): Prospecting Secondary Raw Materials in the Urban Mine and mining wastes (ProSUM). Final Report. Brussels, S. 30.
- (4) Kern, Eva et al. (2018): Sustainable software products—Towards assessment criteria for resource and energy efficiency. Future Generation Computer Systems, Bd. 86/2018, S. 199–210. Table 3, S. 204.
- (5) Reichwein, Antonia/Sydow, Johanna (2018): Wege aus der Reparaturkrise? Germanwatch. Berlin.



Meine Definition von Smartopia:

Nachhaltige Digitalisierung ist Fortschritt dank digitaler Technik, der aus dem Können und Dürfen kein Müssen macht.

Zum Autor

Lorenz Hilty, geb. 1959, ist Professor für Informatik an der Universität Zürich (UZH) und

leitet die Forschungsgruppe „Informatik und Nachhaltigkeit“, die von der UZH und der Abteilung „Technologie und Gesellschaft“ der Empa gemeinsam getragen wird. Seit 2014 ist er Delegierter für Nachhaltigkeit an der UZH.

Kontakt

Prof. Dr. Lorenz Hilty
Universität Zürich
E-Mail hilty@ifi.uzh.ch