

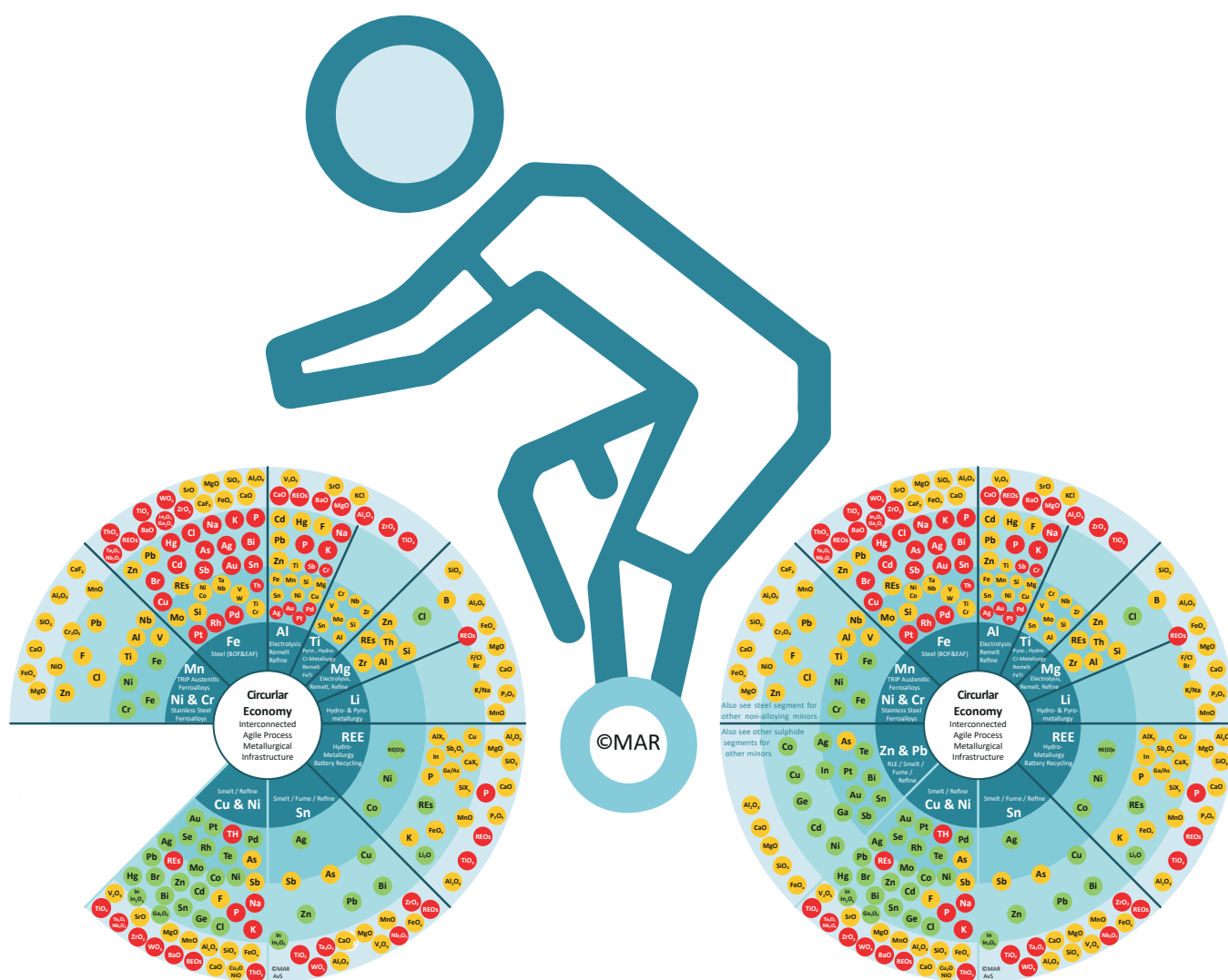
E..f..F..Kommunikation

Zeitschrift für Informatik und Gesellschaft

37. Jahrgang 2020

Einzelpreis: 7 EUR

3/2020 – September 2020



Technologie und Ökologie

ISSN 0938-3476

• Kritik an DSFA für die Corona-Warn-App • Algorithmen und Kreativität •

Inhalt

Ausgabe 3/2020

- 03 Editorial
- Stefan Hügel

Forum

- 04 Der Brief: Vom Umgang mit Grundrechten
- Stefan Hügel
- 06 TDRM: FlfF und WISE überwachen gemeinsam Radioaktivität
- FlfF e. V.
- 07 „Wenn es ein Algorithmus kann, ist es nicht mehr kreativ.“
- Markus Reinisch
- 10 Kritik an offizieller DSFA für die Corona-Warn-App
- Kirsten Bock, Christian Ricardo Kühne, Rainer Mühlhoff, Mëto R. Ost, Jörg Pohle, Rainer Rehak
- 13 Risiken und Maßnahmen nicht ausreichend dargelegt
- Ingo Dachwitz interviewt Kirsten Bock
- 16 KI und Nachhaltigkeit – Eine kritische Analyse
- Annika Kettenburg

Lesen & Sehen

- 19 Wissenschaft & Frieden 3/2020

FlfF e. V.

- 20 Fiffkon 2020 – Ankündigung
- FlfF e. V.
- 20 Einladung zur virtuellen Mitgliederversammlung 2020
- FlfF e. V.

Rubriken

- 75 Impressum/Aktuelle Ankündigungen
- 76 SchlussFlfF

Titelbild: Manche Stoffe lassen sich im Recycling von Elektronik-Schrott wiedergewinnen, andere gehen verloren. Die Tortenstücke zeigen die Infrastruktur metallurgischer Prozesse und ihr Potenzial. Es nimmt von den inneren Bändern nach außen ab. Wenn Prozesse fehlen, kann der Kreislauf nicht funktionieren.
(Artikel auf S. 43)

Schwerpunkt „Technologie und Ökologie“

- 21 2020 ist auch ein Klima-Jahr!
Editorial zum Schwerpunkt
- Dagmar Boedicker, Sebastian Jekutsch, Dietrich Meyer-Ebrecht
- 22 Digitaler ökologischer Fußabdruck
- Jens Gröger
- 25 Das Design bestimmt die Ökobilanz
- Karsten Schischke
- 28 Auswirkungen von Software-Systemen auf Nachhaltigkeit
- Stefanie Betz
- 31 Software und Nachhaltigkeit
- Lorenz M. Hilty
- 36 Hat Software eine Umweltwirkung?
- Marina Köhn
- 38 Aufmerksamkeit schaffen für Immaterielles
- Eva Kern
- 43 Quantification of the Inconvenient Truths about the Circular Economy (CE)
- N. Bartie and M. A. Reuter
- 49 Europas Übergang zur Kreislaufwirtschaft im IKT- und Elektroniksektor
- Tina Ajdič
- 52 Überwachung der atmosphärischen Radioaktivität
- Dietrich Meyer-Ebrecht
- 54 Digitale Nachhaltigkeit von Lehr- und Lernkulturen der Informatik
- Ulrike Erb, Oliver Radfelder und Karin Vosseberg
- 58 Global denken und lokal handeln
- Bernd Meiners
- 61 Alles unter Kontrolle – Version für Version
- Ludger Humbert und Daniel Losch
- 62 Grüne IT
- Raphael Bolius
- 63 Nachhaltigkeit in IT, Beruf und Alltag
- Paul Wielan
- 64 Meine Werkzeuge
- Marcus Rohrmoser
- 65 Technologie für oder gegen Ökologie?
- Dagmar Boedicker
- 68 Lesens- und sehenswerte Quellen
- Dagmar Boedicker

Editorial

Alle reden von Corona – wir reden vom Wetter! Genauer: Vom Klima, das in der öffentlichen Wahrnehmung hinter die akut und unmittelbar drohende COVID-19-Pandemie zurückgetreten ist. Doch die Klimakatastrophe droht weiterhin, auch wenn die Verlangsamung des öffentlichen Lebens das Tempo des Klimawandels vorläufig gebremst hat. Sie bleibt die größte Herausforderung der Menschheit in den kommenden Jahren und Jahrzehnten. Im Gegensatz zu COVID-19, wo wir immer noch auf einen Impfstoff hoffen dürfen, der der Pandemie ein Ende setzt, wird es das bei der Klimakatastrophe nicht geben. Neben der Aussicht auf technischen Fortschritt, der die Folgen vielleicht abmildern könnte, werden wir unseren Lebensstil nachhaltig verändern müssen. Auf technische Lösungen, die den Klimawandel verschwinden lassen, dürfen wir nicht vertrauen. *„We are not telling you to rely on technologies that do not even exist today at scale, and that science says, perhaps never will“*, sagte Greta Thunberg bei ihrer Rede auf dem Weltwirtschaftsforum im Januar in Davos. Auch das FfF glaubt nicht an Solutionismus durch technische Lösungen für Probleme, die letztlich soziale Ursachen haben.

Also: 2020 ist auch ein Klima-Jahr! Dies ist der Schwerpunkt in dieser Ausgabe mit 17 Beiträgen, der von Dagmar Boedicker, Dietrich Meyer-Ebrecht und Sebastian Jekutsch gestaltet wurde und in dem ein eigenes Schwerpunkt-Editorial einführt, in dem es heißt:

„Es wäre nur bedingt sinnvoll, eine Ökobilanz vom Effekt eines Virus zu machen, um seine Auswirkungen auf die Umwelt zu berechnen, seinen ökologischen Fußabdruck. Dagegen sind Ökobilanzen in der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) ausgesprochen sinnvoll. Trivial sind sie nicht. ... Um der Klimakrise zu entkommen, wird es allerdings nicht genügen, Ökobilanzen zu optimieren und das erfolgreich umzusetzen. Ebenso wichtig ist die soziale Nachhaltigkeit, ohne die alles nichts ist.“

Unser SchlussFfF zeigt, wofür das alles gut ist: Es geht um nichts anderes als die Bewahrung unseres Planeten als einen Ort, an dem wir leben können. Dafür tragen wir gemeinsam die Verantwortung.

„Man schreibt KI Chancen und Risiken riesigen Ausmaßes zu, oder stilisiert KI gar als ‚game changer for climate change and the environment‘.“ Dies unterzieht Annika Kettenburg in ihrem Beitrag *Künstliche Intelligenz und Nachhaltigkeit* einer kritischen Analyse. Sie zieht das Fazit:

„In [diesem] großen Bild der ausbleibenden Nachhaltigkeitstransformation spielt Technik eine untergeordnete Rolle – und für KI bleibt nur eine wesentlich kleinere. Frühwarnsysteme und Energieeffizienzgewinne sind Bausteine einer Großen Transformation, aber nicht ihr Fundament.“

Mit der menschlichen Kreativität analysiert Markus Reinisch einen anderen Gegenstand und seine Wechselwirkungen mit der Künstlichen Intelligenz. Sein Fazit ist bereits im Titel des Beitrags erkennbar: *„Wenn es ein Algorithmus kann, ist es nicht mehr kreativ.“* Sein Fazit:

„... das Wesenhafte der menschlichen Kreativität hat immer eine andere Qualität als das algorithmisch erzeugte, berechnete statistisch Kreative – es ist Garant für das Überraschende, Spontane, Unerwartete: eben das, was den Menschen in seinem Denken, Handeln und Kommunizieren genuin ausmacht.“

Breiten Raum nahm in unserer Ausgabe 2/2020 die Corona-Pandemie ein, und die App, mit deren Hilfe Infektionsrisiken erkannt und damit Infektionsketten unterbrochen werden sollten – trotz unbestrittenem Nutzenpotenzial auch ein Beispiel für Solutionismus. Da es die fertige App noch nicht gab, wurde durch eine Arbeitsgruppe des FfF eine Datenschutz-Folgenabschätzung für eine hypothetische Corona-App erstellt, die einige Beachtung gefunden hat. Inzwischen liegt die Corona-App vor und wird von vielen Menschen genutzt – und damit wurde nun auch die richtige Datenschutz-Folgenabschätzung veröffentlicht. Diese nimmt aber nur die App selbst in den Blick und versäumt es, den Kontext zu betrachten, in dem sie genutzt wird. Dazu gehören Serversysteme, Infrastrukturen und Anwendungen:

„Insbesondere die quelloffene Entwicklung von Server und Apps nebst allen ihren Komponenten – beispielsweise als freie Software – ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass nicht nur für Datenschutzaufsichtsbehörden die nötige Transparenz bezüglich der Umsetzung der Datenschutz-Grundsätze vorliegt, sondern auch für die Betroffenen und die Öffentlichkeit insgesamt. Diese Datenschutz-Folgenabschätzung zeigt aber auch, dass eine Fokussierung allein auf die Quelloffenheit der Technik die durchaus größeren gesellschaftlichen Implikationen des gesamten Verfahrens verschleiern kann.“

Diese Ausgabe der FfF-Kommunikation enthält zwei Beiträge dazu, die zunächst bei netzpolitik.org erschienen sind: *Kritik an Datenschutz-Folgenabschätzung für die Corona-Warn-App* von Kirsten Bock, Christian Ricardo Kühne, Rainer Mühlhoff, Měto Ost, Jörg Pohle und Rainer Rehak, und ein vertiefendes Interview dazu mit Kirsten Bock.

Seit Jahren überwacht das Messnetz zur Radioaktivitätsüberwachung TDRM die Radioaktivität in der Umgegend der belgischen Reaktoren in Tihange und Doel. Seit kurzem gibt es eine Partnerschaft mit der niederländischen NGO WISE, in deren Rahmen die gegenseitige Nutzung der Messdaten vereinbart wurde.

In Planung ist die diesjährige FfF-Konferenz, die wir – wie bereits angekündigt – am 14. November 2020 virtuell durchführen werden. Weitere Informationen dazu wird es demnächst auf unseren Webseiten fiff.de und fiffkon.de geben.

Wir wünschen unseren Leserinnen und Lesern eine interessante und anregende Lektüre – und viele neue Erkenntnisse und Einsichten.

Stefan Hügel
für die Redaktion



Vom Umgang mit Grundrechten

Liebe Freundinnen und Freunde des FlfF, liebe Mitglieder,

bitte stellt einmal zwei Szenarien einander gegenüber:

Am 18. Februar 1972 wird durch die damalige Bundes- und die Landesregierungen der sogenannte Radikalerlass¹ zur Überprüfung von Bewerbern für den Öffentlichen Dienst auf deren Verfassungstreue beschlossen. Er hatte das Ziel, die Beschäftigung sogenannter Verfassungsfeinde im öffentlichen Dienst zu verhindern. Beamte, Angestellte und Arbeiter mussten sich durch ihr gesamtes Verhalten zur freiheitlich-demokratischen Grundordnung bekennen.

Das war doch beispielhaft, mag man denken. Da nimmt eine Regierung ihre Verfassung wirklich ernst. Aber natürlich wissen wir, dass das Grundgesetz damals vor allem als Waffe gegen die politische Linke in Stellung gebracht wurde – ausgerechnet unter der Regierung von Willy Brandt.

Heute hat sich der Umgang mit den Grundrechten gewandelt:

Die Digitalisierung seit den 1980er Jahren weckt Begehrlichkeiten nach Daten der Bevölkerung bei Sicherheitsbehörden. Nachdem das Bundesverfassungsgericht sein bahnbrechendes Volkszählungsurteil und mit dem Recht auf informationelle Selbstbestimmung gesprochen hatte, wuchsen diese Begehrlichkeiten nach den Terroranschlägen des 11. September 2001 stark an. Immer wieder wurde die anlasslose Vorratsdatenspeicherung gefordert, die durch das Bundesverfassungsgericht am 2. März 2010 für verfassungswidrig erklärt wurde. Am 21. Dezember 2016 bestätigte der Europäische Gerichtshof, dass anlasslose Vorratsdatenspeicherung illegal sei. Andere Überwachungsmaßnahmen wie die Online-Durchsuchung beantwortete das Bundesverfassungsgericht mit dem Grundrecht auf Gewährleistung der Vertraulichkeit und Integrität informationstechnischer Systeme. Das Bundesverfassungsgericht verwarf die Bestandsdatenauskunft, der Europäische Gerichtshof lehnte sowohl die Safe-Harbour-Regelungen als auch das Privacy Shield ab.

In Summe versuchen hochrangige PolitikerInnen in Deutschland wiederholt, Bestimmungen der Verfassung auszuhebeln. Bundesregierung, Bundestag, Bundes- und LandespolitikerInnen fordern immer wieder verfassungswidrige Gesetze. Bundesverfassungsgericht und Europäischer Gerichtshof müssen durch ihre Urteile das Schlimmste verhindern und die Verfassung gegen solche Versuche schützen – doch selbst diese Urteile werden in Frage gestellt, und es werden Auslegungen gesucht, die solche Gesetze doch noch möglich machen. Die Urteile des EuGH gegen das Privacy Shield², des Bundesverfassungsgerichts gegen die Bestandsdatenauskunft³ und auch die erneute Debatte über die Vorratsdatenspeicherung werfen nur einzelne Schlaglichter auf einen besorgniserregenden Umgang mit den verfassungsmäßigen Grundrechten.

Ebenfalls besorgniserregend sind die Nachrichten, die uns aus den Vereinigten Staaten erreichen. Eine völlig verfehlte Gesundheitspolitik führt dort gerade zu einer erschreckend hohen Zahl an Toten durch die COVID-19-Pandemie. Der Präsident reagiert mit Trotz, wie jemand, der, in die Ecke gedrängt, wild strampelnd um sich schlägt. Gleichzeitig lassen sich große Teile der Bevölkerung den allgegenwärtigen Rassismus nicht mehr bieten – einem Rassismus, der dazu führt, dass *People of Colour* bei Polizeikontrollen ständig damit rechnen müssen, niedergeknallt zu werden, und dass man schon Kindern beibringen muss, wie sie sich in einer Polizeikontrolle verhalten sollen, um nicht erschossen zu werden. Erschreckend die Bilder von Beamten der US-amerikanischen Bundespolizei, die mit den Maßstäben einer demokratischen Exekutive nicht mehr vereinbar sind.⁴

Umfragen lassen erwarten, dass Präsident Trump gegen den eher blassen Gegenkandidaten Biden die anstehende Wahl verlieren könnte.⁵ Schon gibt es wilde Spekulationen, dass Trump eine solche Abwahl nicht akzeptieren und sich mit Gewalt oder Verfahrenstricks⁶ an der Präsidentschaft halten könnte. Er bereitet dies verbal vor – seine Regierung leiste „großartige“ Arbeit und er sei selbstverständlich der „erfolgreichste“ Präsident aller Zeiten.⁷ Er versucht gerade, die Wahl zu delegitimieren, vor allem die Briefwahl, bei der mit einer Mehrheit für die Demokraten gerechnet wird: „Briefwahl wird, sofern sie nicht von den Gerichten geändert wird, zur korruptesten Wahl in der Geschichte unserer Nation führen!“⁸

Auch wenn man diese Rhetorik mit Befremden verfolgt: Sie hat Methode. Sie beeinflusst und bestimmt die Weise, in der viele Menschen die aktuelle Situation wahrnehmen.

Und damit sind wir zurück in Deutschland. Manche meinen, die Situation sei überhaupt nicht mit der in den USA vergleichbar. Tatsächlich ist bei uns alles eine Nummer kleiner. Und doch: die Bruchlinien sind oft ähnlich. Auch in Deutschland gibt es *Racial Profiling*, Rassismus bei der Polizei⁹ – und die Politik redet ihn klein und verteidigt das Vorgehen.¹⁰

Auch hier hat sich eine Debatte um die Rolle der Polizei entwickelt. Auf der einen Seite Kritik an ausufernder Polizeigewalt, wie sie z.B. beim G20-Gipfel 2017 in Hamburg beobachtet wurde – obwohl es auch hier keine Strafverfolgung von PolizistInnen gegeben hat, trotz umfassend dokumentierter Polizeigewalt.¹¹ In Hessen treibt inzwischen der selbsternannte *NSU 2.0* sein Unwesen und fühlt sich dabei offenbar so sicher, dass er trotz öffentlicher Berichterstattung immer weitere Personen mit Morddrohungen und Hass überzieht.¹² Der zuständige Landesinnenminister ist immer noch im Amt.

Dazu kommt die ständig wiederholte Betonung zunehmender Gewalt gegen Vollzugsbeamte. Jüngste Höhepunkte dieser Entwicklung sind die Ereignisse in Stuttgart und Frankfurt am Main, wo es



anscheinend zu Gewalttaten gegen Polizeibeamte kam. Selbstverständlich ist Gewalt gegen Polizeibeamte abzulehnen, mehr noch aber rechtswidrige Gewalt von Polizeibeamten, die das Gewaltmonopol des Staates ausüben und damit eine besondere Verantwortung tragen. Das Eine muss so konsequent verfolgt werden wie das Andere. Doch interessant ist etwas anderes: ich nenne es *das System Trump*. Die öffentlichen Verlautbarungen sprechen von „einer nie dagewesenen Dimension von Gewalt“.¹³ Gewalt ist abzulehnen, ohne wenn und aber, doch: Warum diese eskalierende Rhetorik?¹⁴ Wird auch hier versucht, durch ausgiebigen Gebrauch von Superlativen die Debatte zu dominieren?

Die Personen, die an dem Abend am Frankfurter Opernplatz verhaftet wurden, wurden offenbar bereits am Tag darauf wieder wegen mangelnden Tatverdachts auf freien Fuß gesetzt. Dies berichtete auch die BILD – auch wenn man unterstellen darf, dass das nicht als Lob eines funktionierenden Rechtsstaats gemeint war, sondern als empörte Kritik. Es gibt wenig Anlass, zu vermuten, dass die BILD-Redaktion die Prinzipien des Rechtsstaats verstanden hat: Dass man Menschen nicht einfach einsperren kann, nur weil irgendwer das für richtig hält – auch wenn es der Polizeipräsident ist.¹⁵ Ähnliches gilt für PolitikerInnen, die gebetsmühlenartig die „ganze Härte des Rechtsstaats“ fordern. Sie haben nicht begriffen, dass es eine „Härte“ des Rechtsstaats nicht gibt, sonst wäre es kein Rechtsstaat mehr.

Mit Flffigen Grüßen

Stefan Hügel

Anmerkungen

- 1 Wikipedia, Stichwort „Radikalenerlass“, <https://de.wikipedia.org/wiki/Radikalenerlass>
- 2 Gerichtshof der Europäischen Union (2020) Pressemitteilung 91/2020 zum Urteil in der Rechtssache C-311/18, 16.07.2020, <https://curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2020-07/cp200091de.pdf>. Der Gerichtshof erklärt den Beschluss 2016/1250 über die Angemessenheit des vom EU-US-Datenschutzschild gebotenen Schutzes für ungültig.
- 3 Bundesverfassungsgericht (2020) Pressemitteilung Nr. 61/2020 zum Beschluss vom 27. Mai 2020 – 1 BvR 1873/13, 1 BvR 2618/13, 17.07.2020, <https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/bvg20-061.html>
- 4 „Ein Angriff auf unsere Demokratie“ / Portland: Kritik an Einsatz von US-Sicherheitskräften, Tagesschau.de 19.07.2020, <https://www.tagesschau.de/ausland/portland-103.html> / <https://www.tagesschau.de/>
- ausland/portland-103-magnifier_pos-0.html. Doch wir dürfen nicht nur nach Amerika schauen – auch in Deutschland gibt es Beispiele, z.B. <https://g20-doku.org>
- 5 Umfrage: Trump liegt in wichtigen US-Staaten hinter Biden, Handelsblatt online 24.07.2020, <https://www.handelsblatt.com/politik/international/praesidentenwahl-umfrage-trump-liegt-in-wichtigen-us-staaten-hinter-biden/26033578.html?ticket=ST-10328078-VRE9ct2e3F-cMpD2x6KCn-ap3>
- 6 Molor-Erdene B (2020): Trotz Niederlage könnte Trump im Amt bleiben, Telepolis 21.07.2020, <https://www.heise.de/tp/features/Trotz-Niederlage-koennte-Trump-im-Amt-bleiben-4848126.html>
- 7 Trump: Bin der erfolgreichste US-Präsident der Geschichte, Merkur online 23.02.2018, <https://www.merkur.de/politik/trump-bin-erfolgreichste-us-praesident-geschichte-zr-9641900.html>
- 8 Donald Trump setzt erneut umstrittene Briefwahl-Posts ab – Facebook reagiert, Twitter schweigt, Merkur online, 22.07.2020, <https://www.merkur.de/politik/donald-trump-post-facebook-twitter-us-wahl-briefwahl-corona-pandemie-usa-link-hinweis-joe-biden-zr-90011643.html>
- 9 Hans J (2020): „Mei, ich bin des gewöhnt“, Süddeutsche Zeitung online 25.07.2020, <https://www.sueddeutsche.de/muenchen/muenchen-polizei-vorwurfe-rassismus-kontrollen-1.4978248>
- 10 Beispiele gibt es viele – hier eins von Anfang 2017, das man so vielleicht nicht direkt erwartet hätte: Meiritz A (2017): Prominente Grüne isolieren Parteichefin Peter, Spiegel online 02.01.2017, <https://www.spiegel.de/politik/deutschland/koeln-gruenen-chef-cem-oezdemir-distanziert-sich-von-ko-chefin-simone-peter-a-1128287.html>
- 11 Reuter M (2020): Polizeigewalt beim G20: Keine einzige Anklage, netzpolitik.org 30.06.2020, <https://netzpolitik.org/2020/polizeigewalt-beim-g20-keine-einzige-anklage/>
- 12 Dies war bereits Thema im Grundrechte-Report 2020: Pichl M (2020): „NSU 2.0“ und „Hannibal“ und Hügel S (2020): Helene Fischer In Frankfurt, beide im Grundrechte-Report 2020, Frankfurt am Main: Fischer-Taschenbuchverlag
- 13 Pany T (2020): „Nie dagewesene Dimension der Gewalt“, Telepolis 21.06.2020, <https://www.heise.de/tp/features/Nie-dagewesene-Dimension-der-Gewalt-4790482.html>
- 14 Laschky T (2020) Stuttgart: „Nie dagewesene Gewalt“?! Polizei, Politik und Presse im Rausch der Übertreibung, Der Volksverpetzer 24.06.2020, <https://www.volksverpetzer.de/schwer-verpetzt/nie-dagewesene-gewalt-stuttgart/>
- 15 Schlagenhauser S (2020) Polizeipräsident: „Fatales Signal an unsere Beamten“, Bild online 19.07.2020, <https://www.bild.de/regional/frankfurt/frankfurt-aktuell/40-festnahmen-flaschen-werfer-verletzen-polizisten-am-opernplatz-71964350.bild.html>. Über die Berufsauf-fassung des Polizeipräsidenten, sollte er das wirklich gesagt haben, wollen wir hier nicht spekulieren.



Das Flff bittet um Eure Unterstützung

Viermal im Jahr geben wir die Flff-Kommunikation heraus. Sie entsteht durch viel ehrenamtliche, unbezahlte Arbeit. Doch ihre Herstellung kostet auch Geld – Geld, das wir nur durch Eure Mitgliedsbeiträge und Spenden aufbringen können.

Auch unsere weitere politische Arbeit kostet Geld für Öffentlichkeitsarbeit, Aktionen und Organisation. Unsere jährlich stattfindende Flff-Konferenz, der Weizenbaum-Preis, weitere Publikationen, Kommunikation im Web: Neben der tatkräftigen Mitwirkung engagierter Menschen sind wir bei unserer Arbeit auf finanzielle Unterstützung angewiesen.

Bitte unterstützt das Flff mit einer Spende. So können wir die öffentliche Wahrnehmung für die Themen weiter verstärken, die Euch und uns wichtig sind.

Spendenkonto:

Bank für Sozialwirtschaft (BFS) Köln, IBAN: DE79 3702 0500 0001 3828 03, BIC: BFSWDE33XXX

TDRM: FfF und WISE überwachen gemeinsam Radioaktivität

Sicherheitsrisiken in Tihange und Doel bestehen weiter

12. Juni 2020 – Aachener FfF-Projekt TDRM und niederländische NGO WISE überwachen Radioaktivität im Schulterschluss

Noch beherrscht Corona die Nachrichten. Unbeirrt und unge-
stört durch öffentliche Aufmerksamkeit werden indes die als
hohe Sicherheitsrisiken geltenden Reaktoren in den belgischen
AKWs Tihange und Doel weiter in Betrieb gehalten – mit kei-
neswegs verminderten Risiken, gerade auch im Anbetracht der
Corona-Folgen für die Belegschaft. Schon nutzt der Betreiber
ENGIE Electrabel die Ablenkung der Medien, um für eine weitere
Verlängerung der Laufzeiten zu werben.

Unbeirrt hat deshalb auch das Aachener Projekt *Tihange-Doel
Radiation Monitoring*, kurz TDRM [1] seine Arbeit fortgesetzt.
Projektleiter Professor Dietrich Meyer-Ebrecht, Mitglied des wis-
senschaftlichen Beirats des FfF, erläutert zum Projekt:

*„Vor vier Jahren startete die Aachener Regionalgruppe
des FfF das TDRM-Projekt in einer gemeinsamen Aktion
mit dem Bündnis gegen Atomkraft in Aachen (AAA) und
einer Aachener Gruppe der IPPNW. Über ungewöhn-
liche Anstiege der Radioaktivität in der Region sollte
möglichst frühzeitig und vor allem unbeeinflusst infor-*

*miert werden können. Innerhalb weniger Monate ent-
wickelte und realisierte das Projektteam aus Ingenieuren
und Informatikern Sensorstationen und Datenerfassung
für die Messung der atmosphärischen Radioaktivität.“*

In der Aachener Region, im niederländisch-belgischen Grenzge-
biet und vor allem im Umkreis der AKWs Tihange und Doel fan-
den sich engagierte Menschen, die eine solche Sensorstation in
ihrem privaten Bereich installierten. Insbesondere in Belgien half
das AAA, die Kontakte herzustellen. Das FfF stellte seinen Inter-
netserver zur Verfügung, auf dem die Messwerte zusammenlau-
fen, in einer Datenbank dokumentiert werden und über die Inter-
netseiten *TDRM.eu* minutenaktuell abgerufen werden können.

Inzwischen ist das TDRM-Netz auf 30 Sensorstationen ausgebaut.
Eine besondere Erweiterung erfuhr es jüngst in einer Kooperation
mit einer niederländischen Initiative. Unter dem Namen *Gamma-
Sense* hat die NGO WISE, technisch unterstützt durch die NGO
Waag, ein Netz für die Radioaktivitätsmessung eingerichtet, mit
30 derzeit vorwiegend in den Niederlanden positionierten Sensor-
stationen [2]. Professor Meyer-Ebrecht weiter:

*„Da sich die Erfassungsgebiete der beiden Netze geogra-
fisch ideal ergänzen, wurde eine gegenseitige Nutzung
der Messdaten vereinbart. Das TDRM-Projekt hat jetzt
eine Auswahl von GammaSense-Stationen, deren Lage
bezüglich der belgischen AKWs relevant ist, in seine In-
ternetdarstellung integriert und damit den ersten Schritt
zur Umsetzung der Vereinbarung gemacht.“*

*„Beispielhaft ist diese Kooperation“, so Professor Meyer-
Ebrecht,*

*„weil es hier gelungen ist, eine Synergie zwischen sehr
unterschiedlich aufgestellten und agierenden NGOs
herzustellen: Das vom FfF getragene TDRM-Projekt will
den in einer Risikoregion lebenden Menschen zu jeder
Zeit eine aktuelle Einschätzung der Gefahrenlage ermög-
lichen. Das WISE/Waag-Projekt will primär Bürgerinnen
und Bürger aktiv an der Sammlung von Umweltdaten
für eine nachhaltige Entwicklung unseres Lebensraums
beteiligen. Ein gemeinsames Interesse jedoch ist ihr Ein-
treten gegen die Nutzung der Atomenergie. Beispielge-
bend für eine nachhaltige Nutzung der Ressourcen ist
zudem der erfolgreiche Versuch, die Heterogenität sehr
unterschiedlich konzipierter Netze durch offen gelegte
Schnittstellen zu überwinden.“*

← 24.07.2020 (Kalendertag, heute bis 11:32) → Heute Kalender-tag Kalender-woche Kalender-monat			
Region	Station	Mittelwert	Maximum der dargestellten Stationswerte: 0.23 µSv/h
[10]	[30 online]	[µSv/h]	2.00 µSv/h
Doel	Kloetinge, NL	0.09	
	Meerdonk	0.22	
	Antwerpen-Oost	0.15	
	Antw-Berchem	0.20	
	Schoten	0.14	
Brussels	Lede	0.09	
	Mechelen	0.03	
	Center	0.07	
Tihange	Celles	0.21	
	Marnelle	- - -	[offline]
	Fumal	0.03	
	Vianze	0.14	
	Amay	0.12	
Liege	Nandrin	0.12	
	St-Walburge	0.08	
	Guillemins	0.09	
	Tiff	0.12	
	Comblain a/Pt	0.22	
Luxembourg (B)	Gouvy/Gellich	0.21	
Limburg (B)	Hasselt	0.10	
Limburg (NL)	Eijsden	0.11	
North Brabant	Uden	0.10	
Aachen	Uebach-Palenb.	0.09	
	Herzogenrath	0.09	
	Steppenber	0.12	
	Center	0.14	
	Forst	0.12	
	Roetgen	0.12	
	Monschau	0.21	
	Eschweiler	0.14	
Duesseldorf	HSD	0.08	

= durchschnittliche Grund-Dosisleistung
= mittlere Dosisleistung pro Zeitbereich
= aktuelle Dosisleistung zum Abrufzeitpunkt

Tabelle der beobachteten Dosisleistungen vom 24. Juli 2020
<https://tdrm.fiff.de/index.php/strahlungspegel/tabellarisch>

Referenzen

- [1] Tihange-Doel Radiation Monitoring, TDRM – <https://tdrm.eu>
[2] GammaSense, Citizens Measuring Gamma Radiation – gammasense.org/map



„Wenn es ein Algorithmus kann, ist es nicht mehr kreativ.“

Gedanken zur menschlichen Kreativität im Einflussbereich der Algorithmen

Immer wenn im Auf und Ab der Künstlichen-Intelligenz-Forschung erwähnenswerte Fortschritte zu vermelden sind, rücken Algorithmen und deren Leistungen ins Bewusstsein. Sicher gab es in den letzten Jahren enorme Fortschritte rund um selbstlernende, autonome oder kreative Algorithmen, die vielfach Erleichterungen für den Menschen bringen. Von Computerprogrammen erzeugte Texte, Gemälde, Kompositionen und andere Kunstwerke befeuerten den Kreativitätsdiskurs und trugen zum Verwischen der Grenze zwischen Mensch und Maschine bei. Die dabei eingesetzten Algorithmen werfen die Frage nach einer Kreativität auf, die sich am ehesten als maschinell oder artifiziell bezeichnen lässt. Dass sie mit der menschlichen Kreativität in Konkurrenz stehen wird, prophezeien einige Daten- und KI-Euphoristen. Der folgende Beitrag problematisiert diesen Zusammenhang und fragt danach, inwieweit die Entwicklungen rund um Deep Learning-Algorithmen auch auf das Verständnis menschlicher Kreativität zurückwirken. Er plädiert letztlich aus der Sicht auf Bildungsprozesse dafür, über die „Unverzichtbarkeit nicht algorithmischer Kreativität“¹ unter verschiedenen Blickwinkeln neu nachzudenken.

Kreativ und algorithmisch – ein Widerspruch?

Man könnte es im digitalisierten Sprachduktus als *art bias* bezeichnen, wenn menschliche Kreativität auf den Bereich der Kunst beschränkt wird. In vielen Lebensbereichen geht sie mit Beschreibungen wie *originell*, *schöpferisch*, *gestalterisch*, *konstruktiv*, aber auch *intuitiv* und *spontan* einher. Das lateinische Verb *creare* bedeutet in erster Linie „Ideen haben und Neues hervorbringen“. Es gibt nicht die Theorie der Kreativität, sondern verschiedene Ansätze aus verschiedenen Disziplinen (wie Psychologie, Philosophie oder Kunst), um das relativ abstrakte Phänomen zu konkretisieren. Eine sehr brauchbare und für verschiedene Diskurse anschlussfähige Beschreibung liefert Simone Mahrenholz: für sie ist Kreativität „ein auffälliges Ineinander von Aktivität (Schöpfung) und Passivität (Zufallen, Zufall, *Nicht-Steuern-Können*), von Erfinden und Entdecken, von *Neu-Schaffen* und *Um-Schaffen*, von verbal artikulierbar und nicht-sag-, sondern nur *zeig-bar*, von ‚bewusst‘ und ‚unbewusst‘ geschehend.“² 1972 wiesen Beer/Erl darauf hin, dass in unserem Gehirn mehr Kapazitäten für kreatives Denken frei werden, wenn uns Routinearbeiten abgenommen würden – ein Argument, mit dem KI-Befürworter einen umfassenden Einsatz zu rechtfertigen versuchen. Erst dann könne, so die beiden Autoren in den 70er-Jahren, der Mensch schöpferische Ideen entwickeln, erst dann steige „das Gewicht der kreativen Kräfte, deren Monopol er [der Mensch, M. R.] bis heute besitzt.“³ Dass dieses Monopol heute vielfach infrage gestellt wird, zeigt sich im KI-Diskurs hinsichtlich anthropomorphisierender Bezeichnungen wie *Kreative Künstliche Intelligenz (KKI)* oder *Künstliche Kreativität (KK)*. Fortschritte rund um *Neuronale Netze*, *Machine Learning* und entsprechende Lernalgorithmen führten in den letzten Jahren zum Ausbau von Forschungsbereichen wie *Computational Creativity*.

Die interessanten Grundsatzfragen in diesem Bereich lauten: Wie kann das von Algorithmen erzeugte Neue als solches verstanden werden? Wer definiert aufgrund welcher Kriterien die Relevanz des Neuen? In welchen Bereichen kommt dieses Neue wie konkret zur Anwendung? Welche ethischen Maßstäbe sind dabei nötig? Und: „Ist nicht gerade selbstbestimmtes, intuitives und kreatives Handeln der einzige Vorteil, den der Mensch noch gegenüber den ansonsten in jeder Disziplin so viel ausdauernden und leistungsfähigeren Maschinen hat?“⁴ In der Diskussion um

menschliche Kreativität stößt man immer wieder auf ein bedeutungsvolles kognitionspsychologisches Begriffspaar: das *konvergente* Denken, das eher algorithmisch, nach Regeln und Vorschriften (linear) vorgeht sowie das *divergente* Denken, welches frei und unstrukturiert (assoziativ) nicht auf Gewohntes zurückgreift und so eher mit kreativen Prozessen in Verbindung gebracht wird.⁵ Es soll hier nicht darum gehen, beide Denkmuster diametral gegenüber zu stellen, da sie sich im Rahmen kognitiver Prozesse auch ergänzen; vielmehr soll gezeigt werden, wie komplex sich das Phänomen der Kreativität darstellt. Die Zuspitzung von Manuela Lenzen, „Wenn es ein Algorithmus kann, ist es nicht mehr kreativ“⁶ soll Pate stehen für die folgenden kritischen Überlegungen. Sie gehen davon aus, dass sich algorithmisch Erzeugtes durchaus von Gewohntem absetzen, aber dennoch nie mit menschlich kreativ Hervorgebrachtem gleichgesetzt werden kann.

Menschliches Denken und das Nicht-Mathematische/ Nicht-Modellierbare von Kreativität

Lenzen ist der Ansicht, dass den Möglichkeiten von *Big Data*-Anwendungen (Re-Kombinieren von Daten, Herausstellen von Korrelationen) nicht das kreative Potenzial innewohnt, das ihnen oft zugeschrieben wird. Nur weil der Algorithmus ob des großen Daten-Korpus und seines permanenten, energieintensiven *Trainings* Dinge neu anzuordnen vermag, sei mit dieser Neu-Kombination nicht automatisch etwas Neues und Originelles hervorgebracht. Mit den medienphilosophischen Überlegungen von Markus Gabriel und Dieter Mersch soll dieser Aspekt noch etwas vertieft werden: Gabriel geht davon aus, dass Künstliche Intelligenz *nie* eine Kopie des menschlichen Denkens sein kann, sondern lediglich ein „Denkmodell“, er spricht von zutiefst menschlichen „Denkwörtern“ wie „Intelligenz, Scharfsinn, Klugheit, Meinen, Grübeln, Vermuten“.⁷ Fasst man nun Kreativität als Ergebnis bzw. Produkt des individuellen Einsatzes solcher Denkwörter, lässt sich analog zu Gabriels KI-Aussagen feststellen: Maschinelle bzw. artifizielle Kreativität wird *nie* eine Kopie menschlicher Kreativität sein können. Mersch schreibt, „dass sowohl Sinn als auch Kreativität nicht als Funktionen oder Strukturen beschreibbar sind“⁸ und sich somit grundsätzlich einer mathematischen Darstellung entziehen. Für ihn sind kognitive Prozesse wie das (kreative) Denken „weder modellierbar noch begreifbar“, was an den digitalen Technologien liegt, mit

denen dies geschehen soll: sie „haben daran ihre systematische Crux, dass sie Prozesse in Programme kleiden, deren Algorithmen Regelkreise konzipieren, die zwar Kontrolle und Selbststeuerung konzipieren, nicht aber die Erfindung eines Neuen.“⁹

Mit dem kybernetischen Aspekt der Regelkreise, der hier angesprochen wird, sind beim mathematischen Modellieren weniger neue Formen der Erkenntnisbildung oder Neuschöpfung verbunden, sondern vielmehr folgendes Ziel: den Datenfluss aufrechtzuerhalten, also die Dynamik der Kommunikation (beispielsweise für ökonomische Zwecke) zu gewährleisten. Das Modellieren hingegen verlangt ein Übersetzen dessen, was Kreativität im Kern ausmacht.

Hier ergeben sich zumindest zwei Grundprobleme. Zum einen lässt sich nicht exakt definieren, worin das Kreative besteht. Diese für Algorithmen unentbehrliche Definition muss deshalb lückenhaft bleiben, weil bei Kreativität wie bei anderen Abstrakta (wie z. B. Angst oder anderen Emotionen) von einem „unmarkierte[n] Raum, ‚unmarked space‘ unseres Denkens und Handelns, de[m] blinde[n] Fleck“¹⁰ ausgegangen werden muss. Zum anderen gilt für das programmierende Modellieren, wie Mahrenholz weiter ausführt: „jede Übersetzungs- oder Überführungsmaßnahme [...] beinhaltet Momente des Nicht-Ausrechenbaren oder -Algorithmisierbaren“¹¹. Damit ist die generelle Software-Problematik angesprochen, dass Weltwissen nie ohne Verluste auf Algorithmen übertragen, d. h. mathematisch-statistisch formalisiert werden kann. Reduktion von Komplexität, Abstrahieren und Ausschließen auf der einen, sowie Betonen und Hervorheben von Aspekten des zu übersetzenden Phänomens auf der anderen Seite sind hier als Probleme bei der Übersetzung in digitale Strukturen zu nennen. Mit anderen Worten: Es geht es bei der digitalen Übersetzung darum, dass diese Aspekte des Kreativen möglichst umfangreich maschinenlesbar werden, um auch in KI-Anwendungen zur Geltung zu kommen. Je abstrakter ein Phänomen, desto schwieriger gestaltet sich dieser Formalisierungs- und Modellierungsprozess jedoch.

Um noch einmal mit Gabriels Denk-Theorie zu sprechen: es ist keineswegs davon auszugehen, dass der Mensch als logisches Wesen greifbar ist, „also, dass wir in kleinen Schritten, die sich als Algorithmus erfassen lassen, Begriffe aus unseren Gedanken herauslösen und nach den Regeln der Logik zu neuen Gedanken verknüpfen.“¹² Zu irrational, launisch, spontan, wechselhaft ist der Mensch, als dass sein Verhalten, Denken und damit auch seine Kreativität maschinell übersetzt bzw. maschinenlesbar verlustfrei kopiert werden könnte.

Missing Link: der Reichtum an Erfahrungen in der Biografie

Sherry Turkle sieht die Mensch-Maschine-Beziehung in vielen Punkten kritisch, ihrer Meinung nach bestehen im Sammeln und Reflektieren von Erfahrungen sowie in unserer Fähigkeit zur Empathie die entscheidenden Unterschiede zwischen Mensch und Maschine. Sie schreibt, dass wir im Zuge der digitalen *Disruption* grundsätzlich immer offener „für die Interaktion mit Maschinen werden, als ob diese mit dem Reichtum der menschlichen Erfahrung ausgestattet wären.“¹³

Das Gegenteil ist der Fall, Erfahrungen sind auf den Menschen bezogen und können, wie auch Kreativität, nicht so einfach auf Maschinen übertragen werden. Wenn menschliche Intuition dafür sorgt, dass sich schöpferisch etwas Neues einstellt, dann ist dies ein komplexer Prozess, bei dem der Mensch stets auch auf Erfahrung(swerte) zurückzugreifen und zu lernen vermag. Maschinen hingegen haben weder „Erfahrungen mit der Entfaltung eines menschlichen Lebensweges gemacht“¹⁴ noch mit anderen Situationen, die es ihnen ermöglichen könnten, adäquat zu reagieren. Wie Empathie zu zeigen oder auf Ironie zu antworten. Wenngleich Fortschritte der KI darin bestehen, dass ein Roboter im Pflegebereich beispielsweise Stimmungen wie Traurigkeit erkennen und Menschen trösten kann, so fehlen ihm dennoch entscheidende Erfahrungswerte und die Bandbreite, wie verbal mit solchen Situationen umgegangen werden kann. Es ermangelt ihm, um es noch etwas genauer auszudrücken, die menschliche Fähigkeit, „Elemente aus verschiedensten Erfahrungszusammenhängen abstraktiv zu lösen und „erfinderisch“ auf neue, durch uns überhaupt erst herzustellende Objekte von Erfahrung zu beziehen.“¹⁵

Der Mensch, der vielfach mit seiner sozialen Umwelt im Bezug steht, vermag aus dieser Verbindung aus verschiedenen, (positiv wie negativ) erfahrenen Situationen (Erlebnissen) zu abstrahieren, um situationsspezifisch, mit Taktgefühl und sprachlich flexibel auf die Gefühlslage seines Gegenübers einzugehen und darüber hinaus auch auf Unvorhergesehenes passend zu reagieren. Diese Fähigkeiten sind Teil der menschlichen Intelligenz, die schwerlich auf (Kreative) Künstliche Intelligenz von Maschinen übertragen werden kann.¹⁶ Auch wenn bereits einzelne Gefühle im Rahmen von Deep-Learning-Algorithmen für maschinelle Zwecke modelliert werden können, fehlt ihnen dennoch die interpretierende, subjektiv-bewertende und einordnende Meta-Ebene, die Sherry Turkle im Blick hat: indem beispielsweise „ein Kind diese Prozesse mitverfolgt (und sieht, dass sie den Älteren



Markus Reinisch

Markus Reinisch ist Lehrer an einer bayerischen Mittelschule. Er schreibt neben literaturdidaktischen und gesellschaftspolitischen Beiträgen kritisch zu Themen der Digitalisierung für verschiedene Zeitschriften. Vor allem die Prozesse an der Schnittstelle zwischen Bildung und Digitalisierung nimmt er in den Blick. Zuletzt sind von ihm einige Aufsätze zu Big-Data-, Algorithmen- und Kybernetik-Kritik erschienen.

wichtig sind), lernt es, dass Empathie einen Wert hat.“¹⁷ Das je subjektive Erleben, das im Sinne eines *Bewusstseins* verarbeitet wird und kognitiv je situationsspezifisch *abgerufen* werden kann, fehlt den Maschinen und ist schwerlich für maschinelle Zwecke zu formalisieren.

Kreativität und Bildungsprozesse unter dem Einfluss algorithmischer Steuerung

Diese Lernerfahrungen bewusst zu machen, ist auch im Bildungsbereich von großer Relevanz. Es lässt sich in entsprechenden didaktischen Lernarrangements auch über (den Einsatz von) Kreativität reflektieren. Nicht nur in den „kreativen Fächern“ wie Kunst, Musik, Werken ist Kreativität auch für die Wissensgenerierung und zur Problemlösung gefragt. Auf der bereits erwähnten Meta-Ebene können Schüler auch im Mathematikunterricht etwa lernen zu verbalisieren, wie sie auf ihr Ergebnis gekommen sind oder warum ihr Lösungsweg neu und originell ist. Sie lernen dabei, dass Produkte wie (Denk-)Prozesse kreativ sein können, bemerken, was sie begeistert, anzieht, wo sie Talente haben und erfahren so vielfach den Wert ihrer eigenen Kreativität. Sie denken nach über „jenes kritische Vermögen des Menschen, das in der klassischen deutschen idealistischen Philosophie als „Einbildungskraft“ bezeichnet wurde, das in der klassischen deutschen Pädagogik als Bildungskraft identifiziert wurde und das wir heute mit Begriffen wie *Kreativkraft* oder *Innovationskraft*“¹⁸ fassen. Für die Fortentwicklung und Dokumentation ihrer Lern- und Leistungsbiografie stellt dieserart Bewusstmachen der eigenen Kreativkräfte einen wichtigen Pfeiler dar. Der Raum für Kreatives, Spontanes, Originelles und Neues und das Nachdenken darüber wird jedoch in einer digitalen Vermessung und Determinierung durch die berechnende, algorithmengesteuerte Auswahl heute bereits vielfach beschränkt. Das im Digitalen allumfassende Prinzip von *Big Data* scheint auch Bildungsbereich neue Relevanzen zu setzen, bei denen nicht nur Kreativität zunehmend marginalisiert wird.

Wenn immer mehr kybernetisch orientierte Big-Data-Szenarien (*Learning Analytics*, *LA*; *Educational Data Mining*, *EDM*) – teilweise sogar durch bildungspolitische Vorgaben – implementiert werden und damit ganze Bildungsbiografien „begleitet“ werden sollen¹⁹, steht es nicht nur um Kreativität, sondern auch um den Fortbestand weiterer „basale[r] humane[r] Vermögen“²⁰ insgesamt nicht gut. Die Begleitung des komplexen, äußerst erfahrungsreichen Bildungs- und Entwicklungsweges des Menschen darf auch in der Schule nicht den Algorithmen überlassen werden. Vielmehr muss es darum gehen, dass Lehrer, Mitschüler und sonstige Interaktionspartner der sozialen Umwelten immer wieder Impulse geben, damit Kreativität als „kritisch-analytische Dimension der Bildung“²¹ entfaltet werden kann. Es muss im Rahmen dieser Dimension die Möglichkeit bestehen, analoge Routinen und Konventionen zu überdenken bzw. überwinden und nicht noch mehr digitale mittels Big Data und Algorithmen steuernd zu etablieren. „Be creative!“ kann dann abseits von neoliberalen Vergleichsstrategien heißen: „Weiche ab, von dem, wie du es bisher gemacht hast, [...] mache einen Sprung (über die Regeln dessen hinaus, was bisher Praxis, Regel, Logik war).“²² Eine berechnende, vorstrukturierende und festlegende Interaktion mit algorithmisch gesteuerten Maschi-

nen ist dagegen in zweifacher Hinsicht sehr kritisch zu sehen. Erstens wertet sie Kreativität ab, zweitens besteht die Gefahr, dass „Be creative!“ eben zu einer weiteren neoliberalen Konkurrenz- und Optimierungsaufforderung wird. Besinnt man sich nicht auf die biologischen Anteile der Kreativität und auch der Intelligenz, wird man eines nicht mehr los: das weit verbreitete Schein-Argument, durch das algorithmische Rationalisieren von Routinearbeiten habe man immer mehr Raum für Kreatives zur Verfügung. In allen Bildungsprozessen gilt daher auch deutlich zu machen: das Wesenhafte der menschlichen Kreativität hat immer eine andere Qualität als das algorithmisch erzeugte, berechnete statistisch Kreative – es ist Garant für das Überraschende, Spontane, Unerwartete: eben das, was den Menschen in seinem Denken, Handeln und Kommunizieren genuin ausmacht.

Anmerkungen

- 1 Mersch, Dieter: Kreativität und Künstliche Intelligenz – Einige Bemerkungen zu einer Kritik algorithmischer Rationalität. In: *ZfM – Zeitschrift für Medienwissenschaft* 2/2019, 21. Jg., S. 65-74, S. 71
- 2 Mahrenholz, Simone: Kreativität. Eine philosophische Analyse. Berlin, 2011, S. 17, Hervorhebungen im Original
- 3 Beer, Ulrich/Erl, Willi: Entfaltung der Kreativität. Tübingen, 1972, S. 11
- 4 Volland, Holger: Die kreative Macht der Maschinen: Warum Künstliche Intelligenzen bestimmen, was wir morgen fühlen und denken. Weinheim, 2018, S. 21
- 5 Vgl. analog zu „divergent“ und „konvergent“ das Konzept „laterales“ (Quer-) und „vertikales“ Denken, ebenfalls Anfang der 70er entwickelt: de Bono, Edward: Laterales Denken. Hamburg, 1971
- 6 Lenzen, Manuela: Künstliche Intelligenz. Was sie kann & was uns erwartet. München, 2019, S. 121
- 7 Gabriel, Markus: Der Sinn des Denkens. Berlin, 2018, S. 198f. Vgl. auch S. 142: „Die Wirklichkeit des Denkens hat eine andere Form als die Denkmodelle der (mathematischen) Logik und damit auch der Informatik.“
- 8 Mersch, Dieter: Kunstmaschinen. Zur Mechanisierung von Kreativität. In: Gamm, Gerhard/Hetzel, Andreas (Hg.): Unbestimmtheitssignaturen der Technik. Eine neue Deutung der technisierten Welt. Bielefeld, 2005, S. 149-168, S. 161. Merschs medienphilosophische Überlegungen sind geprägt von der Technikkritik Martin Heideggers und dessen strikte Unterscheidung von Denken und Rechnen.
- 9 Ebd., S. 167 und S. 161
- 10 Mahrenholz 2011 (Fußnote 2), S. 19
- 11 Ebd., S. 29;
- 12 Gabriel 2018 (Fußnote 7), S. 145f.
- 13 Turkle, Sherry: Empathie-Maschinen. Der vergessene Körper. In: *Psyche – Zeitschrift für Psychoanalyse und ihre Anwendungen* 9/10 2019 (73. Jg.), S. 726-743, S. 726
- 14 Ebd., S. 731; vgl. dazu auch Lenzen 2018 (Fußnote 6), die davon spricht, dass den Maschinen die „unauslotbare Tiefe der menschlichen Erfahrung fehlt.“ (S. 123)
- 15 Pape, Helmut: Zur Einführung. In: Ders. (Hg.): Kreativität und Logik. Berlin 1994, S. 43
- 16 Vgl. dazu auch Gabriel 2018 (Fußnote 7), der davon ausgeht, dass der Reichtum an vielfältigen Umweltbeziehungen „wesentlich für unsere Intelligenz ist.“ (S. 124)
- 17 Turkle 2019 (Fußnote 13), S. 734, Hervorhebungen im Original
- 18 Sesink, Werner: Eine kritische Bildungstheorie der Medien.

In: Marotzki, Winfried/Meder, Norbert (Hg.): Positionen der Medienbildung. Wiesbaden, 2013, S. 127-158, S. 140

- 19 Vgl. dazu Reinisch, Markus: Big Data und Algorithmen: Instrumente einer neuen kybernetischen Steuerung an Schulen? In: DDS – Die Deutsche Schule, Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Bildungspoli-

tik und pädagogische Praxis, 15. Beiheft/2020, S. 134-150

20 Mersch, 2019 (Fußnote 1), S. 66

21 Sesink 2013 (Fußnote 18), S. 143

22 Mahrenholz 2011 (Fußnote 2), S. 20



Kirsten Bock, Christian Ricardo Kühne, Rainer Mühlhoff, Mëto Ost, Jörg Pohle, Rainer Rehak

Kritik an offizieller Datenschutz-Folgenabschätzung für die Corona-Warn-App

Es gibt sie nun, die lang erwartete App zur Kontaktverfolgung. Was ihr fehlt, ist eine hinreichende Datenschutz-Folgenabschätzung. Dazu müssen nicht nur die App selbst, sondern auch dazugehörige Serversysteme, Anwendungen und Infrastrukturen betrachtet werden. Der Gastbeitrag erklärt, warum und wie das idealerweise geschehen kann. Quelloffenheit der Technik allein reicht längst nicht.

Am 16. Juni war es endlich soweit, in ganz Deutschland und auch darüber hinaus blickte man auf die nun veröffentlichte Corona-Warn-App. Nach wochenlanger Diskussion um Nutzen, Technik und Architektur konnte sie endlich installiert und genutzt werden, was Stand 29. Juni 2020 bereits über vierzehn Millionen Mal getan wurde. Die halbe Welt berichtete über den deutschen Erfolg bei der digital-automatisierten Kontaktverfolgung.

Kennzahlen zur Corona-Warn-App

Stand 04. August 2020, Quelle: Robert Koch Institut

191.025

Anrufe bei der technischen Hotline und der Verifizierungshotline im Zeitraum 16. Juni bis 03. August 2020.

1.128

tägliche Anrufe (im Durchschnitt) im Zeitraum 27. Juli bis 03. August 2020.

1.052

ausgegebene TeleTANs zur Verifizierung eines positiven Testergebnisses seit dem 16. Juni 2020.

16.600.000

aktuelle Downloads der Corona-App

Aber wie so oft ist nicht alles Gold, was glänzt, und nicht jeder kennt den Unterschied zwischen Datenschutz und IT-Sicherheit. Das FlFF hat daher eine Analyse samt konstruktiver Anmerkungen und Vorschläge¹ zur offiziellen Datenschutz-Folgenabschätzung (DSFA) für die im internationalen Vergleich sehr populäre Corona-Warn-App² veröffentlicht. Darin spart das FlFF nicht mit grundsätzlicher und konkreter Datenschutz-Kritik, verteilt aber auch Lob für den gesamten Entwicklungsprozess.

Der Beitrag erklärt den Sinn und Zweck einer DSFA und erläutert auch, welche nach wie vor gültigen Ergebnisse eine eigene DSFA, die das FlFF bereits im April veröffentlichte, erbracht hat. Eine DSFA ist dabei keine Fingerübung im akademischen Diskurs, sondern eine notwendige und gesetzliche Anforderung an Datenprojekte, die Informationen von Menschen verarbeiten – denn Datenschutz ist Grundrechtsschutz.

Eine ausführlichere Auseinandersetzung mit der DSFA folgt in Form eines Interviews mit Kirsten Bock (ab Seite 13).

Datenschutzfragen dezentraler Corona-Tracing-Apps

„Es geht nicht um Privatsphäre, sondern es geht darum, eine Technik sozial beherrschbar zu machen.“

Wilhelm Steinmüller (1934–2013)³

Gesellschaftliche Implikationen durch Datenschutz-Folgenabschätzungen diskutierbar machen

Mehrere Wochen kreiste die Diskussion über die Eindämmung der Corona-Pandemie um den Einsatz technischer Hilfsmittel, insbesondere von sogenannten Corona-Tracing-Apps. Diese sollen automatisiert die epidemiologisch relevanten Kontakte von NutzerInnen aufzeichnen und es so erlauben, im Infektionsfall zeitnah und rückwirkend die exponierten Kontaktpersonen zu warnen und zu isolieren. Bislang wird das sogenannte Contact-Tracing manuell von MitarbeiterInnen der Gesundheitsbehörden vollzogen, also etwa anhand der Erinnerung der Infizierten und anschließender Warnung per Telefon. In einigen Ländern, zum Beispiel China, werden auch weitere Informationsquellen genutzt wie beispielsweise Kreditkartendaten oder Reiseinformationen. Diese mühsame Arbeit kann, so die Vision, durch den Einsatz von Apps wesentlich beschleunigt werden.

Auch wenn die konkrete Tauglichkeit einer solchen App für diesen Zweck sowohl epidemiologisch als auch technisch noch umstritten ist und die Gefahr einer grundsätzlichen gesellschaftlichen Gewöhnung an Contact-Tracing besteht, soll es an dieser Stelle nicht um ein generelles Ob, sondern ein Wie einer solchen App gehen. Denn erst bei der Betrachtung der konkreten technischen Umsetzung lassen sich individuelle und gesellschaftliche Konsequenzen⁴ analysieren. Die Erkenntnisse können dann wiederum in Form von Anforderungen zurück in die konkrete Ausgestaltung des Verfahrens fließen.

Datenschutz und seine Verankerung in der Gesetzgebung ist ein Garant der Grundrechte und Grundfreiheiten im digitalen Zeitalter. Er bezieht sich nicht nur auf individuelle, sondern auch auf kollektive Rechte. Datenschutz hält die funktionale Differenzierung⁵ moderner Gesellschaften aufrecht, indem er strukturelle Machtasymmetrien problematisiert und somit gesellschaftliche Grundfunktionen absichert.

Im Unterschied zu Fragen der IT-Sicherheit geht es dem Datenschutz weniger um externe Angriffe auf Systeme und Daten, sondern um Grundrechtseinschränkungen durch die Datenverarbeitung selbst. Im Fokus steht deshalb nicht primär die „Privatheit“ des einzelnen Datensubjekts, sondern die gesamtgesellschaftlichen, strukturellen Auswirkungen und Machteffekte einer Datenverarbeitung. Eine Datenschutzanalyse geht somit prinzipiell von der verarbeitenden Organisation als der primären Risikoquelle aus, um den Blick von dort schließlich auch auf Plattformen, DienstleisterInnen, NutzerInnen und externe Dritte zu richten.

Datenschutz-Folgenabschätzung

Auch wenn die technischen Eigenschaften der Tracing-Apps, darunter sogar ihre genaue Zweckbestimmung, noch nicht abschließend ausgehandelt sind, müssen die datenschutz- und somit grundrechtsrelevanten Folgen dieses Vorhabens nach wie vor detailliert diskutiert werden. Für diese Art der Analyse gibt es in der DSGVO das Instrument der Datenschutz-Folgenabschätzung. Dort heißt es in Artikel 35 DSGVO:

(1) Hat eine Form der Verarbeitung, insbesondere bei Verwendung neuer Technologien, aufgrund der Art, des Umfangs, der Umstände und der Zwecke der Verarbeitung voraussichtlich ein hohes Risiko für die Rechte und Freiheiten natürlicher Personen zur Folge, so führt der Verantwortliche vorab eine Abschätzung der Folgen der vorgesehenen Verarbeitungsvorgänge für den Schutz personenbezogener Daten durch.⁶

Für das methodische Vorgehen im Rahmen einer DSFA gibt es unterschiedliche Ansätze. In Deutschland wird dafür von der Konferenz der Datenschutzbeauftragten des Bundes und der Länder das von ihr ausgearbeitete *Standard-Datenschutzmodell* (SDM)⁷ empfohlen, an dem auch wir uns im Folgenden orientieren. Dieses verlangt zunächst eine Schwellwertanalyse, um zu klären, inwiefern eine DSFA für ein gegebenes Datenverarbeitungssystem nicht nur gesellschaftlich wünschenswert, sondern auch datenschutzrechtlich gefordert ist. Weil mit den Contact-Tracing-Apps sowohl eine neuartige Technologie als auch personenbezogene Daten in großem Umfang und im Infektionsfall sogar medizinische Daten verarbeitet werden, ist dies hier un- zweifelhaft der Fall.

Trotzdem hatte noch bis Ende April keine verantwortliche Stelle eine DSFA für eine der in Deutschland diskutierten Apps vorgelegt. Um die gebotene Aufmerksamkeit auf dieses Thema zu legen, haben wir im April kurzerhand eine Muster-DSFA zur Corona-App⁸ erarbeitet und in die öffentliche Diskussion eingebracht.

Im ersten Schritt wird der Zweck des gesamten Datenverarbeitungsverfahrens definiert, in diesem Falle ausschließlich das Erkennen und Unterbrechen von Infektionsketten. Danach gilt es den Kontext der Verarbeitung herauszuarbeiten. Dies umfasst nicht nur die allgemeine gesellschaftliche und politische Lage sowie technische Umstände, sondern auch explizit die verschiedenen Akteure und ihre Interessen. Erst auf dieser Grundlage kann später eine fundierte Analyse von Risiken und Angriffsszenarien erstellt werden.

Sodann müssen Annahmen und Anwendungsfälle für die Verarbeitung erarbeitet werden, um daran anschließend die Verarbeitungstätigkeit im Detail zu beschreiben. Dabei ist zu beachten, dass Verfahren in Teilschritte zu zerlegen sind, von denen nicht alle technikgestützt ablaufen müssen. Im vorliegenden Falle umfasst das Verfahren nicht nur die App, sondern auch die dazugehörigen Serversysteme, Fachanwendungen und Infrastrukturbestandteile wie etwa Betriebssysteme oder technische Kommunikationsbeziehungen. Auf dieser Basis werden dann Rechtsgrundlagen und die Verantwortlichkeit der Verarbeitungstätigkeit diskutiert sowie rechtliche Anforderungen erarbeitet.

All diese Vorarbeiten kombinierend werden Schwachstellen, Gefahren und Risiken der Verarbeitung entwickelt. Damit sind Risiken bezüglich der Grundrechte der Betroffenen gemeint, und zwar aller Grundrechte. Auf die Risikoanalyse aufbauend werden dann Schutzmaßnahmen für die Rechte der Betroffenen bestimmt und zuletzt Empfehlungen für die Verantwortlichen aufgeführt. Die Empfehlungen umfassen insbesondere die besonders problematischen Aspekte, etwa Risiken, für die keine Schutzmaßnahmen existieren.

Zentral oder dezentral?

Aus Gründen der Minimierung des Grundrechtseingriffs und zur Vereinfachung der Analyse gehen wir in unserer DSFA von einem eng umrissenen Zweck für die Datenverarbeitung aus: die Warnung von Personen, die mit Infizierten Kontakt hatten. Die Grundfunktionalität einer solchen App wird im Idealfall umgesetzt, indem das Smartphone in regelmäßigen Abständen über den *Bluetooth-Low-Energy-Beacons*-Standard wechselnde Zeichenfolgen (temporäre Kennungen, tempIDs) via Bluetooth versendet und entsprechend die temporären Kennungen (tempIDs) von anderen Apps empfängt, sofern diese örtlich nah genug sind. Diese Daten ermöglichen eine Kontaktnachverfolgung; aus Dauer und Nähe des Kontakts soll ein Ansteckungsrisiko berechnet werden. Ortsinformationen, also zum Beispiel der GPS-Standort, werden durch dieses System nicht erhoben.

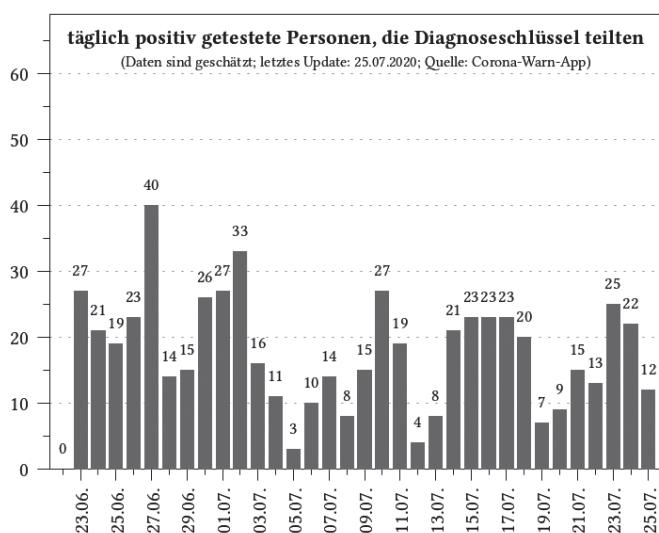
An dieses grundlegende Prinzip zur Detektion von Kontaktereignissen mittels Bluetooth schließen sich nun technische Fragen an, in denen verschiedene Varianten diskutiert wurden. Im Mittelpunkt der Diskussion stand die Frage, ob die Berechnungen des individuellen Expositionsrisikos lokal auf den Mobiltelefonen der NutzerInnen oder serverseitig stattfindet. Damit hängt auch die Frage zusammen, wie genau die exponierten NutzerInnen kontaktiert werden, um sie zu warnen.

In der zentralen Architektur werden im Fall der positiven Testung alle Kontaktereignisse von der App der infizierten Person auf einen Server hochgeladen. Dieser Server berechnet das Expositionsrisiko für alle Kontakte dieser Person und informiert diese dann aktiv. Der Server hat in dieser Variante somit Kenntnis der Infizierten, derer Kontakte und des sozialen Graphen.

Die dezentrale Architektur dagegen sieht vor, dass im Falle der positiven Testung nur die von der Person in den vergangenen vierzehn Tagen ausgesendeten temporären Kennungen (tempIDs) auf den Server geladen werden. Die anderen Apps laden

sich regelmäßig einen Datensatz aller tempIDs von infizierten NutzerInnen herunter und berechnen lokal auf ihrem Smartphone, ob ein Risiko der Ansteckung vorliegt. Der Server kennt in dieser Variante nur die temporären Kennungen der Infizierten, er kann weder ihre Kontaktgeschichte noch das Kontaktnetzwerk der NutzerInnen nachvollziehen. Aus diesem Grunde ist die dezentrale Variante deutlich datenschutzfreundlicher.

Unsere DSFA betrachtet nur den dezentralen, grundrechtsschonenderen Ansatz, der inzwischen von Ländern wie etwa Österreich, Schweiz, Estland und seit Ende April auch von Deutschland verfolgt wird.



Quelle: <https://micb25.github.io/dka/>, CC BY-NC-SA

Zentrale Erkenntnisse

Im Folgenden sollen vier wichtige Ergebnisse unserer DSFA vorgestellt werden.

1. Die häufig beteuerte Freiwilligkeit der App-Nutzung ist ein voraussetzungsreiches Konstrukt, das sich in der Praxis als Illusion herausstellen kann. So ist vorstellbar und wird auch bereits diskutiert, dass die Nutzung der App als Bedingung für die individuelle Lockerung der Ausgangsbeschränkungen gelten könnte. Das Vorzeigen der App könnte als Zugangsbedingung für öffentliche oder private Gebäude, Räume oder Veranstaltungen dienen. Eine solche Verwendungsweise wäre mitunter nicht durch den Zweck des Systems gedeckt, könnte aber durch dritte Akteure (z.B. Arbeitgeber oder private Veranstalter) in Kraft gesetzt werden. Dieses Szenario würde eine implizite Nötigung zur Nutzung der App bedeuten und zu einer erheblichen Ungleichbehandlung der Nicht-NutzerInnen führen; die ohnehin vorhandene „digitale Schere“ zwischen Smartphone-BesitzerInnen und -Nicht-BesitzerInnen würde sich hiermit auf weitere Lebensbereiche ausweiten. Zudem könnte der Zweck des Systems unterminiert werden, wenn NutzerInnen aus Angst vor Nachteilen ihr Smartphone absichtlich nicht bei sich führten oder abwechselnd verschiedene Geräte nutzten. Nur durch eine flankierende Gesetzgebung, die diese und andere Zweckentfremdungen effektiv unterbindet, ist dieses Risiko abzumildern.

Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass die informierte Einwilligung kein geeigneter rechtlicher Rahmen für eine freiwillige App-Nutzung ist. Denn die informierte Einwilligung externalisiert das Risiko der (Grundrechts-)Folgen sowie die Abwägung zwischen Nutzen und Folgen auf die Betroffenen. Dabei käme es darauf an, gerade diese Abwägung zum Gegenstand demokratischer Aushandlung zu machen. Als Rechtsgrundlage wäre deshalb ein Gesetz erforderlich, in dem die (demokratisch legitimierte und kontrollierte) GesetzgeberInnen die Verarbeitung festlegt und auch deren Grenzen definiert.

2. Ohne Intervenierbarkeit (Einschreitbarkeit) und enge Zweckbindung ist der Grundrechtsschutz gefährdet: Es besteht ein hohes Risiko fälschlich registrierter Expositionsereignisse (falsch Positive durch Wände, Masken oder Laborfehler), die zu Unrecht auferlegte Selbst-Quarantäne zur Folge hätten. Um dem zu begegnen, bedarf es rechtlicher und faktischer Möglichkeiten zur effektiven Einflussnahme, etwa das Zurückrufen falscher Infektionsmeldungen, die Löschung falsch registrierter Kontakt ereignisse oder das Anfechten möglicher anderer Konsequenzen.
3. Alle bislang besprochenen Varianten einer Corona-App unterliegen der DSGVO, denn sie verarbeiten personenbezogene Daten. Alle Daten auf einem Smartphone sind personenbezogen, nämlich bezogen auf die NutzerIn des Gerätes. Die gilt unabhängig davon, ob Beteiligte die versendeten Zeichenfolgen auf eine Person zurückführen können oder ob das Gerät gut vor dem Zugriff Dritter abgesichert ist. Und weil nur diejenigen Personen Daten an den Server übertragen, die als infiziert diagnostiziert wurden, handelt es sich bei diesen hochgeladenen Daten sogar um Gesundheitsdaten.

Nur durch ein Zusammenspiel organisatorischer, rechtlicher und technischer Maßnahmen kann der Personenbezug wirksam und irreversibel von den hochgeladenen Daten abgetrennt werden, so dass sie letztlich auf dem Server nur noch als „infektions-indizierende Daten ohne Personenbezug“ ankommen. Dieses Anonymisierungsverfahren kann diverse Formen annehmen, muss jedoch kontinuierlich datenschutzrechtlich durch die zuständigen Aufsichtsbehörden prüfbar sein: Organisatorisch müssen die Verantwortlichen in strategischer und die BetreiberInnen in operativer Hinsicht eine Mischstruktur etablieren. Die Verantwortliche – etwa das RKI – könnte strategisch beispielsweise zwei unterschiedliche BetreiberInnen auswählen: Eine betreibt die Eingangsknoten im Netzwerk und trennt die Metadaten ab, darunter die IP-Adressen, die andere betreibt den eigentlichen Server. Auf der Ebene der BetreiberInnen muss dann operativ auf eine angemessene Abteilungsstruktur und Funktionstrennung geachtet werden, die die informationelle Gewaltenteilung innerhalb der Organisation – also die funktionale Differenzierung⁹ – durchsetzen. Rechtlich müssen die BetreiberInnen unabhängig sein, keine eigenen Interessen an den Daten haben und vor Pflichten zur Herausgabe von Daten geschützt sein, auch gegenüber staatlichen Sicherheitsorganen. Technisch muss die BetreiberIn die Trennung so umsetzen, dass die Uploads nicht protokolliert werden können, weder auf dem Server noch in ihrem Netzwerk. All diese Maßnahmen müssen durch ein Datenschutzmanagementsystem kontinuierlich prüfbar gemacht und auch geprüft werden.

4. Die Rolle der Plattformanbieter Apple (iOS) und Google (Android) ist kritisch zu diskutieren und über den gesamten Verarbeitungsprozess hinweg zu begleiten. Eine Bluetooth-basierte Corona-Tracing-App ist aus technischen Gründen auf die Kooperation der Plattformanbieter angewiesen, da der Zugriff auf das Bluetooth-Modul der Geräte auf Betriebssystemebene ermöglicht werden muss. Diese Machtposition haben die Plattformanbieter in den vergangenen Wochen genutzt, um gegen zahlreiche Regierungen eine dezentrale und somit datenschutzfreundlichere Architektur zu erzwingen. Damit ist das Datenschutzrisiko, das von den Plattformbetreibern selbst ausgeht, in der öffentlichen Diskussion weitestgehend aus dem Blick geraten. Als Betriebssystemhersteller ist es prinzipiell möglich (und auch realistisch, wie die DSFA zeigt), dass Google und Apple an die Kontaktinformationen gelangen und daraus Informationen über Infektionsfälle und Expositionsrisiken ableiten können. Eine kritische Begleitung der Rolle von Apple und Google erfordert daher eine umfassende Sensibilisierung für dieses Problem und die rechtliche Verpflichtung der Unternehmen, sich datenschutzkonform zu verhalten.

Diskussion in gesellschaftlicher Breite

Insbesondere die quelloffene Entwicklung von Server und Apps nebst allen ihren Komponenten – beispielsweise als freie Software – ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass nicht nur für Datenschutzaufsichtsbehörden die nötige Transparenz bezüglich der Umsetzung der Datenschutz-Grundsätze vorliegt, sondern auch

für die Betroffenen und die Öffentlichkeit insgesamt. Diese Datenschutz-Folgenabschätzung zeigt aber auch, dass eine Fokussierung allein auf die Quelloffenheit der Technik die durchaus größeren gesellschaftlichen Implikationen des gesamten Verfahrens verschleiern kann. Nur Datenschutz-Folgenabschätzungen können Derartiges offenlegen und sollten in diesem, aber auch in anderen ähnlich folgenreichen Datenverarbeitungsprojekten veröffentlicht werden, damit sie nicht nur von den Datenschutz-Aufsichtsbehörden, sondern auch in gesellschaftlicher Breite und sozialwissenschaftlicher Tiefe diskutiert werden können.

Anmerkungen

- 1 <https://www.fiff.de/presse/dsfa-corona-cwa>
- 2 https://github.com/corona-warn-app/cwa-documentation/blob/master/translations/scoping_document.de.md
- 3 <https://www.datenschutzzentrum.de/interviews/steinmueller/index.html>
- 4 <https://www.fiff.de/presse/dsfa-corona>
- 5 https://de.wikipedia.org/wiki/Funktionale_Differenzierung
- 6 <https://dejure.org/gesetze/DSGVO/35.html>
- 7 <https://www.datenschutzzentrum.de/sdm/>
- 8 <https://www.fiff.de/presse/dsfa-corona>
- 9 https://de.wikipedia.org/wiki/Funktionale_Differenzierung

Quelle: <https://netzpolitik.org/2020/contact-tracing-apps-kritik-an-datenschutzfolgenabschaetzung-fuer-die-corona-warn-app/>



Ingo Dachwitz interviewt Kirsten Bock

„Risiken und Maßnahmen nicht ausreichend dargelegt“

Vieles ist gut gelaufen bei der Entwicklung der Corona-Warn-App, doch aus Sicht des Datenschutzes gibt es noch Luft nach oben, findet Kirsten Bock. Im Interview kritisiert sie die Datenschutz-Folgenabschätzung (DSFA) der Anwendung und fordert eine gesetzliche Grundlage, um möglichen Missbrauch zu verhindern.

Noch nicht ausgereift

netzpolitik.org: Mit dem Start der Corona-Warn-App Mitte Juni wurde auch die Datenschutz-Folgenabschätzung veröffentlicht. Telekom, SAP und Robert-Koch-Institut sind damit einer Forderung der Zivilgesellschaft¹ gefolgt. Was ist Ihr erster Eindruck von dem mehr als hundertseitigen Dokument?

Kirsten Bock: Erstmal freuen wir uns, dass die DSFA der Corona-Warn-App² veröffentlicht wurde. Das ist eine wichtige Entscheidung. Was man aber vorweg schon sagen kann, ist, dass sich das Team offensichtlich zum ersten Mal mit einer Datenschutz-Folgenabschätzung befasst hat und – um es mal positiv zu formulieren – versucht hat, sich dem Ziel zu nähern. Aus meiner Sicht ist das jedoch noch keine ausgereifte DSFA.

netzpolitik.org: Wo liegt das Problem?

Kirsten Bock: Dem Anspruch nach ist dies eine verpflichtende DSFA nach Artikel 35 der Datenschutzgrundverordnung. Da-

mit gehen bestimmte methodische Vorgaben einher. Der Artikel schreibt zum Beispiel vor, dass die Prüfung vor dem Start einer Technologie durchzuführen ist und enthält insofern auch eine Vorgabe, wie man Privacy by Design materiell umsetzt. Das ist in diesem Fall ganz offensichtlich nicht passiert.

Die Datenschutz-Folgenabschätzung ist – so wie ich das lese – nachträglich erstellt worden. Das ist eigentlich nicht Sinn und Zweck der Sache. Die Verantwortlichen sehen ein „lebendes Dokument“ und wollen die Folgenabschätzung fortführen. Das ist positiv, aber ein Minimum des Notwendigen für neue, eigenständige Komponenten. Eine DSFA ist eigentlich mit einem klaren Ergebnis abzuschließen und wird danach Gegenstand des Datenschutz-Managementsystems der Verantwortlichen.

netzpolitik.org: Nun war der Zeitraum für die Entwicklung der Tracing-App aber auch ein sehr kurzer.

Kirsten Bock: Das stimmt natürlich. Aber es war von Anfang an klar, dass man eine hohe Zahl von Nutzern dafür gewinnen will.

Deshalb wäre es umso wichtiger, dass man nicht einfach drauflos entwickelt. Wenn man so ein Projekt macht, muss man sofort auch ein DSFA-Team an seiner Seite haben, das kontinuierlich das reflektiert, was entwickelt wird.

Nicht nur die App, sondern das gesamte System betrachten

netzpolitik.org: Sie haben mit dem FlFF schon im April eine Muster-Datenschutz-Folgenabschätzung für eine mögliche Corona-Tracing-App vorgelegt. Als Debattenbeitrag und Anregung, die in der offiziellen DSFA nun auch als eine Grundlage erwähnt wird. Wo sind Unterschiede?

Kirsten Bock: Was ich erwartet hätte, ist eine Auseinandersetzung nicht nur mit der Corona-App als solcher, sondern mit dem gesamten Verfahren. Dazu gehört etwa auch die Serverinfrastruktur. Die wird in dieser DSFA zwar angesprochen, aber es fehlen genauere Informationen: Was passiert da eigentlich genau? Was wird geloggt? Wird das gelöscht? Wie lange werden Daten aufbewahrt? Wir finden hierzu unterschiedliche Angaben zum einen im Glossar der DSFA und zum anderen im Haupttext. Es gibt ja unterschiedliche Serverfunktionen für die unterschiedlichen Funktionalitäten der App. Es wäre deshalb zwingend erforderlich, zu beschreiben, was da eigentlich passiert.

netzpolitik.org: Sie meinen die Übermittlungsserver, über die die Tagesschlüssel der positiv getesteten Personen verteilt werden?

Kirsten Bock: Genau. Wir haben es hier dann ja letztlich mit Krankheitsinformationen zu tun. Auch wenn die IDs für sich genommen wenig Aussagegehalt haben, hängen sie ja doch immer an der Person beziehungsweise an dem Handy, das sie hochlädt. Wenn ich diesem Server nicht vertraue im Hinblick auf die Verkehrsdaten, kann ich mir diese ganze Diskussion um Pseudonymisierung der Daten eigentlich sparen. Wenn hier Verkehrsdaten nicht von Inhaltsdaten getrennt werden und zusammen im Back-End verbleiben, habe ich ein Problem in der ganzen Architektur.

netzpolitik.org: Weil die Betreiber der Server über die Metadaten potenziell re-identifizieren könnten, wer die Tagesschlüssel hochlädt, also wer an Covid-19 erkrankt ist?

Kirsten Bock: Genau.

netzpolitik.org: Und das wird in dem Dokument nicht dargelegt?

Kirsten Bock: Die Risiken und Maßnahmen werden meines Erachtens nicht ausreichend dargelegt.

netzpolitik.org: Benennt die Folgenabschätzung denn zumindest dieses Risiko, dass es vonseiten des Betreibers zumindest potenziell zur Re-Identifikation kommen könnte?

Kirsten Bock: Nein, und das ist ein weiteres grundsätzliches Problem: Es fehlt in dem Papier eine datenschutzspezifische Risikomodellierung. Das liegt wahrscheinlich daran, dass es einfach keine hinreichende Orientierung an operativem Datenschutz gibt. Aus Datenschutzsicht ist ja nicht jemand Externes Hauptangreifer auf

die Rechte und Freiheiten, sondern der Verantwortliche selbst. Deshalb hätte dargelegt werden müssen, wie die Grundsätze aus Artikel 5 DSGVO [Anm. der Red.: Zweckbindung, Datenminimierung, Nachvollziehbarkeit etc.] umgesetzt werden und diese hätten als Risikokriterien herangezogen werden müssen.

Nichtwissen ist keine Option

netzpolitik.org: Das klingt ein bisschen grundsätzlich. Wir hatten ja eine intensive öffentliche Debatte, an deren Ende die datenschutzfreundlichere Variante umgesetzt wurde. Braucht es da überhaupt noch so eine ausführliche Folgenabschätzung?

Kirsten Bock: Natürlich ist es ein Erfolg, dass am Ende diese dezentrale Variante ausgewählt wurde. Aber die ausführliche Folgenabschätzung braucht es schon allein deshalb, weil sie gesetzlich vorgeschrieben ist und der Prozess des *Datenschutz durch Technikgestaltung* auch formal begleitet werden soll. Wir wissen wie gesagt nicht genau, was auf dem Server passiert und das kann sich ja auch jederzeit ändern. Wir vertrauen darauf, dass die Serverbetreiber das tun, was sie uns versprechen. Das kann nur nachvollzogen werden, wenn das tatsächlich kontrolliert erfolgt.

Deshalb ist es auch unbedingt notwendig, dass die DSFA öffentlich ist. Wer auf Open Source setzt, sollte immer auch die Datenschutz-Folgenabschätzung veröffentlichen. Damit Ankündigung und Realität miteinander abgeglichen werden können und die Risiken klar auf dem Tisch liegen. Die DSFA bietet begleitende Einordnung und Kontrolle. Das führt uns aber direkt zum nächsten Problem.

netzpolitik.org: Welches wäre das?

Kirsten Bock: Die Verantwortlichen ziehen sich in einem sehr relevanten Bereich auf Nichtwissen zurück, das geht für eine Datenschutz-Folgenabschätzung überhaupt nicht. Ich spreche die Prozesse an, die auf Betriebssystemebene bei Google und Apple laufen. Also dieser ganze ENF-Bereich, da heißt es in der Folgenabschätzung: Naja, das läuft ja bei denen und da können wir nur den Informationen vertrauen, die sie uns liefern, aber prüfen können wir das nicht. Das positive ist: Diese Lücke wird deutlich gemacht. Denn das könnte ja auch einfach unter den Tisch fallen. Das Problem ist nur, dass man als Verantwortliche an diesem Punkt nicht stehen bleiben und sagen kann: Ja, tut uns leid, das können wir nicht prüfen.

netzpolitik.org: Die Verantwortlichen machen hier Sicherheitsbedenken geltend. Wenn bekannt wäre, wie genau das Verfahren bei Apple und Google funktioniert, wäre es angreifbar. Lassen Sie das Argument gelten?

Kirsten Bock: Nein. Wenn man in Bereiche gerät, in denen Fachleute zu dem Schluss kommen, dass eine öffentliche Darstellung problematisch ist, weil sie neue Risiken birgt, dann muss man eine vertrauenswürdige dritte Person hinzuziehen und das Ganze testen lassen. Da sind wir im Bereich Zertifizierung. Da müssten dann zumindest die Kriterien offengelegt werden, nach denen geprüft wurde. Und dann kann man so eine Prüfung, die nicht öffentlich erfolgt, auch in eine DSFA einbeziehen. Aber man kann sich nicht zurückziehen und sagen: Da vertrauen wir mal den Playern und dabei belassen wir es.

Vertrauen ist gut, ein Gesetz wäre besser

netzpolitik.org: Wenig überraschend kommen Telekom, SAP und das Robert-Koch-Institut in ihrer Folgenabschätzung insgesamt zu dem Schluss, dass die Risiken beherrschbar sind und dass genug Maßnahmen ergriffen wurden, um sie zu einzudämmen. Bedeutet Ihre Kritik an dem Dokument im Umkehrschluss, dass sie an diesem Ergebnis zweifeln?

Kirsten Bock: Das große Problem ist, dass die Zusagen, die derzeit gemacht werden, nirgends festgeschrieben sind. Die App ist sehr weit verbreitet und ihre Funktionalität kann mit wenigen Handgriffen verändert werden. Das Robert-Koch-Institut behält sich das ja auch vor. Wir können also nicht sicherstellen, dass der Zustand erhalten bleibt, in dem die App ihre Arbeit rechtskonform erledigt. Man kann die Sicherheit hier outsourcen und sagen: die Zivilgesellschaft wird das schon überprüfen – wir machen so viel wie möglich öffentlich und da gucken dann immer Leute drüber. Das ist der jetzt gewählte Weg und das ist bis zu einem bestimmten Punkt auch gut und vertrauensbildend. Aber natürlich kann die Verantwortliche nicht ihre gesamte Verantwortlichkeit externalisieren. Sondern sie muss eben selbst die DFSA in einem Datenschutz-Managementsystem fortschreiben, das wäre eine Maßnahme.

netzpolitik.org: In der Muster-Folgenabschätzung haben Sie mit dem FIFF eine andere Maßnahme in den Vordergrund gestellt.

Kirsten Bock: Richtig, es wäre angezeigt gewesen, dass man die Funktionalität des Systems in einem Gesetz festschreibt. Da müsste dann der Gesetzgeber die Hosen runterlassen und festlegen, zu welchen Zwecken Daten verarbeitet werden. Wenn das Gesetz festschreibt, dass die App in jeder Hinsicht immer freiwillig sein muss, dann kann das eine positive Wirkung haben. Natürlich könnte es aber auch so ausgehen, dass der Gesetzgeber sagt: Wenn du im Krankenhaus arbeitest, dann verlange ich von dir die Installation der App und dann musst du das Ding auch immer bei dir tragen.

netzpolitik.org: Das heißt, nicht in jedem Fall wäre ein Gesetz die weniger eingriffsintensive Variante.

Kirsten Bock: Das kommt darauf an. Im Moment ist es ja so, dass die App auf einer Einwilligungslösung basiert. Da kann man sich sehr drüber streiten, ob überhaupt in jedem Fall die Voraussetzungen der freiwilligen Einwilligung gegeben sind. Aber die

Einwilligung hat erstmal den Vorteil, dass ich als ein Individuum sagen kann: Das Ding will ich nicht, dem traue ich nicht und ich nutze das nicht. Nur: In einer demokratischen Gesellschaft sollten die wesentlichen Dinge wie der Zweck, Datenkategorien und Rechtsfolgen durch ein Gesetz geregelt werden. In diesem Fall schon allein deshalb, weil so viele Personen betroffen sind.

netzpolitik.org: Die AutorInnen der offiziellen Datenschutz-Folgen-Abschätzung kommen zu dem Ergebnis, dass es kein Spezialgesetz braucht.

Kirsten Bock: Das wird sich zeigen. Wir sind zu dem Schluss gekommen, dass es eine gesetzliche Grundlage braucht, weil wir in den allermeisten Fällen die datenschutzrechtliche Voraussetzung für die freiwillige Einwilligung nicht sehen. Viele Menschen installieren die App nicht freiwillig, sondern aus dem Gefühl heraus, sie müssten einen solidarischen Beitrag an die Gesellschaft leisten – was ja auch positiv ist, aber eben nicht freiwillig im datenschutzrechtlichen Sinne.

Das gilt erst Recht, wenn Unternehmen diese App jetzt verpflichtend machen. Wir haben ja bereits von Fällen gehört. Wenn Arbeitgeber plötzlich die Installation verlangen oder Menschen ohne App nicht mehr im lokalen Supermarkt einkaufen können, werden sie sich beschweren. Das wird dann auch nochmal juristisch interessant werden, wenn es Prüfungen und Klagen gibt. Da werden auch die Datenschutzbehörden tätig werden müssen, um Prüfungen vorzunehmen und um die Rechtsfragen zu klären, die sich um die App ranken.

netzpolitik.org: Vielen Dank für das Gespräch!

Quelle: <https://netzpolitik.org/2020/interview-zu-corona-warn-app-risiken-und-massnahmen-nicht-ausreichend-dargelegt/>

Anmerkungen

- 1 <https://netzpolitik.org/2020/datenschutz-folgenabschaetzung-dsgvo-vertrauen-ist-gut-kontrolle-ist-besser/>
- 2 <https://www.coronawarn.app/assets/documents/cwa-datenschutz-folgenabschaetzung.pdf>
- 3 <https://pgp.mit.edu/pks/lookup?op=get&search=0x05550760A5E4E814>



Kirsten Bock und Ingo Dachwitz

Kirsten Bock arbeitet hauptberuflich im Datenschutz. Sie ist Mitglied beim *Forum der InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung (FIFF)* und eine der AutorInnen von dessen *Muster-Datenschutz-Folgenabschätzung (DSFA)* für Tracking-Apps.

Ingo Dachwitz ist Medien- und Kommunikationswissenschaftler, Redakteur bei *netzpolitik.org* und Mitglied beim Verein *Digitale Gesellschaft*. Er schreibt und spricht über Datenpolitik, Überwachungskapitalismus und den digitalen Strukturwandel der Öffentlichkeit. Ingo Dachwitz gibt Workshops für junge und ältere Menschen in digitaler Selbstverteidigung und lehrt manchmal an Universitäten zur politischen Ökonomie digitaler Medien. Gelegentlich moderiert er auch Veranstaltungen und Diskussionen, etwa auf der *re:publica* oder beim *Netzpolitischen Abend* in Berlin. Ingo ist Mitglied der sozialetischen Kammer der EKD und berät kirchliche Organisationen bei der digitalen Transformation. Kontakt: Ingo ist per Mail an ingo@ett.netzpolitik.org (PGP-Key³) erreichbar und als [@roofjoke](https://twitter.com/roofjoke) auf Twitter unterwegs.

Künstliche Intelligenz und Nachhaltigkeit – eine kritische Analyse

Maschinelles Lernen kann nur begrenzt zu Nachhaltigkeit beitragen – und das auch nur, wenn es politisch gewünscht ist

Wohin wir blicken – die hohen gesellschaftlichen Erwartungen an Künstliche Intelligenz (KI) bleiben omnipräsent. So wird häufig suggeriert, dass KI universell anwendbar sei, beispielsweise, dass schwache KI Menschen „in jeder konkreten Aufgabe“¹ übertreffen könne. Man schreibt KI Chancen und Risiken riesigen Ausmaßes zu, oder stilisiert KI gar als „game changer for climate change and the environment“.

Jedoch ist Maschinelles Lernen (ML)² – der Kerninhalt des Oberbegriffs KI – nur für wenige Bereiche sehr gut geeignet und, wie jede Technologie, keine Lösung für soziale und ökologische Probleme.

Um dies zu erläutern, unterscheide ich im Folgenden zwei Ebenen, die im öffentlichen Diskurs zu KI und Nachhaltigkeit häufig nicht stark genug getrennt werden: Da ist die Sphäre der technischen Möglichkeiten, in der KI-Anwendungen für gesellschaftliche Probleme erdacht oder ihre Kosten und Nutzen für Nachhaltigkeit abgewogen werden (wie in *Nature*³). Auf dieser Ebene, im Elfenbeinturm der abstrakten Ideen, spielt sich nahezu die gesamte Debatte ab.

Ausgeblendet wird dabei die zweite Ebene, ihr realweltlicher Schauplatz. Hier verlieren logische Argumente über den Gemeinwohl-fördernden Einsatz von KI an Bedeutung gegenüber ganz anderen Logiken – zum Beispiel dem Streben, mit KI den eigenen Einfluss zu vergrößern.

Ebene 1: KI im Elfenbeinturm – Theoretische Limitationen und Chancen für Nachhaltigkeit

Wie funktioniert ML? Maschinelle Lernverfahren generalisieren Daten in Modellen und extrapolieren Werte auf Basis der abgeleiteten Funktionen, meist im Rahmen von Regressions- oder Cluster-Analysen. Besonders durch den Einsatz neuronaler Netze erfuhren diese bewährten statistischen Verfahren in den letzten Jahren eine große Steigerung ihrer Leistung.

Immer noch aktuell bleibt zugleich die Mahnung zur Vorsicht im Umgang mit solchen Analysen: Daten sind immer von Menschen erzeugt, somit Konstrukte, und nie ein objektives Abbild der Realität. Die Repräsentativität von Daten wird stets vorausgesetzt, jedoch faktisch nie erreicht.⁴ Fehler (*outliers*) sind und bleiben inhärente Bestandteile von ML-Modellen. Die Intransparenz neuronaler Netze verbirgt Fehler und bietet Einfallstore für die gezielte Manipulation.^{5,6,7,8}

Wie wünschenswert ist ML? Umso komplexer die zu modellierenden Zusammenhänge und umso folgenreicher die Anwendung dieser Modelle, desto wichtiger wird die ethische Abwägung des Einsatzes von ML. So ist es zwar möglich, ML zur Vorhersage von sozialem Verhalten für automatisierte Entscheidungsverfahren zu verwenden, z. B. für das Kredit scoring, für die Berechnungen der Rückfallwahrscheinlichkeit oder für die Verteilung von Sozialhilfe. Doch während man einen technischen Prozess durch Daten annäherungsweise abbilden kann,

ist dagegen die soziale Wirklichkeit nur subjektiv selektiv modellierbar. Zugleich wären Fehlentscheidungen des Modells hier weitaus folgenreicher für die Betroffenen. Darum fokussiert sich dieser Artikel auf die ökologische Komponente der Nachhaltigkeit.

Wie mächtig ist ML? Begriffe wie Künstliche Intelligenz oder Maschinelles Lernen suggerieren, dass die Technologie selbst zum Akteur wird – dabei sind Daten und ML-Modelle Produkte menschlichen Handelns: Daten werden gesammelt und gelabelt, ML-Methoden ausgewählt, Hyperparameter bestimmt, damit experimentiert, erreichte *Accuracies* als ausreichend akzeptiert und dann das Model in konkrete Anwendungen eingebettet. Diese menschliche Kontrolle entzaubert KI.⁹

Wie kann ML zu Nachhaltigkeit beitragen? Die Nachhaltigkeitspotenziale von ML kann man grob in zwei Klassen einteilen: Zum einen das Generieren empirischen Wissens über Umweltprozesse, gegebenenfalls angewandt in Frühwarnsystemen; zum anderen das Steigern von technischer Effizienz durch genauere Abstimmung von Angebot und Nachfrage.

Generieren empirischen Wissens

So kann mithilfe von ML beispielsweise besser vorhergesagt werden, an welchen Standorten und zu welchen Zeitpunkten Dürre droht, Starkregen zunimmt, Gewässer eutrophieren oder die Biodiversität besonders stark abnimmt.

Doch was bewirkt es, das Insektensterben genauer zu kartieren, wenn dort dann kein Lebensraum geschaffen wird? Die Hauptgründe für den Artenrückgang, d. h. intensive Landwirtschaft und Zersiedlung, sind gesellschaftliche Prioritäten. Diese ändern sich nicht automatisch durch mehr Wissen um den damit einhergehenden Biodiversitätsverlust. UmweltwissenschaftlerInnen rennen mit ihrer Forschung gegen Wände, und das schon seit Jahrzehnten.¹⁰

Selbst Frühwarnsysteme vor Naturkatastrophen sind nur so effektiv wie das Krisenmanagement, in das sie eingebettet sind. So sind beispielweise Warnungen vor Hurrikans in allen Karibikstaaten verfügbar, dennoch unterscheiden sich ihre Opferzahlen erheblich – wie *Telepolis* bei Hurrikan *Matthew* titelte: „542 Tote in Haiti, 21 Tote in den USA, 0 Tote in Kuba“¹¹. Was zählt, sind die Taten vor und nach einer Katastrophenwarnung, die sofortige Evakuierung und langfristige Prävention, sprich das soziale und politische Krisenmanagementsystem.

Grundlagenforschung ist und bleibt elementar, um unseren Planeten besser zu verstehen und gefährliche Entwicklungen zu antizipieren. Ohne hochkomplexe Klimamodelle – die durch Maschinelle Lernverfahren weiter verbessert werden können – gäbe es Klimawandelbekämpfung und -anpassung in ihrem heutigen Ausmaß wohl nicht. Wie beim Artensterben oder Naturkatastrophen ist es hier jedoch eine gesellschaftliche und politische Aufgabe, diesen Umweltveränderungen die entsprechende Relevanz beizumessen, sowie Erkenntnisse in politische Strategien und praktische Routinen zu übersetzen.

Steigerung technischer Effizienz

ML-Verfahren können die Genauigkeit von Vorhersagen verbessern. Diese Stärke wird für technische Innovationen genutzt, die mit höherer Treffsicherheit Angebot und Nachfrage zusammenführen.

Einige Beispiele: Durch die Vorhersage der Stromverfügbarkeit in Abhängigkeit von Wetterdaten kann in einem *Smart Grid* Energie zu den richtigen Zeiten gespeichert bzw. besonders stark verbraucht werden. In der Landwirtschaft können lokale Analysen der Boden- und Pflanzenparameter Entscheidungen über den Dünge- oder Pflanzenschutzbedarf unterstützen. Fahrpläne und Routen im öffentlichen Nahverkehr können auf Basis von Auslastungsdaten besser geplant werden. Durch eine gleichmäßigere Fahrweise können selbstfahrende Fahrzeuge Sprit sparen und Staus vermeiden.

Doch selbstfahrende Autos reduzieren nicht per se das Verkehrsaufkommen, noch motivieren sie uns dazu, Fahrzeuge zu teilen oder gar auf das Fahrrad umzusteigen. Womöglich führen sie dazu, dass Mobilität noch günstiger und bequemer wird, so dass wir häufiger fahren – der bekannte Rebound-Effekt, der Effizienzsteigerungen durch Konsumzunahme energetisch zunichtemacht.¹²

Die häufig geforderten Agrar-, Energie- und Verkehrswenden benötigen primär ganz andere Erfolgszutaten als die marginalen Wissens- und Effizienzzuwächse, die KI ermöglicht. Es bedarf neuer gesellschaftlicher Institutionen, die uns Güter wie Lebensmittel, Energie und Mobilität auf andere Weise bereitstellen.¹³ Zum Beispiel ein Verkehrssystem, das viel stärker auf öffentliche, geteilte Fahrten setzt, auf der letzten Meile vielleicht auch autonom. Ein Energiesystem, das auf erneuerbare Quellen umstellt, dabei Nutzer einbindet und Akzeptanz schafft. Ein Ernährungssystem, das regionalen und saisonalen Waren den Vorrang einräumt, kleine, nachhaltig wirtschaftende Landwirtschaftsbetriebe unterstützt und Lebensmittelverschwendung eindämmt.

ML kann hier durchaus Beiträge leisten, indem man durch die Vorhersage und Synchronisierung von Angebot und Nachfrage Öko-Effizienz steigert – vorausgesetzt der Effizienzzuwachs ist größer als MLs materieller Fußabdruck, also der Ressourcenbedarf für Training und Nutzung von ML-Verfahren. Diese Beiträge von KI sind jedoch nichts als Gedankenspielerien, wenn die nötigen Umstrukturierungen nicht gesellschaftlich gewünscht und politisch in Gesamtstrategien eingebettet werden.

Ebene 2: KI in der echten Welt – Spielball im fossilen Status quo gesellschaftlicher Machtstrukturen

Eine effektive Bekämpfung der Klimakrise, des Biodiversitätsverlusts und globaler sozialer Ungleichheit – kurz: die *Große Transformation* – verlangt nach solchen tiefgreifenden Umstrukturierungen. Technologien können als Werkzeuge nur dazu beitragen, wenn ihr Gemeinwohl-orientierter Einsatz politisch durchgesetzt wird. Doch die politische Kehrtwende erscheint utopisch – unsere gesellschaftlichen Strukturen und Prozesse spiegeln das Primat des globalen Wettbewerbs um Wirtschaftsmacht wider, während unsere Infrastruktur uns in Abhängigkeit von fossilen Ressourcen hält.

Zugleich ist Technik kein neutraler Faktor, der für Gutes und Schlechtes jederzeit gleichermaßen dient – abstrakt gesehen schon, aber realweltlich nicht. Technologien sind Produkte menschlicher Vorstellungen und Interessen, und solange wir in den beschriebenen Strukturen leben, werden sie zum Großteil erdacht und eingesetzt, um diese dominanten Strukturen zu reproduzieren.¹⁴

In diesem großen Bild des fossilen Status quo ist darum viel mehr zu fragen, wie mächtige Akteure KI für ihre Zwecke instrumentalisieren, um die sie begünstigenden Machtverhältnisse aufrechtzuerhalten. Warum werden Smart-Grid-Systeme, Precision-Farming oder selbstfahrende Fahrzeuge entwickelt? Weil diese Technologien Kosten sparen oder neue Absatzmärkte erschließen, weil sie die Bilanz des nächsten Quartalsberichts aufpolieren und nicht, weil sie dem Gemeinwohl nützen. Das betriebswirtschaftliche Kalkül treibt die heutige KI-Entwicklung fern der nachhaltigen Nische an.¹⁵

Momentan entscheidet eine Handvoll Unternehmen darüber, welche der vielen KI-Entwicklungen weiter verfolgt wird, und wer die Ressourcen erlangt neue Anwendungen zu erdenken. Auch Regierungen streben durch eine gezielte Forschungs- und Wirtschaftsförderung primär an, ihre nationale Produktivkraft zu steigern oder sich geopolitisch zu behaupten.¹⁶

So verwundert es nicht, dass die ausgereiftesten KI-Systeme heutzutage vornehmlich für Konsumsteigerung und Kundenbindung entwickelt werden (z. B. in Form von Empfehlungssystemen und Sprachassistenten), zur Erschließung neuer Absatzmärkte in der Autoindustrie, zur Automatisierung in Fabriken, für den Hochfrequenzhandel im Aktienmarkt, für die Gesichtserkennung zur staatlichen Überwachung oder gar für eine effektivere Kriegsführung durch autonome Waffensysteme.¹⁷

Häufig heißt es in solchen Zusammenhängen, die Technologie rase dem Gesetzgeber davon – aber sind es nicht auch Unternehmen, die Technologien vorschnell implementieren, Gesetzeslücken gezielt ausnutzen und Gesetzgebungsprozesse beeinflussen? Sind es nicht auch Gesetzgeber selbst, die Lücken bewusst offenlassen oder die vorhandene Rechtsprechung nicht konsequent durchsetzen?

Es gilt jedoch, nicht nur die Praktiken von Unternehmenszentralen und Regierungen zu kritisieren, sondern zu fragen, welche Umstände ein solches Agieren fördern. Es sind geschichtlich-eingebettete Logiken und Diskurse, Institutionen und Infrastruktura-

ren, Regeln und Normen, Gesetze und Wirtschaftsordnungen, die unser Leben bedingen und formen. Sie gestalten unseren Möglichkeitsraum.

Überspitzt formuliert: Ohne sichere Radwege und ausgebauten ÖPNV keine nachhaltige Mobilität; ohne Preise, die externe Kosten abbilden, kein nachhaltiger Konsum; ohne finanzielle Grundsicherheit, wenig Nachdenken über die sozial-ökologische Utopie oder Zeit für demokratische Einflussnahme; ohne Repräsentanz im Parlament keine ausgeglichene Vertretung gesellschaftlicher Interessen; im globalen Wettbewerb um knappe Ressourcen stets die verinnerlichte Selbstoptimierung und institutionalisierte Kostenminimierung; im Finanzmarkt des Überschusskapitals, nur die Jagd auf die höchste Rendite bei der Wahl von KI als Investitionsobjekt. Diese Strukturen sind größer als Individuen – und so kann man selbst Trump als Symptom seiner Gesellschaft sehen.

Fazit: Erwartungen an KI begrenzen und strukturelle Probleme angehen

In diesem großen Bild der ausbleibenden Nachhaltigkeitstransformation spielt Technik eine untergeordnete Rolle – und für KI bleibt nur eine wesentlich kleinere. Frühwarnsysteme und Energieeffizienzgewinne sind Bausteine einer Großen Transformation, aber nicht ihr Fundament.

Es gibt viele umweltrelevante Einsatzbereiche für ML – all jene, in denen sich ein Problem als quantitativ-statistische Frage beschreiben und durch Daten abbilden lässt. Solche Fragen sind thematisch weit gestreut und betreffen beispielsweise Klimaschutz, Energie, Transport, Landwirtschaft bis zum Naturschutz. Es ist nur nicht absehbar, dass ML-Analysen in diesen Bereichen als *game changers* zum Wandel zur Nachhaltigkeit beitragen werden – denkbar sind schrittweise Verbesserungen, maximal Etappensiege.

Ich möchte die Beiträge von KI nicht per se schmälern, nur die Erwartungen in Bezug auf sozio-ökologische Probleme zurecht-rücken. Es bleibt richtig und gut, die Nische zu stärken, nachhaltige KI-Anwendungen zu fördern und der öffentlichen Imagination Alternativen entgegenzusetzen. Fast allen Akteuren der Nische ist ihre Position schmerzlich bewusst. Denn ohne politisch durchgesetzte Änderungen unserer gesellschaftlichen Strukturen werden diese KI-Anwendungen ihr Potenzial nicht systematisch entfalten können. Ohne strukturelle Änderungen wird eine Elite weiter Technologien aus primär wirtschaftlichem Kalkül entwickeln, und wir werden uns im Nachhinein fragen, ob und wie diese jetzt eigentlich zum Gemeinwohl beitragen.

Anmerkungen

- 1 Future of Life Institute: Benefits & risks of artificial intelligence, <https://futureoflife.org/background/benefits-risks-of-artificial-intelligence/>
- 2 Die Fraunhofer-Gesellschaft bietet eine Analyse in das Thema Maschinelles Lernen, https://www.bigdata.fraunhofer.de/content/dam/bigdata/de/documents/Publikationen/Fraunhofer_Studie_ML_201809.pdf.
Eine bildliche Einführung in das Oberthema KI liefert dieser Comic, https://weneedtotalkai.files.wordpress.com/2019/06/weneedtotalkai_cc.pdf.
- 3 Ricardo Vinuesa et al. (2020): The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals, <https://www.nature.com/articles/s41467-019-14108-y>
- 4 Borovicka et al. (2012): "A training set is in the idealized case a representative set of a population (...). But we never have it in practise. We usually have a random sample set of the population and we use various methods to make it as representative as possible."
- 5 Hendrik Heuer and Karen Ullrich (2018): Die Grenzen der Automation durch Künstliche Intelligenz, Vortrag auf der fiffkon18 https://media.ccc.de/v/fiffkon18-4-die_grenzen_der_automation_durch_kunstliche_intelligenz
- 6 Eva Wolfangel (2016): Die Grenzen der künstlichen Intelligenz, <https://www.spektrum.de/news/die-grenzen-der-kuenstlichen-intelligenz/1409149>
- 7 Ayesha Bajwa (2018): What We Talk About When We Talk About Bias (A guide for everyone), <https://medium.com/@ayesharajwa/what-we-talk-about-when-we-talk-about-bias-a-guide-for-everyone-3af55b85dc8c>
- 8 Davide Castelvecchi (2016): Can we open the black box of AI?, <https://www.nature.com/news/can-we-open-the-black-box-of-ai-1.20731>
- 9 Eine beispielhafte Anleitung zu neuronalen Netzen: <https://jaai.de/machine-deep-learning-529>,
Die Reportage mit dem Zitat von Paul Lukowicz: „Das hochgelobte Lernen ist nichts irgendwie Magisches, nichts Unverständliches, sondern nichts anderes als eine statistische Datenanalyse.“, https://www.deutschlandfunk.de/maschinelles-lernen-ohne-verstand-ans-ziel.740.de.html?dram:article_id=349980
- 10 Fischer et al. (2012): "We review existing knowledge across these areas and conclude that the global sustainability deficit is not primarily the result of a lack of academic knowledge. Rather, unsustainable behaviors result from a vicious cycle, where traditional market and state institutions reinforce disincentives for more sustainable behaviors while, at the same time, the institutions of civil society lack momentum to effectively promote fundamental reforms of those institutions."
- 11 Lena Fabian (2009): Kubas Katastrophenplan, <https://www.dw.com/de/kubas-katastrophenplan/a-4613036-0>
- 12 Agora Energiewende (2017): 12 Thesen zur Verkehrswende (s. These 5), <https://www.agora-energiewende.de/>
- 13 Miller et al. (2014): "Perhaps the most critical component of a transiti-

Annika Kettenburg

Annika Kettenburg studierte Umwelt- und Nachhaltigkeitswissenschaften in Lüneburg, Thailand und Lund (Schweden). In ihrer Masterarbeit untersuchte sie die Potenziale und Grenzen von KI für Nachhaltigkeit sowie die vorherrschenden Motive im politischen Diskurs um KI.

on to sustainability will be society's ability to facilitate socio-technical change – shifts in the configuration of institutions, techniques and artifacts as well as the rules, practices and norms that guide the development and use of technologies" (S. 242).

- 14 Als Beispiel ein Zitat von Andrew Feenberg aus „Transforming Technology": "Since technology is not neutral but fundamentally biased toward a particular hegemony, all action undertaken within its framework tends to reproduce that hegemony." (2002, S. 63).
- 15 Dazu z. B. die Buchkritik von Timo Daum's „Die Künstliche Intel-

lizenzen des Kapitals" im Df, https://www.deutschlandfunkkultur.de/timo-daum-die-kuenstliche-intelligenz-des-kapitals-alte.950.de.html?dram:article_id=444900.

- 16 Ein Überblick nationaler KI-Strategien von der Plattform Lernende Systeme:
<https://www.plattform-lernende-systeme.de/ki-strategien.html>
- 17 Fraunhofer-Studie zu Anwendungsfeldern von KI,
https://www.iais.fraunhofer.de/content/dam/bigdata/de/documents/Publikationen/KI-Potenzialanalyse_2017.pdf



Wissenschaft & Frieden 3/2020 „Der kranke Planet“

Wissenschaft und Frieden nimmt die aktuelle COVID-19-Pandemie zum Anlass, um einige damit zusammenhängende Aspekte genauer zu beleuchten. Dabei geht es nicht nur um die Parallelen zur Klimakrise oder zur überhitzten Globalisierung. Heft 3/2020, *Der kranke Planet*, fragt u. a. nach den Folgen der Pandemie für Kriege, Krisen und Frieden, nach der Sinnhaftigkeit der Stärkung des Militärs anstelle des Gesundheitswesens und nach der Funktion von Kriegsmetaphern zur Beschreibung der Lage.

Es schreiben zum Schwerpunkt:

- *Jürgen Scheffran*: Welt im Aufruhr – Krankheitssymptome der Globalisierung
- *Institute for Economics & Peace*: COVID-19 und Frieden – Wie sich die Pandemie auf den Frieden auswirkt
- *Stefan Peters und Emily Ritzel*: Krieg und Krisen in Corona-Zeiten
- *Tim Bausch und Stella Kneifel*: COVID-19 weltweit – Drei Länder. Drei Geschichten.
- *Kathrin Vogler*: Ressourcenverteilung in der Pandemie – Eine Chance für menschliche Sicherheit?
- *Martin Kirsch*: Bundeswehr als Katastrophenschutz? – Corona-Pandemie verdeutlicht Missstände
- *Anna Holzscheiter*: Im Auge des Sturms – Die WHO in der COVID-19-Pandemie
- *Marcel Vondermaßen*: Problematische Kriegsmetaphern – Warum wir nicht von einem „Krieg gegen SARS-CoV-2“ sprechen sollten

Außerhalb des Schwerpunkts wirft *Pia Falschebner* einen Blick darauf, wie wir uns an den Kolonialismus erinnern und was das mit Betroffenen macht; *Tim Bausch* befasst sich mit politischen Aspekten des Sports; *Ulrich Wagner* beleuchtet die Gewalt gegen als fremd wahrgenommene Menschen; *Elsa Benhöfer* schreibt zu den (unzureichenden) friedenspolitischen Ansätzen der deutschen EU-Ratspräsidentschaft und *Bernd Hahnfeld* zur völkerrechtswidrigen „Nuklearen Teilhabe“. Sicherheitsrisiko KSK ist das Thema der von *Jürgen Nieth* kommentierten Preseschau.

Autonome Waffensysteme – auf dem Vormarsch?

Das W&F-Dossier 90 stellt die Frage *Autonome Waffensysteme – auf dem Vormarsch?* Autonom entscheidende und agierende Waffensysteme, die ohne menschliche Kontrolle ihre Ziele anvisieren und Menschen töten – was klingt wie Science-Fiction, wird vielleicht bald Realität. Letale autonome Waffensysteme, umgangssprachlich Killerroboter genannt, werfen vielfältige definitorische, friedens- und sicherheitspolitische, friedensethische, völkerrechtliche und verifikationstechnische Fragen auf. Die AutorInnen des Dossiers erläutern kundig und doch verständlich das Problem, die Gefahren und den Sachstand.



Wissenschaft & Frieden, 3/2020: „Der kranke Planet“. 9,00 € Inland, EU plus 3,00€ Porto (Bitte um Vorkasse: Sparkasse KölnBonn, DE86 3705 0198 0048 0007 72, SWIFT-BIC COLS-DE33XXX)

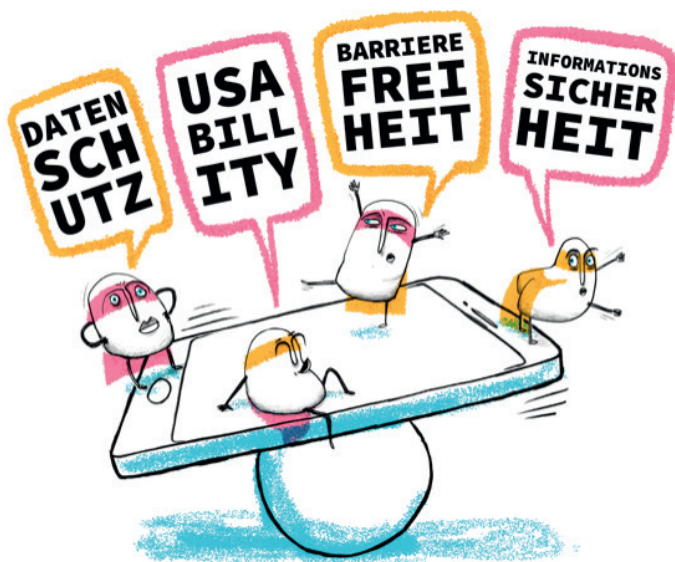
W&F erscheint vierteljährlich. Jahresabo 35 €, ermäßigt 25 €, Ausland 45 €, ermäßigt 35 €, Förderbeitrag 60 €. W&F erscheint auch in digitaler Form – als PDF und ePub. Das Abo kostet für Bezieher der Printausgabe zusätzlich 5 € jährlich – als elektronisches Abo ohne Printausgabe 20 € jährlich.

Bezug: W&F c/o BdWi-Service, Gisselberger Str. 7, 35037 Marburg, E-Mail: vertrieb@wissenschaft-und-frieden.de, www.wissenschaft-und-frieden.de

Wissenschaft und Frieden ist Trägerin des Göttinger Friedenspreises 2018.

Mit dem Wissen wächst der Zweifel

Vereinbarkeit und Widersprüche der Designziele
Datenschutz, IT-Sicherheit, Usability und Barrierefreiheit



Die COVID-19-Pandemie wird auch Auswirkungen auf die diesjährige FIF-Konferenz haben. Diese soll am Samstag, 14. November 2020 als Videostream/Videokonferenz stattfinden; detaillierte Informationen werden wir laufend auf 2020.fiffkon.de bereitstellen.

Das Programm ist in Vorbereitung. Freut Euch auf Vorträge von Zinalda Berenson, Stephan Wiefeling, Volker Birk und weiteren ReferentInnen. Dazu werden wir den diesjährigen Weizenbaum-Studienpreis verleihen und Rückschau auf das FIF-Jahr halten. Auch die Mitgliederversammlung ist Teil des Programms (Einladung siehe unten).

Einladung zur *virtuellen* Mitgliederversammlung 2020

des Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung (FIF e. V.)

Wir laden fristgerecht und satzungsgemäß zur ordentlichen Mitgliederversammlung 2020 ein.

Sie findet am Samstag, den 14. November 2020 statt.

Genaue Uhrzeit und Einwahldaten werden noch mitgeteilt: 2020.fiffkon.de

Vorläufige Tagesordnung

1. Begrüßung, Feststellung der Beschlussfähigkeit und Festlegung der Protokollführung
2. Beschlussfassung über die Tagesordnung, Geschäftsordnung und Wahlordnung
3. Bericht des Vorstands einschließlich Kassenbericht
4. Bericht der Kassenprüfer
5. Diskussion der Berichte
6. Entlastung des Vorstands
7. Neuwahl der Kassenprüfer
8. Diskussion über Ziele und Arbeit des FIF, aktuelle Themen, Verabschiedung von Stellungnahmen, Berichte aus den Regionalgruppen
9. Anträge an die Mitgliederversammlung
Anträge müssen schriftlich bis drei Wochen vor der Mitgliederversammlung bei der FIF-Geschäftsstelle eingegangen sein
10. Verschiedenes

gez. Stefan Hügel
für den Vorstand und die Geschäftsstelle des FIF

Technologie und Ökologie

Dagmar Boedicker, Sebastian Jekutsch und Dietrich Meyer-Ebrecht

2020 ist auch ein *Klima-Jahr!*

Editorial zum Schwerpunkt

Noch ist unklar, wie sich die Corona-Pandemie auf unseren Planeten in der Umwelt- und Klimakatastrophe auswirkt. Den Energie- und CO₂-Einsparungen durch mehr technisch vermittelte Treffen statt physischem Reiseverkehr steht mehr Individualverkehr im Auto aus Furcht vor Ansteckung gegenüber, die Ausgangsbeschränkungen haben dagegen zu mehr Online-Recherchen und -Einkäufen und einem starken Anstieg des Datenverkehrs geführt.

Es wäre nur bedingt sinnvoll, eine Ökobilanz vom Effekt eines Virus zu machen, um seine Auswirkungen auf die Umwelt zu berechnen, seinen ökologischen Fußabdruck. Dagegen sind Ökobilanzen in der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) ausgesprochen sinnvoll. Trivial sind sie nicht. „Ihre Ergebnisse [lassen sich] jeweils nur im Zusammenhang der jeweiligen Studie und angewendeten Methodik sinnvoll beurteilen“¹. Wo sind die Grenzen des Bilanzierungsraums? Herstellung und Nutzung der Geräte gehören dazu, aber auch Recycling? Oder Randbereiche wie der Vertrieb? Um welche Produkte geht es: Hardware? Software? Dienstleistung? Und Kombinationen davon ... Welches Szenario? Wie sind welche Aspekte zu gewichten? Welche Materialien rechnet man mit beim Ressourcenaufwand, in den energetische und stoffliche Ressourcen eingehen? Werkzeuge für die Ökobilanz wie *GaBi* sind vollgestopft mit Daten, beispielsweise über den Abraum von Metallen und ihren Materialanteil in bestimmten Produkten. Um der Klimakrise zu entkommen, wird es allerdings nicht genügen, Ökobilanzen zu optimieren und erfolgreich umzusetzen. Ebenso wichtig ist die soziale Nachhaltigkeit, ohne die alles nichts ist.

Diesen Schwerpunkt mit all seinen Aspekten haben wir seinen Autorinnen und Autoren zu verdanken – ihnen allen herzlichen Dank! Das Spektrum ist vielfältig und es fehlt hoffentlich nichts Entscheidendes, bis auf das Thema *Fair-IT*, zu dem Sebastian Jekutsch einen Schwerpunkt im Heft 4/2013 der *FlfF-Kommunikation* organisiert hatte. Fazit dazu: Die Anforderungen an faire Computer sind geblieben, nur hat sich die Situation nicht wesentlich verändert. Es bleibt die Hoffnung, dass sich mit mehr Nachhaltigkeit im Umweltbereich auch die sozialen Verhältnisse bessern sollten.

Wer schreibt über was?

Jens Gröger stellt zusammen, wie sich der Einfluss digitaler Technik in unserem Alltag als *Digitaler ökologischer Fußabdruck* niederschlägt. Dazu listet er beispielsweise angenommene Rahmendaten der digitalen IntensivnutzerInnen auf. Aus Karsten

Schischkes Artikel *Das Design bestimmt die Ökobilanz: Mobile Endgeräte im Umweltfokus* lässt sich der Effekt modularer Designs auf die Umweltbilanz mobiler Endgeräte in ihrem Lebenszyklus ablesen. Der Autor stellt verschiedene Geräte vor und beschreibt Design-Kriterien. Die sind abhängig vom schwer vorhersagbaren Nutzerverhalten, was bei der Nachhaltigkeit eine wichtige Rolle spielt.

In ihrem Beitrag *Auswirkungen von Software-Systemen auf die Gesellschaft [...]* stellt Stefanie Betz das *Sustainability Awareness Framework (SusAF)* vor. Es hilft verantwortlichen EntwicklerInnen von Software dabei, die nicht-nachhaltigen Wirkungen von Software-Systemen einzuschätzen. Lorenz M. Hilty fordert ein „Recht auf materielle Selbstbestimmung“. Als Grund dafür, dass wir uns mit Qualitätsproblemen und der Fremdbestimmung über unser vermeintliches Eigentum arrangieren, macht er eine Informationsasymmetrie aus: *Software und Nachhaltigkeit. Wie Fremdbestimmung durch Software materielle Ressourcen entwertet*.

Im Beitrag *Hat Software eine Umweltwirkung?* über den *Blauen Engel* des Umweltbundesamts beschreibt Marina Köhn die Suche nach wirkungsvollen Umweltkriterien und das erste Umweltzeichen für Software-Produkte, das jetzt einsetzbar ist. Eva Kern zeigt, wie sich der Transfer von Forschungsergebnissen wie dem *Blauen Engel* des Umweltbundesamts in die Gesellschaft unterstützen lässt, und warum das nötig ist und Erfolg verspricht, Titel: *Aufmerksamkeit schaffen für Immaterielles/ Unsichtbares*. Kern findet, dass der Blaue Engel für Bildung und Ausbildung genutzt werden kann und sollte, nicht nur der Nutzer, sondern auch von Software-Entwicklern.

Ein englischsprachiger Beitrag *Quantification of the Inconvenient Truths about the Circular Economy (CE)* von Neill Bartie und Markus A. Reuter deckt metallurgische Aspekte ab. Die Autoren beschreiben, wie sich mit dem Simulations-Werkzeug *HSC Sim 10* der Lebenszyklus elektronischer Produkte analysieren lässt und welche Rohstoffe sich warum zurückgewinnen lassen oder eben nicht. Von Markus Reuter stammt übrigens das *Ti-*



telbild, liebevoll in der geeigneten Auflösung nachgebaut von Berthold Schroeder. Mit der Kreislaufwirtschaft befasst sich auch Tina Adjić, die eine Übersicht über *Europas Übergang zur Kreislaufwirtschaft im IKT- und Elektroniksektor* erstellt hat. Sie erläutert die aktuellen und geplanten Vorhaben der EU.

Dietrich Meyer-Ebrecht geht auf die soziale Nachhaltigkeit ein in *Über die Nachhaltigkeit von Citizen-Sensing-Projekten* wie TDRM. Karin Vosseberg, Ulrike Erb und Oliver Radfelder hatten schon in einer Arbeitsgruppe auf der FIFKon 2019 vorgestellt, wie sie Nachhaltigkeit an der Hochschule Bremerhaven an die Studierenden vermitteln. In ihrem Beitrag *Digitale Nachhaltigkeit von Lehr- und Lernkulturen der Informatik* zeigen sie beispielhaft, dass diese Ausrichtung sogar unter den Bedingungen einer Pandemie gut funktioniert. Damit eröffnen sie einen Block mit Praxisbeispielen, die zum Nachahmen auffordern. Was tun unsere Mitglieder und andere Menschen im IT-Bereich, um ihren ökologischen Fußabdruck möglichst

klein zu halten? – Wo diese Zeitschrift gedruckt wird, da macht sich Bernd Meiners Gedanken über den ökologischen Fußabdruck seiner Druckerei. Was geht und was nicht, schreibt er in *Global denken und lokal handeln*. Es folgen Kurzbeiträge von Informatikern, die sich schon länger, vermutlich sogar vor den Demonstrationen von *Fridays for Future* und anderen Engagierten um ein Reduzieren ihres ökologischen Fußabdrucks bemüht haben. Am Ende des Schwerpunkts steht ein Versuch, einige Anforderungen zusammenzufassen: *Technologie für oder gegen Ökologie? – Nachhaltigkeitsziele für die IT*. Und es gibt eine Sammlung einschlägiger Links zu Texten und Videos.

Anmerkung

- 1 Studie des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung: *Globale Umweltveränderungen (WBGU) zu Energie- und Ressourcenverbräuchen der Digitalisierung*



Jens Gröger

Digitaler ökologischer Fußabdruck

Wie nachhaltig ist unser digitaler Lebensstil?

Unser tägliches Leben wird immer stärker von digitalen Geräten und Dienstleistungen geprägt. Aufwachen mit Musik vom Audio-Streamingdienst, Frühstück mit dem sprechenden Kaffeeautomaten, unterwegs mit der Mobility-App, Arbeiten am Computer, Telefonieren per Videokonferenz, Chatten mit dem Messenger, Mittagessen vom Lieferdienst und abends vorm Smart-TV entspannen und Serien streamen. All das funktioniert mit kleinen digitalen Alltagshelfern, deren negative Umweltwirkung für uns als Nutzende nicht sofort erkennbar ist. Doch so komplex und global vernetzt wie die Lieferketten digitaler Geräte sind, sind es auch deren Umweltwirkungen.

In Corona-Zeiten hat der Digitalkonsum noch einmal deutlich zugenommen. Der Datenverkehr am Internet-Knotenpunkt in Frankfurt ist im März 2020 sprunghaft angestiegen. Online-Shopping hat im April 2020 um 60 % gegenüber dem Vorjahreswert zugenommen und die Anzahl an Videokonferenzen hat sich mehr als verdoppelt (Ernst & Young, Wuppertal Institut 2020). Dies ist auf den ersten Blick eine erfreuliche Entwicklung. Durch die Virtualisierung von Diensten werden physische Güter wie Papier, DVDs, eigene Fahrzeuge oder individuelle Fahrten zum Ladengeschäft eingespart. Während des Corona-Lockdowns hat der Straßenverkehr deutlich abgenommen, die Luftqualität in Innenstädten hat sich verbessert und seltene Vogelarten brüten wieder in der Stadt.

Doch die aktuellen Umweltentlastungen sind nicht der Digitalisierung zuzuschreiben, sondern dem Zusammenbruch des öffentlichen Lebens. Das Versprechen des papierlosen Büros ist so alt wie der Einsatz von Bürocomputern. Tatsächlich wird heute so viel Papier konsumiert wie noch nie. Die eineinhalbstündige DVD wird nicht durch einen gleich langen Videostream ersetzt, sondern das lineare Fernsehen über Antenne, Satellit oder Kabel wird durch den Dauerkonsum von gestreamten Serien ausgetauscht. Und die durch Online-Shopping gewonnene Freizeit wird dazu genutzt, noch längere Autoausflüge ins Grüne zu machen oder noch mehr Güter zu konsumieren. Das Fortschreiten

von digitalen Technologien und die Nutzung digitaler Dienste ist geprägt von einem noch nie dagewesenen Wachstum in allen Bereichen.

Herstellung und Entsorgung digitaler Geräte

Für die Herstellung digitaler Geräte wie Smartphones, Laptops oder Fernsehgeräte werden Rohstoffe aus aller Welt eingesetzt. Metalle wie Kobalt, Tantal, Palladium, Gold und Silber werden teilweise unter bedenklichen Arbeitsbedingungen abgebaut und ihre Aufbereitung führt zu erheblichen Umweltbelastungen. So wird beispielsweise das Kobalt, das in Lithium-Ionen-Batterien eingesetzt wird, überwiegend im Kleinst- und Kleinbergbau in der *Demokratischen Republik Kongo* gewonnen. Der Abbau in Minen ist mit lebensbedrohlichen Gefahren verbunden wie Überflutungen, unzureichender Belüftung sowie dem Einstürzen von Gruben unter Tage.

Für die in den Elektronikgeräten eingesetzten Kondensatoren wird Tantal benötigt. Der Abbau des Tantalerzes Coltan in den östlichen Regionen der Demokratischen Republik Kongo ist mit der Finanzierung von bewaffneten Konflikten verbunden. Diese Einnahmequelle hat zu einer Verlängerung des Bürgerkriegs und der Instabilität in der Region beigetragen. Palladium gehört zu

den Metallen der Platingruppe und wird in elektronischen Bauteilen wie zum Beispiel in Festplatten eingesetzt. Ein Großteil der weltweiten Palladiumproduktion erfolgt im Gebiet der russischen Bergbaustadt *Norilsk*, die als einer der am stärksten verschmutzten Orte der Welt bekannt ist. Umweltbelastungen gehen dabei von den Schmelzbetrieben aus, die in großen Mengen Schwermetalle und Schwefeldioxid freisetzen und damit Arbeiter und Anwohner vergiften. Die Liste der sozialen und ökologischen Probleme mit der Gewinnung von Technologierohstoffen ist lang (Schleicher et al. 2019).

Auch die Entsorgung von Elektronikgeräten stellt ein Problem dar. Derzeit produziert jeder Bundesbürger rund 23 Kilogramm Elektro- oder Elektronikschrott pro Jahr. Nur ein Bruchteil dieses Schrotts wird einem geordneten Recycling innerhalb Europas zugeführt. Mehr als die Hälfte davon landet als Gebrauchtware in Entwicklungsländern und wird dort, sofern nicht reparierbar, einem unsachgemäßen Recycling zugeführt. Die Folge davon sind Recyclingwerkstätten mit erheblichen Gesundheitsbelastungen für die lokale Bevölkerung. Dort werden Kabel abgebrannt, um das Kupfer zu freizulegen oder Leiterplatten erhitzt, um Zinn abzutrennen. Nicht Verwertbares landet auf riesigen Elektroschrott-Müllhalden und vergiftet Flüsse und Trinkwasser, wie in *Agbogbloshe* nahe der ghanaischen Hauptstadt *Accra*.

Treibhausgasemissionen

Die Umweltwirkungen der Digitaltechnik liegen aber nicht nur in fernen Ländern. Die Folgen unseres Digitalkonsums haben mit dem Klimawandel ein globales Ausmaß, das sich schon jetzt vor unserer Tür beobachten lässt. Viel zu warme Jahreszeiten, Trockenperioden und braune Wälder. Zur Abschätzung der Treibhausgasemissionen hat das Öko-Institut bestehende Ökobilanzen zusammengetragen und daraus im Auftrag des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) einen CO₂-Rechner für den „Digitalen CO₂-Fußabdruck“ erstellt (Gröger 2020). Berücksichtigt werden die Treibhausgasemissionen zur Herstellung der Geräte, deren technische Lebensdauern, der Energieverbrauch während der Nutzung sowie der durch die Geräte ausgelöste Datenverkehr im Internet. Durch die Eingabe von individuellen Nutzungsgewohnheiten (wie Geräteausstattung und tägliche Nutzungszeit) kann mithilfe des CO₂-Rechners ein persönlicher CO₂-Fußabdruck pro Jahr ausgerechnet werden.

Als beispielhafte Anwendung des Berechnungswerkzeugs wird nachfolgend der CO₂-Fußabdruck einer *digitalen IntensivnutzerIn* dargestellt. Tägliches Arbeiten am Laptop und am

Desktop-PC, neues Smartphone, Smalltalk mit der digitalen Sprachassistentin, Zeitung lesen am Tablet, Fernsehen per Videostreaming, Sportübungen an der Spielekonsole, smarte Lampen und diverse Fitnesstracker und vernetzte Kleingeräte, mobile Videotelefonie, Musikhören über Streamingdienste und Speichern von Daten in der Cloud. In der nachfolgenden Tabelle sind die angenommenen Rahmendaten der digitalen IntensivnutzerIn aufgelistet.

Geräteausstattung/ Dienstleistung	Nutzungs- intensität	Technische Lebensdauer
1 Desktop-Computer mit Monitor	4 Stunden pro Tag	5 Jahre
1 Laptop	4 Stunden pro Tag	5 Jahre
1 Fernseher	4 Stunden pro Tag	6 Jahre
1 Spielekonsole	2 Stunden pro Tag	5 Jahre
1 Tablet	1 Stunde pro Tag	4 Jahre
1 Sprachassistent	1 Stunde pro Tag	3 Jahre
1 Smartphone	-	1,5 Jahre
1 Router	-	7 Jahre
10 smarte Lampen	-	5 Jahre
5 IoT-Kleingeräte (z. B. Fitnesstracker)	-	2 Jahre
Datenmenge im mobilen Internet	15 GB pro Monat	-
Musikstreaming	2 Stunden pro Tag	-
Videokonferenzen	2 Stunden pro Tag	-
HD-Videostreaming	4 Stunden pro Tag	-
Online Storage	250 GB genutzte Speicherkapazität	-

Tabelle: Rahmendaten für digitale IntensivnutzerInnen

Aus dem Herstellungsaufwand der Geräte und dem Energieverbrauch in der Nutzungsphase ergibt sich für eine intensive Nutzung der genannten Digitaltechnik ein CO₂-Fußabdruck von rund 1 Tonne Treibhausgasäquivalenten (CO₂e) pro Jahr. Die Abbildung auf der nächsten Seite zeigt die Einzelbeiträge für diese Umweltwirkungen.

Die Herstellung der Geräte ist für etwas mehr als die Hälfte der Treibhausgasemissionen verantwortlich. Dieser Aufwand resultiert überwiegend aus der sehr Energie- und Chemikalienintensiven Chip-Produktion und der Fertigung von Leiterplatten.

Jens Gröger



Jens Gröger ist Senior Researcher beim Öko-Institut e. V. und forscht zu nachhaltiger Informations- und Kommunikationstechnik. Kontakt: j.groeger@oeko.de

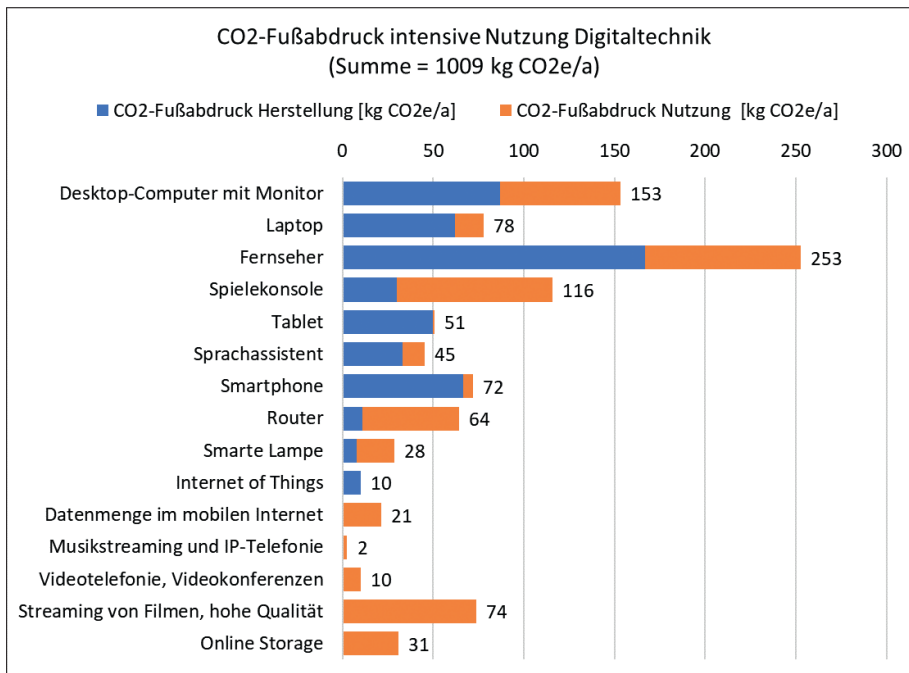


Abbildung: CO₂-Fußabdruck pro Jahr für die intensive Nutzung von Digitaltechnik (Quelle Öko-Institut)

Die andere Hälfte an Treibhausgasemissionen resultiert aus dem Energieverbrauch in der Nutzungsphase. Die Emissionen werden sowohl durch den Energieverbrauch der eingesetzten Geräte verursacht als auch durch den Energieverbrauch, der in Rechenzentren und im Netzwerk stattfindet. Keiner der drei Faktoren ist vernachlässigbar.

Bei einer durchschnittlichen NutzerIn von Digitaltechnik liegen die Treibhausgasemissionen mit 730 Kilogramm CO₂-Äquivalenten pro Jahr bei rund drei Vierteln des vorgenannten Wertes für die intensive Nutzung von Digitaltechnik (Gröger 2020). Durchschnittlich verursacht jede und jeder von uns 447 kg CO₂e pro Jahr für die Herstellung von Digitalgeräten, 237 Kilogramm durch den Energieverbrauch der Geräte selbst und weitere 46 Kilogramm pro Jahr im Internet.

Durch unsere individuellen Nutzungsgewohnheiten lassen sich in jedem Bereich Einsparungen erzielen. Wenn man sich bewusst macht, dass für einen klimaverträglichen Lebensstil pro Erdenbürger (je nach Kompensationsstrategie) nur 1 bis 2 Tonnen pro Jahr zur Verfügung stehen, wird schnell klar, dass unser digitaler Lebensstil derzeit nicht nachhaltig ist.

Steigerung der Nachhaltigkeit

Die Entwicklungen im Bereich der Digitalisierung verlaufen in einem rasanten Tempo, das wenig Zeit zum strategischen Planen und Optimieren lässt. Der Rückblick auf die letzten 20 Jahre Technikgeschichte zeigt, dass Endgeräte immer kurzlebiger werden. Steigende Energieeffizienz wird sofort von einem Mehrbedarf überkompensiert. Und Datenhunger und Konsumbereitschaft sind offenbar ohne Grenzen. Es ist daher nicht zu erwarten, dass effizientere Technik oder sauberere Energiegewinnung etwas an den ökologischen und gesellschaftlichen Folgen der Digitalisierung verbessern werden. Stattdessen müssen Wege gefunden werden, die Umweltbelastungen zeitlich zu

dehnen und die Wachstumsraten zu drosseln.

Was können wir als Konsumentinnen und Konsumenten dazu beitragen? Digitale Endgeräte sollten möglichst lange genutzt werden. Der hohe Herstellungsaufwand, sowohl sozial als auch ökologisch, wird dadurch über einen längeren Zeitraum verteilt. Es lohnt sich, qualitativ hochwertige Geräte zu kaufen, die reparierbar sind. Kleinere Bildschirmdiagonalen bei Fernsehgeräten und Monitoren sparen Strom und die Energiespareinstellungen von Spielekonsolen und Routern sollten besser genutzt werden. Weniger ist mehr. Nicht alle privaten Dateien müssen rund um die Uhr verfügbar sein. Urlaubsfotos und Sicherungskopien der Festplatte können auch auf externen Festplatten in der heimischen Schublade gelagert werden. Und auch der Medienkonsum

kann datensparsam gestaltet werden. Lieber Radio und Rundfunk live einschalten, als den Tatort eine halbe Stunde später aus der Cloud zu streamen.

Die Reduktion von Digitalkonsum hat nicht nur ökologische und soziale Vorteile. Ab und zu mal ein echtes Buch zu lesen erweitert das haptische Erlebnis. Mit einem echten Menschen zu sprechen, statt mit der digitalen Sprachassistentin, ermöglicht einen Horizont erweiternden Blick aus der Filterblase. Das Licht von Hand auszuschalten, trägt zur Fitness bei und verbraucht Kalorien an der richtigen Stelle. Die Zwangspause durch die Corona-Pandemie könnte uns eigentlich dazu motivieren, uns auf die wesentlichen Dinge des Lebens zu konzentrieren. Statt mehr Digitalkonsum könnten wir beispielsweise die Ruhe durch den reduzierten Autoverkehr genießen, die Vögel vor dem Fenster beobachten oder rein analog mit unserer Familie und Freunden kommunizieren.

Referenzen

- Ernst & Young, Wuppertal Institut (2020): Zwischenbilanz COVID-19: Umweltpolitik und Digitalisierung, Ernst & Young GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH, 11. Juni 2020, https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/publications/COVID-19_Umwelt_Digitalisierung.pdf
- Schleicher, Tobias et al. (2019). Machbarkeitsstudie zur Integration sozialer Aspekte in das Umweltzeichen Blauer Engel am Beispiel eines Tablet-PCs. Öko-Institut e. V. im Auftrag des Umweltbundesamtes Dessau, <https://www.blauer-engel.de/sites/default/files/publication/2019-03-04-texte-19-2019-bep-anlage-soziale-aspekte-tablet.pdf>
- Gröger, Jens (2020). Digitaler CO₂-Fußabdruck. Datensammlung zur Abschätzung von Herstellungsaufwand, Energieverbrauch und Nutzung digitaler Endgeräte und Dienste. Öko-Institut e. V. im Auftrag des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V.
- In Bearbeitung.



Das Design bestimmt die Ökobilanz:

Mobile Endgeräte im Umweltfokus

„Was man nicht messen kann, kann man nicht lenken.“ Diese alte Management-Weisheit des Ökonomen Peter F. Drucker gilt für die nachhaltige Produktgestaltung genauso. Die Ökobilanz ist das Mittel der Wahl, um über den kompletten Produktlebenszyklus die Umweltauswirkungen zu beziffern. Und dann durch Veränderungen am Produkt zu minimieren. So die Theorie. Die Ökobilanz ist ein kompliziertes Unterfangen, zumal im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik und ihrer komplexen Produkte. Apples 200 wichtigste Lieferanten fertigen alleine schon in 700 Fabriken Teile für den Technologiegiganten. Sämtliche Vorprozesse von der Mine bis schließlich zur Endmontage zu bilanzieren, ist ohne Vereinfachungen und die Verwendung von generischen Daten gar nicht möglich. Da aber – um ein weiteres strapaziertes Zitat zu bemühen – 80 % der Umweltauswirkungen eines Produkts angeblich im Design festgelegt werden, ist genau das der Zeitpunkt, um mit soliden Umweltdaten Hilfestellung zu geben. Spekulativ bleibt dann noch der spätere Umgang des Nutzers mit dem Produkt: Welche Fehler werden auftreten? Welche Reparaturen werden durchgeführt? Wann wechselt der Nutzer lieber zu einem besseren und schnelleren Gerät? Und was passiert dann mit dem alten? Das lässt sich mit Szenarien abbilden, führt aber unweigerlich zu neuen Unwägbarkeiten.

Umweltgerechte Produktgestaltung hat genau diesen Lebenszyklusgedanken im Blick, und eine Vielzahl von Ansatzpunkten sind möglich, um auf die Umweltbilanz positiv Einfluss zu nehmen. Das fängt bei der Schadstoffminimierung an, wird aber erst so richtig spannend, wenn nicht nur der unmittelbare Markteintritt, sondern die vielfältige Gerätenutzung adressiert werden. *Design for Repair*: Wie leicht soll es wem gemacht werden, welche Schäden zu reparieren? *Design for Reuse*: Wann findet der Übergang von der ersten zur zweiten Eigentümerin (oder Eigentümer) statt und welche Barrieren, wie Datenlöschung und Akzeptanz von Gebrauchtgeräten, sind dabei zu überwinden? *Design for Recycling*: Kommt das Gerät überhaupt beim regulären Recycling an und welche anderen Entsorgungsszenarien sind *by Design* zu berücksichtigen?

Öko-Design

Als Beispiel kann hier der Prototyp eines auf Umweltkriterien getrimmten Tablet-Computers der kleinen irischen Firma *MicroPro* dienen (Ospina et al. 2019): Ein Holzgehäuse als nachwachsender Rohstoff, das mit nur wenigen Schrauben montiert ist, so dass die Baugruppen für eine Reparatur gut zugänglich sind, eine entnehmbare Batterie, austauschbare Blenden für die äußeren Anschlüsse, sowie einige für ein Tablet ungewöhnliche Anschlüsse (serieller 9-pin-Port oder einen RJ45 Ethernet-Anschluss), die die Kompatibilität mit älteren IT-Landschaften ermöglichen, sind einige der Maßnahmen, um die Lebensdauer des Geräts zu verlängern. Auch ohne Ökobilanz sind aber die Auswirkungen im Vergleich zu einem iPad offensichtlich (Abbildung 1): Die Anschlüsse allein schon sorgen für ein dickeres Gerät, auch Reparierbarkeit, der austauschbare Akku und der Werkstoff Holz stehen einem schlanken Design entgegen – verbunden mit zusätzlichem Gewicht und einem zusätzlichen Materialaufwand. Und dann ist der Einfluss eines ambitionierten kleinen Unternehmens auf die am Markt erhältlichen Baugruppen sehr begrenzt, und für das Mainboard muss es verfügbare Designs verwenden, um sich nicht komplett zu verheben.

Diese Nachteile sind durch ein längeres Leben wieder aufzuholen, und da kann dann die Ökobilanz beim Erkenntnisgewinn helfen: Tatsächlich ausgetauschte Akkus und durchgeführte Reparaturen

können zu einer überdurchschnittlichen Lebensdauer führen – mit einer wesentlichen Abhängigkeit allerdings vom Betriebssystem, in diesem Falle Windows 10.



Abb. 1: Auf Nachhaltigkeit getrimmter mobiler Computer im Vergleich zum iPad (5. Generation) – Quelle Fraunhofer IZM

Modulare Geräte

Ein modularer Aufbau zielt in die gleiche Richtung: Wenn man sich die Ökobilanz der Herstellung eines Smartphones anschaut, dann fällt erstens auf, dass ein Handy gar nicht 120, 140 oder 160 Gramm wiegt, sondern eher so 30, 50 oder 80 kg – gemessen in Treibhausgasemissionen. Weitere Umweltfaktoren sind da noch gar nicht berücksichtigt. – Und zweitens, dass der ganz überwiegende Anteil der Umweltbelastungen den Elektronikbaugruppen, insbesondere den Halbleiterbauelementen und den Leiterplatten zuzurechnen ist. Demgegenüber fällt die Bilanz sowohl der Batterie als auch des Displays deutlich weniger negativ aus: Eine beispielhafte Berechnung der Treibhausgasemissionen bei Herstellung eines Smartphones zeigt, dass nur etwa 5 % dem Display und 12 % der Batterie zuzurechnen sind (Abbildung 2). Wesentliche, die Lebensdauer limitierende Faktoren sind aber defekte Displays aufgrund von Stürzen und früher oder später der Gesundheitszustand der Batterie. Warum sollen diese Teile mit vergleichsweise geringer Umweltlast bestimmen, wie lange Teile genutzt werden können, die mit einem wesentlich größeren Beitrag zum globalen Treibhauspotenzial gefertigt wurden? Aus ökologischer Sicht ist genau das eines der Argumente für modu-



lares Design: Potenzielle Schwachstellen einfach austauschbar machen.

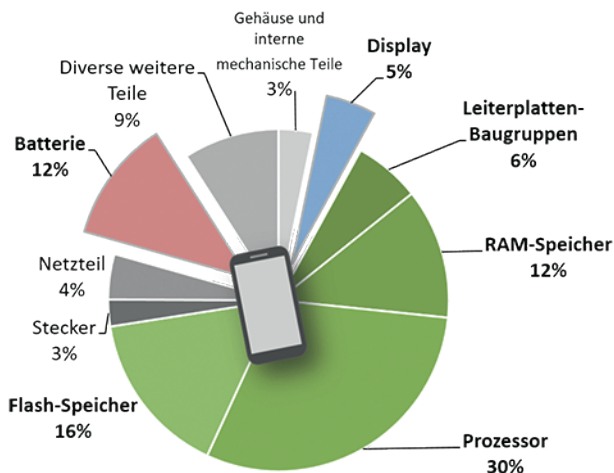


Abb. 2: Treibhausgasemissionen der Herstellung einzelner Smartphone-Baugruppen – Quelle Fraunhofer IZM

Der Design-Ansatz des *Fairphone* ist das prominenteste Beispiel dafür, den Nutzern die Möglichkeit zu eröffnen, selbst Reparaturen durchzuführen. Das *Fairphone* von 2015 zeichnete sich durch eine Reihe interner Module aus, die mit Pogo-Pins verbunden waren. Aus funktionalen Gründen sind diese robusten Stecker mit Gold beschichtet, nehmen zusätzliche Leiterplattenfläche ein, und die Module als solches sind einzeln gehäust. Auch hier führte die Ökobilanz zu der Erkenntnis, dass modular zunächst einmal schlechter ist als ein monolithischer Block: Je nachdem, welche Art von Umweltindikator man betrachtet, beträgt die zusätzliche Umweltlast durch Modularität 2,2 % bis 12,9 % des gesamten Herstellungsaufwands (Prose et al. 2016). Auch hier gilt wieder: Nur wenn dieses Design im realen Leben tatsächlich zu einer längeren Nutzung führt, nur dann schlägt die Umweltbilanz ins Positive um. Deutlich positiver wird die Bilanz, wenn man von einer Nutzungsdauer von fünf statt drei Jahren ausgeht – fairer Weise sind dann Reparaturen und wiederholter Akkutauch mit eingerechnet. Dennoch: Der hohe Anteil an Gold für die Kontaktflächen schlägt in der Ökobilanz deutlich negativ durch. Der Nachfolger *Fairphone 3*, der dann

2019 in den Markt kam, zeichnet sich durch einen etwas anderen Aufbau aus: Immer noch modular, aber weniger Pogo-Pins, mehr filigranere Steckkontakte. Die Distanzen zwischen Mainboard und peripheren Modulen sind zunehmend mit Flex-Verbindern überbrückt. Die Ökobilanz für das *Fairphone 3* ist derzeit noch in Arbeit, scheint aber nach ersten Ergebnissen den positiven Trend zu bestätigen.

Bei näherer Überlegung überrascht das Ergebnis nicht, dass ein ökologischer Ansatz wie die Modularität zunächst zu einer schlechteren Umweltbilanz in der Herstellung führt: Ein monolithischer Aufbau muss viel weniger Rücksicht auf Schnittstellen nehmen, kann Aufbauten materialsparend miniaturisieren, und muss keinen Zugang für Jedermann und Jedefrau zu entnehmbaren Innereien anbieten.

Tatsächlich ist Modularität ja nicht neu: Bei Personal Computern war ein modularer, auf- und umrüstbarer Aufbau lange Zeit üblich. Bei Smartphones und ähnlichen mobilen Geräten besteht die Herausforderung in einer Miniaturisierung dieser Modularität, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Anforderungen eines mobilen Gebrauchs.

Spielarten der Modularität

Dabei kann Modularität sehr verschiedene Facetten haben: Auch die führenden Markennamen unter den Smartphones haben sich in den letzten Jahren hin zu deutlich mehr Modularität bewegt, nur ist diese nicht ohne weiteres dem Nutzer zugänglich: Modulares Design bedeutet ja für die allermeisten Produktentwickler nicht, den Nutzer im Blick zu haben, sondern eben den Designer – der dann Designblöcke weiterverwenden kann, der Einfachheit halber nur Schnittstellen zu anderen funktionalen Blöcken berücksichtigen muss und das Problem der Komponentenabkündigung auf einen Funktionsblock eingrenzt.

Und dann gibt es da noch andere, inspirierende Beispiele für Modularität: Ein finnisches Start-up hat schon vor Jahren das Konzept eines Smartphones vorgestellt, das aus der Hauptelektronik, dem Akku und dem Display (*Brain*, *Heart* und *Spine*) besteht, und diese drei Module sind über standardisierte Steckver-

binder „aus drei mach eins“ miteinander kombinierbar¹. Der Umweltvorteil: Austausch defekter Module, Anpassbarkeit der Module auf den individuellen Bedarf statt Überdimensionierung und ein Upgrade einzelner Module bei sich ändernden Bedürfnissen statt des Upgrades im Sinne der Telekommunikationsanbieter: „Nimm ein neues Gerät!“

Das andere Beispiel ist *Shift* aus Hessen, die an einem Gerät arbeiten, bei dem das Smartphone der Hauptcomputer ist, der sich mit einem

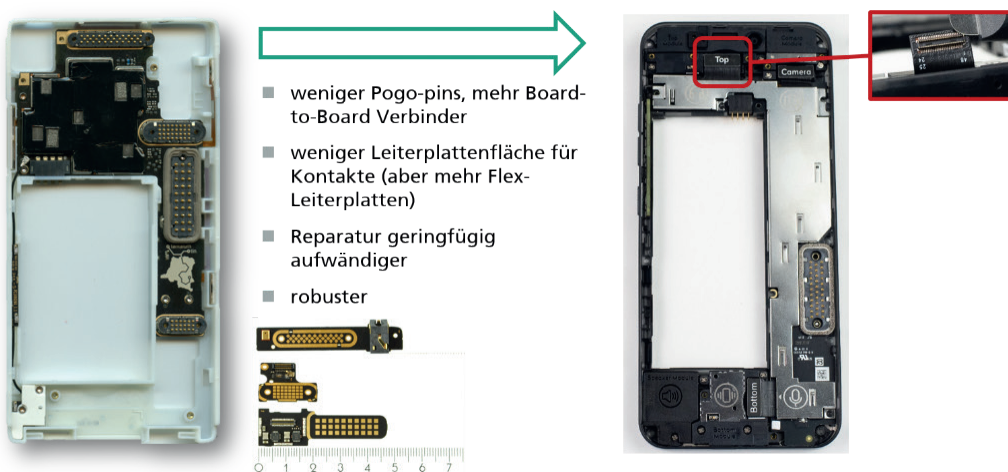


Abb. 3: Weiterentwicklung vom modularen *Fairphone 2* zum modularen *Fairphone 3* Quelle Fraunhofer IZM

Display zu einem Tablet wandeln lässt. Dieses wird mit einer Tastatur wiederum zu einem *Detachable* und rückt damit in die Nähe von Arbeitscomputern². Das Spannende an solchen Konzepten aus Umweltsicht ist die Nutzung der aufwändig hergestellten Elektronik für mehrere Geräte statt redundanter Ausstattung mit Prozessoren und Speicher.

Das unbekannte Wesen: Die Nutzerin oder der Nutzer

Nochmal zurück zum Beispiel des Tablets: Holz als ungewöhnlicher Werkstoff für Elektronikgeräte – mal abgesehen von alten Fernsehern und guten Boxen – ist in diesem Falle aber nicht nur als Material mit guter Umweltbilanz interessant, sondern auch, weil es bei kleinen Stückzahlen sinnvoll sein kann, auf bestehende CNC-Maschinen der Holzbearbeitung zugreifen zu können, statt teure Spritzgussformen zu verwenden. Zudem ist Holz ein attraktives Material, dem eine gewisse Wertschätzung entgegengebracht wird. In der Sprache der Produktgestaltung ist vom „Design for Attachment“ die Rede (Bakker et al. 2014). Nutzer entwickeln eine Bindung zu ihrem Gerät – die aus Sicht der Ökobilanz möglichst lange anhalten möge. Aber genau das ist die Schwierigkeit der Ökobilanz: Sie hat nur dann richtig Sinn, wenn sie schon das Design beeinflussen kann, lange vor dem Markteintritt. Damit kann logischerweise das Nutzerverhalten, die Aufgeschlossenheit für Reparaturen und wie lange Nutzer tatsächlich an ihrem Gerät hängen, noch nicht bekannt sein und nur mit Szenarien eingefangen werden. Diese mögen sich später als richtig oder falsch herausstellen, aber für das Ergebnis der Bilanz sind sie essenziell. Mit dem großen Problem: Die zusätzlichen Aufwände für beispielsweise ein modulares Design sind real, die Einsparungen durch eine längere Nutzung zunächst fiktiv.

Das Lebensende

Die Umweltdiskussion von Elektronikgeräten wird häufig an exorbitanten Elektronikschrottbergen festgemacht. Wahrlich, ein Problem. Die Ökobilanz zeigt aber auch, dass selbst ein Recycling nach dem Stand der Technik vor allem Werte vernichtet: Der Umweltaufwand, der einst in die Halbleiterherstellung oder die Leiterplattenfertigung investiert wurde, ist mit dem Recycling unweigerlich verloren. In der Ökobilanz gibt es für die Rückgewinnung von Materialien im Recycling Gutschriften, weil damit

Primärrohstoffe ersetzt werden können. Im Falle mobiler Endgeräte zeigt die Ökobilanz jedoch nur etwa 5 % Gutschrift bei den Treibhausgasemissionen und den meisten anderen Umweltindikatoren, die restlichen 95 % sind verloren. Zurückgewonnen werden können Kupfer aus den Leiterbahnen, Edelmetalle aus Beschichtungen, Zinn aus dem Lot, Cobalt aus dem Akku und eine Reihe weiterer Metalle, aber viele andere eben auch nicht: Tantal aus Kondensatoren, Indium aus leitfähigen Schichten im Display, Seltene Erden aus Lautsprechern, Wolfram aus dem Vibrationsalarm – derzeit ist alles weg, wenn nicht ein aufwändiger Demontage-Roboter darauf angesetzt wird³. Das spricht aus Sicht der Ökobilanz nicht gegen das Recycling, aber dafür, das Leben zuvor durch eine hohe Zuverlässigkeit der Geräte, gute Reparierbarkeit, eine Förderung der Wiederaufarbeitung und einen langen Software-Support möglichst in die Länge zu ziehen. Um damit die Herstellung von Neugeräten und damit aufwändiger Neuproduktion etwas zu bremsen. Nach einer Umfrage des *Bitkom* lagern in deutschen Schubladen noch etwa 200 Millionen nicht mehr genutzte Handys⁴. Führt man diese dem Recycling zu, so spart das überschlägig 500.000 Tonnen CO₂ ein. Das ist doch was.

Referenzen

- Bakker C, den Hollander M, van Hinte E (2014): *Products That Last – Product Design for Circular Business Models*, TU Delft, ISBN: 9789461863867
- Ospina J, Maher P, Galligan A, Gallagher J, O'Donovan D, Kast G, Schischke K, Balabanis N (2019): *Lifetime extension by design and a fab lab level digital manufacturing strategy: tablet case study*, Proc. 3rd Product Lifetimes And The Environment PLATE conference, Berlin, Germany, September 2019
- Proske M, Clemm C, Richter N (2016): *Life Cycle Assessment of the Fairphone 2 – Final Report*, Fraunhofer IZM, Berlin, November 2016

Anmerkungen

- 1 <http://www.puzzlephone.com/>
- 2 <https://www.shiftphones.com/shiftmu/>
- 3 *Apples Roboter Daisy als derzeit umfassendster Ansatz für die Demontage von Gebrauchtgütern für ein Recycling einzelner Komponenten:* https://www.apple.com/environment/pdf/Apple_Environmental_Responsibility_Report_2019.pdf
- 4 <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Deutsche-horten-fast-200-Millionen-Alt-Handys>



Karsten Schischke

Karsten Schischke leitet am *Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration* eine Arbeitsgruppe im Themenfeld Ökodesign und Materialien für eine Circular Economy. Er begutachtet die Produkt-Ökobilanzen von Apple, arbeitet mit einigen der in diesem Beitrag genannten kleinen Unternehmen an innovativen Produktkonzepten und hat ursprünglich mal Technischen Umweltschutz an der TU Berlin studiert.

Auswirkungen von Software-Systemen auf Nachhaltigkeit und die Mitverantwortung von Software-Entwicklern

Nachhaltigkeit ist ein wichtiges Thema. Software-Entwickler sind sich jedoch der Auswirkungen von Software-Systemen auf die Nachhaltigkeit nur vage bewusst. Darüber hinaus fehlen Methoden und Werkzeuge, die sie bei der Erstellung nachhaltiger Software-Systeme unterstützen. In diesem Artikel beschreiben wir ein Analyse-Framework, das Software-Entwickler dabei unterstützt, potenzielle Auswirkungen ihrer Software auf die Nachhaltigkeit schon während der System-Entwicklung zu berücksichtigen.

Konzept	Beschreibung
Sustainability Debt	„der versteckte Effekt früherer Entscheidungen über Software-intensive Systeme, die sich negativ auf die wirtschaftliche, technische, ökologische, soziale und individuelle Nachhaltigkeit des zu entwerfenden Systems auswirken. Effekte in diesen Dimensionen können sich auf drei verschiedenen Ebenen manifestieren: (1) die direkten Auswirkungen [...], (2) aktivierende Auswirkungen [...] und (3) systemische Veränderungen [...] [6]
Nachhaltigkeitsdimensionen	Man kann fünf Dimensionen der Nachhaltigkeit betrachten [6]: Die individuelle Dimension bezieht sich auf die Aufrechterhaltung des Humankapitals (wie Gesundheit, Bildung, Fähigkeiten, Wissen, Führung und Zugang zu Dienstleistungen). Die soziale Dimension zielt darauf ab, die gesellschaftlichen Gemeinschaften in ihrer Solidarität und ihren Diensten zu erhalten. Die wirtschaftliche Dimension zielt darauf ab, Kapital und Wertschöpfung zu erhalten. Die Umweltdimension bezieht sich auf die Verbesserung des menschlichen Wohlergehens durch den Schutz der natürlichen Ressourcen: Wasser, Land, Luft, Mineralien und Ökosystemleistungen. Die technische Dimension bezieht sich auf die Langlebigkeit von Informationen, Systemen und Infrastrukturen und deren angemessene Entwicklung bei sich verändernden Umgebungsbedingungen.
Wirkungsreihenfolgen	Die Auswirkungen beeinflussen kurz-, mittel- und langfristig alle Dimensionen der Nachhaltigkeit. Direkte Auswirkungen betreffen die unmittelbaren Einflüsse, die sich aus der Herstellung, Verwendung und Entsorgung von Software-Systemen ergeben, wie z. B. der Energieverbrauch. Aktivierende Effekte befassen sich mit den Vorteilen und Auswirkungen der fortlaufenden Nutzung des Software-Systems, wie beispielsweise eine Websuchmaschine, die Kosten für den Zugriff auf Informationen senkt. Strukturelle Effekte betreffen Veränderungen, die sich aus der mittel- bis langfristigen Nutzung von Software-Systemen durch eine sehr große Anzahl von Menschen ergeben, wie neue Gesetze, Politik oder soziale Normen.

Tabelle 1: Wichtigste Nachhaltigkeitskonzepte im Zusammenhang mit dem SusAF

Nachhaltigkeit bezieht sich auf die Fähigkeit, in ökologischen, wirtschaftlichen, sozialen, individuellen und technischen Kontexten Bestand zu haben [1] (siehe Tabelle 1). Das klingt nicht nur komplex – tatsächlich ist es das auch! Schauen wir uns an, inwieweit exemplarische Software-Systeme unsere Gesellschaft beeinflussen:

1. *Airbnb* bietet *Peer-to-Peer*-Kurzzeitmieten an. Studien zu den Auswirkungen von Airbnb in New York City zeigen, dass die Aussichten, mit der Vermietung über die Plattform 55 % mehr Geld zu verdienen, Tausende von Hauseigentümern dazu veranlasste, ihre Häuser vom Langzeitmietmarkt zu nehmen, was zu einem Anstieg der Mietpreise um 1,4 %

führte. Es wurde auch festgestellt, dass der Dienst eine Gentrifizierung hervorruft und die Segregation in der Stadt erhöht [2].

2. *Uber* und *Lyft* bieten einen Service für Online-Fahrdienst-Vermittler (Taxis) an. Eine kürzlich durchgeführte Studie [3] berechnete ihre Reiseeffizienz in Bezug auf Zeit und Entfernung, Auswirkungen auf das Parken, Verhaltensänderungen und Auswirkungen auf zukünftige Arten von Reisen. Positiv zu vermerken ist, dass der Bedarf an einem eigenen Auto geringer ist (wodurch auch die damit verbundenen Parkanforderungen gelöst werden) und folglich mehr Flexibilität bei der Kombination mehrerer Transportmittel für eine Reise



besteht. Auf der anderen Seite verlängert die Mitfahrgelegenheit die zurückgelegten Strecken im Vergleich zur Nutzung eines öffentlichen Verkehrssystems (im Durchschnitt um 9 Meilen) und die Fahrer haben unsichere Arbeitsbedingungen.

- Entscheidungsfindung durch künstliche Intelligenz kann zu Diskriminierung mit weitreichenden Auswirkungen auf Menschen, Gesellschaften und Organisationen führen. Nehmen Sie zum Beispiel die Software COMPAS. Sie wird (in Teilen der USA) zur Vorhersage von Straftaten angewendet, wo sie Richter bei der Entscheidung unterstützt, ob ein Verurteilter Bewährung bekommen soll oder nicht. Obwohl das System keine Hautfarbe oder Rasse als Eingabe verwendet, stellt sich heraus, dass das System gegen dunkelhäutige Menschen voreingenommen ist [4] und ungenaue Vorhersagen macht [5]. Dies ist unter anderem auf historisch voreingenommene Trainingsdaten zurückzuführen und die Voreingenommenheit wird nun zementiert.

Wie in diesen Beispielen gezeigt, kann die Entwicklung, Verwendung und Weiterentwicklung Software-intensiver Systeme zu neuen Auswirkungen auf die sie umgebenden sozialen und ökologischen Systemen führen. Solche Effekte können als *Sustainability Debt* [6] ausgedrückt werden (Definition siehe Tabelle 1). Um diese Schulden zu reduzieren, müssen Systeme entworfen werden, die die Nachhaltigkeit des sozio-technischen Systems, in das sie integriert sind, erhalten oder dazu beitragen.

Wir haben jedoch festgestellt, dass Software-IngenieurInnen, sobald sie beginnen, die Komplexität von Nachhaltigkeit zu verstehen, das Gefühl haben, nicht über das Wissen, die Erfahrung oder die Autorität zu verfügen, um die Software nachhaltiger zu machen, und sich eine angemessene Unterstützung bei solchen Bemühungen wünschen [7, 8].

Das hier vorgestellte *Sustainability Awareness Framework (SusAF)* (<https://zenodo.org/record/3676514>) bietet die diskursiven Strukturen und die Unterstützung, die erforderlich sind, um potenzielle Auswirkungen aufzudecken, die entstehen, wenn Software-Systeme entworfen und in die Gesellschaft eingebettet werden. Weitere Details zum Framework sind in [9] zu finden.

Dimension	Themen
Gesellschaftliche	Gemeinschaftssinn; Vertrauen; Inklusivität und Vielfalt; Gleichberechtigung; Teilnahme & Kommunikation
Individuelle	Gesundheit; Lebenslanges Lernen; Privatsphäre; Sicherheit; Behörden
Ökologische	Bedarfsstoffe und Ressourcen; Boden-, Luft- und Wasserverschmutzung; Energie; Biodiversität und Landnutzung; Logistik und Transport
Wirtschaftliche	Wert; Kundenpflege; Lieferkette Unternehmensführung und Prozesse; Innovation und F&E
Technische	Wartbarkeit; Benutzerfreundlichkeit; Erweiterbarkeit und Anpassungsfähigkeit; Sicherheit; Skalierbarkeit

Tabelle 2: Kernpunkte pro Dimension

Das Sustainability Awareness Framework

Das Sustainability Awareness Framework (SusAF) besteht aus einer Reihe von Fragen, Richtlinien, Beispielen und einem Visualisierungsdiagramm, die verwendet werden, um die Identifizierung und Diskussion der möglichen Auswirkungen eines Systems auf die Nachhaltigkeit zu fördern und zu steuern. Es wurde von der *Karlskrona-Allianz für nachhaltiges Softwaredesign* (siehe www.sustainabilitydesign.org) entwickelt und evaluiert. Das SusAF und dessen Elemente werden im Folgenden kurz diskutiert.

Die Fragen sind in fünf Gruppen unterteilt – eine pro Nachhaltigkeitsdimension (siehe Tabelle 1). Innerhalb jeder Dimension werden fünf Schlüsselthemen betrachtet, wie in Tabelle 2 dargestellt.

Die Themen in den Fragensätzen wurden bewusst auf fünf pro Dimension begrenzt, um eine erste einfache Übung zu ermöglichen, in der verschiedene Standpunkte zusammenge-



Stefanie Betz

Stefanie Betz ist Professorin für Sozioinformatik an der Hochschule Furtwangen (HFU). Zuvor war sie Junior-Forschungsgruppenleiterin am Karlsruher Institut für Technologie und Senior ResearcherIn am Blekinge Institute of Technology in Schweden. Ihre Forschung konzentriert sich auf die Wechselwirkungen zwischen Gesellschaften und Software-Systemen. Sie untersucht, wie Software-Praktiker eine *Wirkungsperspektive* anstelle einer *Orientierungsperspektive* entwickeln können. Insgesamt argumentiert Dr. Betz, dass die entscheidende Rolle, die Software in der Gesellschaft spielt, einen Paradigmenwechsel in der Denkweise des Software Engineering erfordert. Sie ist Autorin mehrerer Publikationen zu Nachhaltigkeit, Gesellschaft und Software-Engineering und eine der Mitautoren des *Karlskrona-Manifests für Nachhaltigkeitsdesign* (www.sustainabilitydesign.org). Ihre Forschungsergebnisse wurden in Konferenzen und Fachzeitschriften veröffentlicht, darunter Communications of the ACM, das Journal of Software and Systems, IEEE Software, die Internationale Konferenz für Requirements Engineering und die Internationale Konferenz für Software Engineering.



bracht und das Bewusstsein aller Beteiligten für die Beziehung der Software zur Nachhaltigkeit geschärft werden sollen. Das Framework kann Themen hervorheben, die genauer untersucht werden sollten, oder auf übersehene Akteure verweisen. Zum Beispiel fragen wir zur Gleichberechtigung (unter sozialer Dimension): *Kann das System dazu führen, dass Menschen unterschiedlich behandelt werden?* Zum Beispiel, weil das System Datenanalysen durchführt oder menschliche Entscheidungen beeinflusst.

Zudem fördert das Framework, sobald die Fragen beantwortet wurden, das langfristige Denken, indem es die Teilnehmenden auffordert, Wirkungsketten für die diskutierten Punkte zu berücksichtigen und zeitliche Auswirkungen bei hoher Nutzerzahl zu berücksichtigen: *Was passiert, wenn viele Menschen weltweit dieses System jahrzehntelang verwenden?* Zum Beispiel, wenn Millionen von Menschen weltweit mehrere Jahre ein System nutzen.

Schließlich werden die Ergebnisse der Diskussion im in Abbildung 1 dargestellten Sustainability Awareness Diagram (SusAD) visualisiert. Das SusAD ist ein angepasstes Netzdiagramm, das in fünf Schichten unterteilt ist – eine für jede Nachhaltigkeitsdimension – und drei konzentrische Bereiche, die die direkten, aktivierenden und systemischen Auswirkungen eines Software-Systems darstellen (Definitionen siehe Tabelle 1). Ziel ist es, ein Skizzierwerkzeug bereitzustellen, um die Visualisierung und Diskussion der potenziellen Wirkungsketten zu vereinfachen; über Wirkungsordnungen und Nachhaltigkeitsdimensionen hinweg.

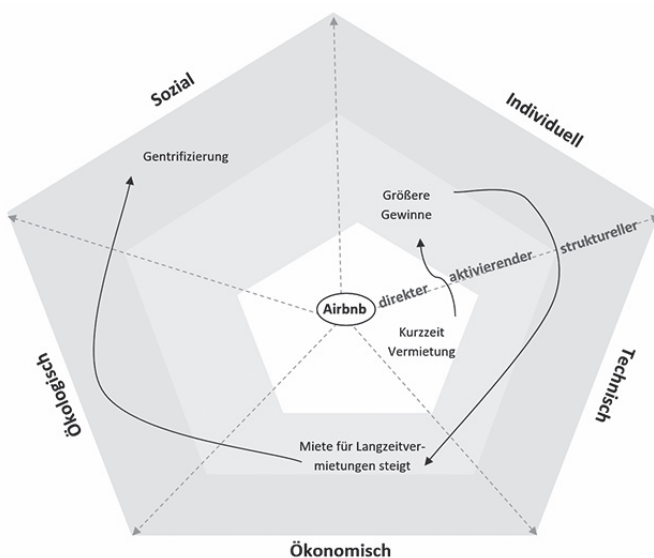


Abbildung 1: SusAD – Vereinfachtes Wirkungskettendiagramm für AirBnB. Das Beispiel zeigt, wie durch das Vorgehen der Eigentümer, ihre Immobilien an Kurzzeitbesucher zu vermieten, die Angebote auf dem Mietmarkt abnehmen. Dies führt wiederum zu einer Erhöhung der Durchschnittsmiete, was wiederum das Risiko einer Gentrifizierung erhöht.

Das Anwendungsformat für das Framework ist nicht vorgeschrieben. Es wurde sowohl im Rahmen der Anforderungserhebung mit Einzelinterviews [8] als auch in Workshops mit Stakeholdern angewandt. Der entscheidende Punkt ist, eine Diskussion über die genannten Fragen in dem für den jeweiligen Fall am besten geeigneten Format einzuleiten.

Fazit

Obwohl Software-Entwickler in der Regel nicht in der Lage sind, den Zweck eines zu entwickelnden Software-Systems zu definieren, entbindet sie dies nicht von der Verantwortung für die Auswirkungen, die dieses System in seiner letztendlichen sozio-technischen gelegenen Umgebung haben würde.

Software-Entwickler sollten *ausdrücklich Mitverantwortung* für die technologischen Lösungen übernehmen, die sie in die Gesellschaft einführen. So wären sie in einer starken Position, um die Diskussion unter den *Stakeholdern* über die möglichen Auswirkungen dieser Systeme zu moderieren. Das erfordert einen Paradigmenwechsel sowohl in der Praxis als auch in der Ausbildung der Software-Entwicklung [1, 10]. Dieser kann damit beginnen, dass Auftraggebern und Entwicklern aufgezeigt wird, dass Software-Systeme langfristige Auswirkungen auf die Gesellschaft haben werden und solche Auswirkungen im Software-Entwurfsprozess berücksichtigt werden müssen.

Zu diesem Zweck haben wir das SusAF entwickelt. Das Framework soll keine umfassende Analyse der Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit ermöglichen. Stattdessen hilft es, über mögliche Nachhaltigkeitseffekte des Systems auf vereinfachte Weise nachzudenken, die dann wahrscheinlich in die Diskussion Fragen einbringen, die weitere Analysen und schließlich Änderungen an der Gestaltung des Systems fördern können.

Wir weisen darauf hin, dass das SuSAF-Framework als erster Schritt in Richtung eines solchen Paradigmenwechsels dienen und dazu beitragen kann, Software-Entwickler und -Entwicklerinnen für ihre Verantwortung zur Entwicklung nachhaltiger Software-Systeme zu sensibilisieren. Wollen Sie das SuSAF-Framework einmal ausprobieren, würden wir uns freuen, wenn Sie sich bei uns, den Autoren des Frameworks melden.

Referenzen

- [1] C. Becker, S. Betz, C. Ruzanna, L. Duboc, S. Easterbrook, B. Penzenstadler, N. Seyff, C. Venters, "Requirements: The Key to Sustainability," IEEE Software, vol. 33, no. 1, pp. 56–65, 2016, doi: 10.1109/MS.2015.158.
- [2] D. Wachsmuth and A. Weisler, "Airbnb and the rent gap: Gentrification through the sharing economy," Environment and Planning A: Economy and Space, vol. 50, no. 6, pp. 1147–1170, 2018, doi: 10.1177/0308518X18778038.
- [3] Impacts of Ridesourcing-Lyft and Uber-on Transportation Including VMT, Mode Replacement, Parking, and Travel Behavior, 2017. [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/e2cf/15b3a462917337062834c69213bf8ed41144.pdf>
- [4] J. Angwin, J. Larson, S. Mattu, L. Kirchner, "Machine bias: There's software used across the country to predict future criminals. And it's biased against blacks," ProPublica, 23 May 2016; www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing.
- [5] J. Dressel and H. Farid, "The accuracy, fairness, and limits of predicting recidivism," Science Advances, vol. 4, no. 1, eaao5580, 2018, doi: 10.1126/sciadv.aao5580.
- [6] S. Betz, C. Becker, R. Chitchyan, L. Duboc, S. Easterbrook, B. Penzenstadler, N. Seyff, C. Venters, "Sustainability Debt: A Metaphor to Support Sustainability Design Decisions," in Proc. 4th Int'l Workshop

- Requirements Eng. for Sustainable Systems (RE4SuSy 15), 24th August 2015, Ottawa, Canada.
- [7] R. Chitchyan, S. Betz, L. Duboc, B. Penzenstadler, S. Easterbrook, C. Ponsard, C. Colin, "Evidencing sustainability design through examples", in Proc. 4th Int'l Workshop Requirements Eng. for Sustainable Systems (RE4SuSy 15), 24th August 2015, Ottawa, Canada.
- [8] I. Groher and R. Weinreich, "An Interview Study on Sustainability Concerns in Software Development Projects," in 2017 43rd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA), Vienna, Austria, Aug. 2017 – Sep. 2017, pp. 350–358.

- [9] L. Duboc, S. Betz, B. Penzenstadler, S.A. Kocak, R. Chitchyan, O. Leifler, J. Porras, N. Seyff, C. Venters, "Do we Really Know What we are Building? Raising Awareness of Potential Sustainability Effects of Software Systems in Requirements Engineering," in 2019 IEEE 27th International Requirements Engineering Conference (RE), 2019, pp. 6–16.
- [10] B. Penzenstadler, L. Duboc, C. Venters, S. Betz, N. Seyff, K. Wnuk, R. Chitchyan, S. Easterbrook, C. Becker, "Software Engineering for Sustainability: Find the Leverage Points!," IEEE Softw., vol. 35, no. 4, pp. 22–33, 2018, doi: 10.1109/MS.2018.110154908.



Lorenz M. Hilty

Software und Nachhaltigkeit

Wie Fremdbestimmung durch Software materielle Ressourcen entwertet

Die digitale Transformation könnte eine Wirtschaftsweise ermöglichen, die natürliche Ressourcen schont. Software als immaterielles Produkt kennt keinen Verschleiß. Die universelle Hardware, die zur Ausführung von Software benötigt wird, kommt mit immer weniger Material und Energie pro Leistungseinheit aus. Dennoch wächst der ökologische Fußabdruck der digitalen Transformation. Warum gelingt es uns bisher nicht, Digitalisierung und Nachhaltigkeit in Einklang zu bringen?

Software als immaterielles und nachhaltiges Produkt

Aus wirtschaftswissenschaftlicher Sicht ist Software ein Informationsgut. Als solches ist Software auf die gleiche Weise immateriell wie ein Roman oder ein Musikstück. Software benötigt zwar, wie alle Informationsgüter, ein materielles Trägermedium, doch dieses ist praktisch vernachlässigbar (Linde 2008).

Im Hinblick auf das Ziel nachhaltiger Produktions- und Konsummuster sind Software-Hardware-Kombinationen auf den ersten Blick ideale Produkte. Veränderte Bedürfnisse lassen sich ohne die Herstellung neuer Hardware erfüllen, denn es muss lediglich die immaterielle Software geändert werden. Software-Produktion ist Wertschöpfung, die nicht auf dem Umsatz von Tonnen von Material, sondern auf der präzisen Formulierung von Gedanken beruht (Hilty 2017). Man könnte also über längere Zeiträume mit der gleichen universellen Hardware leben und dennoch vom Fortschritt in der Software profitieren. Intelligente Steuerung und Regelung durch Software könnte außerdem viele andere material- und energieintensive Prozesse so optimieren, dass sie mit den Prozessen des globalen Ökosystems konsistent werden. Wenn diese Vision *nicht* Ihrer täglichen Erfahrung im Umgang mit Software-Produkten entspricht, so betrachten Sie sie zunächst einmal als ein optimistisches Szenario.

Hardware als energie- und materialeffizientes Produkt

Im Jahr 1996 hat das deutsche Klimarechenzentrum in Hamburg das weltweit erste Klimamodell gerechnet, das gezeigt hat, dass der beobachtete Klimawandel vom Menschen verursacht ist. Wie viele Smartphones hätte man 25 Jahre später gebraucht,

um dieses Modell etwa gleich schnell zu rechnen wie auf dem damaligen Supercomputer? Ein einziges. Im gleichen Zeitraum sind Rechenleistung und Speicherplatz des Hamburger Rechenzentrums übrigens um einen Faktor von rund einer Million gestiegen (DKRZ 2013). Im historischen Trend hat sich die Energieeffizienz der digitalen Hardware alle 1,57 Jahre verdoppelt (Aebischer & Hilty 2015).

Allerdings hat diese erfreuliche Entwicklung auch ihre Schattenseite: In der heutigen digitalen Hardware ist mehr als das halbe Periodensystem enthalten, darunter auch sehr seltene und schwer zu gewinnende Metalle. Wir haben die relative Dematerialisierung dieser Technik also mit einer höheren Materialkomplexität bezahlt. Selbst unter optimalen industriellen Bedingungen werden im Elektronik-Recycling von 50-60 Metallen maximal 17 zurückgewonnen, alle anderen verteilen sich so fein, dass es praktisch nicht mehr möglich ist, sie jemals zurückzuholen. Wir entziehen diese – im Einzelfall winzigen, in der Summe aber relevanten – Metallmengen damit der Nutzung durch zukünftige Generationen (Hilty 2018). Hinzu kommt, dass wir weit davon entfernt sind, optimale industrielle Bedingungen für Recycling überhaupt zu verwirklichen. Selbst in den meisten EU-Ländern klafft zwischen entstehenden und rezyklierten Mengen von Elektronikschrott eine Lücke von über 50 % (Huisman et al. 2017).

Aus Sicht der Nachhaltigkeit wäre es also vernünftig, die digitale Hardware so sparsam und so lange wie möglich zu nutzen und das ursprüngliche Prinzip digitaler Technologie – die Software kommt und geht, die Hardware bleibt – auf breiter Basis zu rehabilitieren. Leider ist der gegenläufige Trend zu beobachten: Software wird dafür eingesetzt, den Konsum von Hardware zu beschleunigen. Materiell hochkomplexe technische Güter werden immer schneller zu Abfall.



Wie Software Hardware entwerten kann

Digitale IKT-Geräte wie z.B. Laptops, Smartphones, Drucker oder Fernseher sind von Software abhängig. Deshalb ist die Versuchung für die Hersteller groß, die Software als Hebel zu nutzen, um die Lebensdauer der Geräte zu begrenzen. Dies sollte uns insbesondere deshalb zu denken geben, weil im Zuge der digitalen Transformation immer mehr Gebrauchsgüter – nicht nur IKT-Geräte – durch eingebettete Mikroprozessoren von Software abhängig werden. Das bedeutet, dass die Beeinflussung der Lebensdauer von Zahnbürsten, Kaffeemaschinen, Kühlschränken, Autos, ja ganzen *Smart Homes* allein durch Software möglich wird. Davon betroffen ist dann nicht nur die eingebettete digitale Elektronik, sondern auch das *Wirtsgut*, also z. B. ein Haushaltgerät, bis hin zu ganzen Infrastrukturen.

Bei der Beeinflussung der Nutzungsdauer von Geräten durch Software ist zu unterscheiden zwischen „programmierter Obsoleszenz“ (Brüggemann 2014), die eine Art künstlichen Verschleiß herbeiführt, und „Software-induzierter Obsoleszenz“ (Hilty und Aebischer 2015), die Güter durch kontextuelle Faktoren schleichend entwertet.

Bei der *programmierten Obsoleszenz* wird die Lebensdauer eines Geräts oder seine Inkompatibilität mit Ersatzteilen anderer Hersteller durch Instruktionen in der Software explizit beeinflusst. Bekannt geworden sind beispielsweise Fälle, in denen Drucker nach einer bestimmten Zahl von Druckvorgängen versagen. Ebenso gibt es Geräte, die die Ladezyklen ihres Akkus zählen, um diesen dann unabhängig von seinem tatsächlichen chemischen Zustand für gealtert zu erklären. Wenn es dann auch noch praktisch unmöglich ist, den Akku auszutauschen, wird damit ganze Gerät unbrauchbar (Brüggemann 2014). Es handelt sich hier um klassische Fälle geplanter Obsoleszenz – dass sie durch Software realisiert sind, macht sie besonders schwer nachweisbar, weil der Quellcode in der Regel nicht offengelegt wird.

Software-induzierte Obsoleszenz dagegen ist keine geplante Obsoleszenz im herkömmlichen Sinne, da hier keine kausale Beeinflussung der Lebensdauer von Geräten stattfindet. Vielmehr wird die so genannte Evolution der Software genutzt, um Bedingungen herzustellen, die den Betrieb funktionierender Produkte erschweren und diese damit entwerten. Zwar gibt es gute Gründe dafür, dass Software-Produkte nicht statisch sind, sondern sich im Laufe der Zeit weiterentwickeln. Aber die Hersteller unterlassen es in der Regel bewusst, die Kompatibilität mit älteren Versionen eigener (und vor allem fremder) Software und Hardware beizubehalten. Ein häufiger Fall ist die Obsoleszenz von Peripheriegeräten (z. B. Drucker, Scanner, Bildschirme) nach einer Aktualisierung des Betriebssystems, weil der Gerätetreiber zum neuen Betriebssystem nicht mehr kompatibel ist. Ein Gerätetreiber hat die Aufgabe, zwischen dem Betriebssystem eines Computers und dem angeschlossenen Gerät zu vermitteln. Es gibt keine zwingenden technischen Gründe, Standards zu ignorieren und die Schnittstelle zwischen Betriebssystem und Treibern bei einer Aktualisierung des Systems zu ändern. Ist das Problem aber erst einmal geschaffen, kann es nur dadurch gelöst werden, dass jemand eine Version des Treibers entwickelt, die zum neuen Betriebssystem passt. Wenn es niemanden gibt, der dieses kleine Stück Software schreibt, werden mit dem Update schlagartig *alle* in Gebrauch stehenden Geräte obsolet, und das

ohne Vorwarnung und ohne Schadenersatz an deren Eigentümer. Auf Nachfrage antworten Hersteller typischerweise, das Gerät werde „nicht mehr unterstützt“.

Zur Vermeidung einer solchen *virtuellen Sachbeschädigung* kann man grundsätzlich auf die Aktualisierung des Betriebssystems verzichten. Früher oder später wird man dann aber mit anderen Inkompatibilitäten zu kämpfen haben. Außerdem werden im Laufe der Zeit oft Sicherheitslücken in der älteren Version bekannt. Diese hat der Hersteller durch unprofessionelle Software-Entwicklung zwar selbst verursacht, er schiebt die Verantwortung dafür nun aber jenen Nutzerinnen und Nutzern zu, die die Software nicht „aktuell halten“.

Kriterien für nachhaltige Software-Produkte

Im Projekt „*Sustainable Software Design*“ des Umweltbundesamtes wurde ein Modell entwickelt, nach dem der Einfluss eines Software-Produkts auf den Energieverbrauch der Hardware, die benötigten Hardware-Kapazitäten und auf die Häufigkeit des Hardware-Wechsels eingeschätzt werden kann. Dabei werden nicht nur das Endgerät, sondern auch die benötigten Übertragungskapazitäten und die in entfernten Rechenzentren verursachten Kapazitätsbedarfe berücksichtigt (Kern et al. 2018). Der Kriterienkatalog umfasst die drei Hauptkriterien Ressourceneffizienz, potenzielle Hardware-Lebensdauer und Nutzungsautonomie (Hilty et al. 2017; Umweltbundesamt 2018).

Die *Ressourceneffizienz* von Software wird daran gemessen, welche Hardware-Kapazitäten sie benötigt (Rechenleistung, Arbeitsspeicher, Permanentpeicher, Bandbreite, Displayauflösung), welchen Energieverbrauch sie in der Hardware verursacht, und in welchem Ausmaß sie fähig ist, Hardware und Energie optimal zu managen. Die nicht messbaren – weil z. B. im Rahmen von Cloud-Diensten beanspruchten – Kapazitäten müssen geschätzt werden.

Die *potenzielle Hardware-Lebensdauer* lässt sich aufgrund der Abwärtskompatibilität der Software mit älterer Hardware und der möglichst weitgehenden Unabhängigkeit von spezifischen Systemumgebungen beurteilen, da dies Freiheitsgrade schafft, die Software auf bereits vorhandener Hardware zu betreiben. Hinzu kommt das Kriterium der Hardware-Suffizienz, das dann erfüllt ist, wenn es dem Hersteller gelingt, die Ansprüche der Software an Hardware-Kapazitäten über die Versionsgeschichte seines Produkts zu verringern (sehr gut), konstant zu halten (gut), oder sie jedenfalls nicht schneller zu steigern, als die technisch bedingte Effizienz voranschreitet (genügend). Wachsen die Ansprüche schneller als die technische Effizienz, ist das Kriterium nicht erfüllt. Wenn ein Software-Produkt von Version zu Version seinen Funktionsumfang erweitert, entlastet dies übrigens nicht von der Forderung nach Hardware-Suffizienz. Es gibt auch einen Fortschritt auf der Ebene der effizienten Software-Gestaltung, der Spielraum schafft für die Realisierung zusätzlicher Funktionen, selbst unter der Bedingung konstanter Hardware-Kapazitäten.

Das dritte Hauptkriterium, *Nutzungsautonomie*, verlangt, dass die Nutzerin oder der Nutzer selbstbestimmt mit dem Software-Produkt umgehen kann und daher unter anderem nicht ge-





drängt wird, mehr Hardware zu konsumieren, als für den intendierten Zweck notwendig ist. Dieses Kriterium wird eingeschätzt aufgrund der Transparenz des Software-Produkts und der verwendeten Datenformate, der Kontinuität des Software-Produkts (lange stabile Phasen ohne Sicherheitsprobleme, möglichst geringe Update-Frequenz), und schließlich auch der Deinstallierbarkeit und der Löschbarkeit der Daten. Letzteres beruht auf der Überlegung, dass es möglich sein sollte, die Nutzung eines Software-Produkts ohne bleibende Spuren einzustellen.

Software-Wirkungen höherer Ordnung

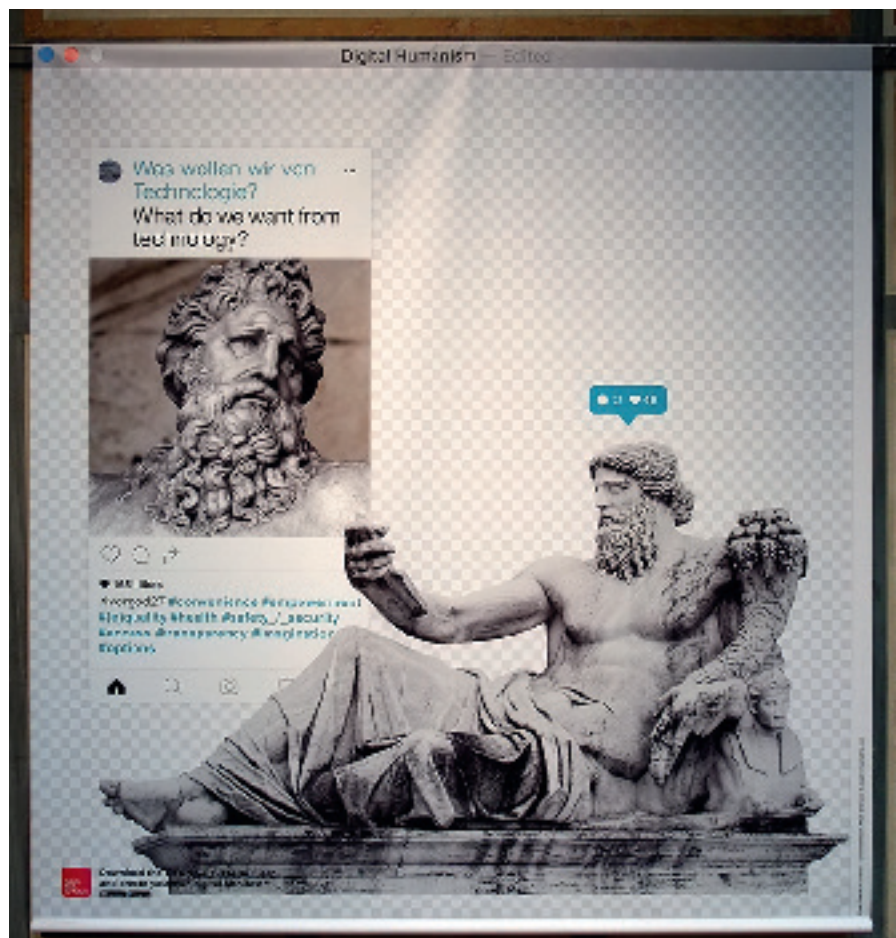
Wir benutzen Software, weil sie bestimmte Handlungen ermöglicht oder unterstützt. Die Wirkungen dieser Handlungen können einen wesentlich stärkeren (positiven oder negativen) Einfluss auf nachhaltige Entwicklung haben als alle energetischen und stofflichen Auswirkungen der Hardware, die für den Betrieb der Software beansprucht wird. Man spricht in diesem Zusammenhang von Effekten höherer Ordnung (Pohl et al. 2018). Nachdem wir uns in den ersten vier Abschnitten dieses Artikels ausschließlich mit Effekten erster Ordnung befasst haben, sollen hier nun die grundlegenden Mechanismen skizziert werden, mit denen die Auswirkungen *der von Software erbrachten Funktionen* (*enabling impacts*) auf Nachhaltigkeit charakterisiert werden können. Eines der hierfür vorgeschlagenen Modelle differenziert zwischen den folgenden drei Wirkungskategorien (Hilty & Aebischer 2015):

- **Prozessoptimierung:** Hierbei wird ein existierender Prozess durch verbesserten Datenfluss und Informationsverarbeitung näher an sein Optimum gebracht, wobei das Ziel z. B. ein minimaler Energiebedarf sein kann. Beispielsweise kann eine Raumheizung Energie sparen, wenn sie über die An- und Abwesenheit von Personen und deren Präferenzen informiert ist. Im Verkehr kann aktuelle Information über die Auslastung der Kapazitäten von Fahrzeugen und Infrastrukturen Fahrten einsparen.
- **Mediensubstitution:** Ein Trägermedium für Information wird durch ein anderes ersetzt; abhängig von der materiellen Beschaffenheit der Trägermedien und der Form der Nutzung kann dies unter Nachhaltigkeitsaspekten von Vorteil oder von Nachteil sein. Beispielsweise spart der Ersatz von bedrucktem Papier durch elektronische Dokumente nur dann Ressourcen, wenn die Endgeräte für mehrere Zwecke oder sehr lange genutzt werden. Videokonferenzen sind im Vergleich zu Flugreisen eindeutig nachhaltiger (Coroama et al. 2015; Warland et al. 2016).

- **Externalisierung von Kontrolle:** Wird ein Prozess durch Software gesteuert, so kann diese Kontrolle ortsunabhängig ausgeübt werden. Dadurch ist beispielsweise die Wartung von Maschinen oder die Überwachung und Steuerung von Prozessen auf Distanz möglich. Dieser Effekt hat ein erhebliches Potenzial zur Verringerung des Ressourcenbedarfs. Er bringt aber auch Risiken der Fremdbestimmung mit sich, auf die ich unten näher eingehen werde.

In allen drei Fällen ist zu bedenken, dass die Einsparung von Ressourcen durch Rebound-Effekte kompensiert werden kann: Wird eine Leistung billiger oder schneller zur Verfügung gestellt, regt dies die Nachfrage an, so dass die technisch ermöglichte Einsparung von Ressourcen teilweise oder vollständig kompensiert, im Extremfall auch überkompensiert wird (Hilty et al. 2006).

Unabhängig von Rebound-Effekten birgt aber die dritte Wirkungskategorie, Externalisierung von Kontrolle, auch spezifische Risiken, indem sie zu einer zunehmenden Fremdbestimmung von Gebrauchsgütern führt. Einer der Haupttrends der Digitalisierung besteht bekanntlich darin, dass mehr und mehr Dinge des Alltags (nicht nur IKT-Geräte) durch eingebettete Prozessoren *smart*, also durch Software gesteuert und häufig auch internetfähig werden. Dies betrifft z. B. Haushaltgeräte, Spielsachen, Einrichtungsgegenstände, Kleidung und Fahrzeuge. Dieser Trend wurde in seinen Anfängen vor 20 Jahren als *Pervasive Computing*, *Ubiquitous Computing* oder auch *Ambient Intelligence* bezeichnet, heute sind die Bezeichnungen *Internet der Dinge*,



Plakat in der Ausstellung *Hello, Robot*, Museum für angewandte Kunst Wien 2017 – Foto privat

Smart Everything oder *Cyber-Physical Systems* in Gebrauch. Die semantischen Abstufungen dieser Buzzwords sind irrelevant für den hier betrachteten zentralen Aspekt: Software gewinnt Kontrolle über materielle Vorgänge, was die Frage aufwirft, wer diese Kontrolle ausübt. Denn Software trifft Entscheidungen nach Regeln, die bei der Entwicklung der Software festgelegt wurden. Als Besitzer eines *smarten* Dings sollte mich interessieren, wer diese Regeln festlegt, ändern kann und in wessen Interesse dies geschieht.

Informationsasymmetrie, Qualitätsprobleme und Fremdbestimmung

Von Informationsasymmetrie spricht man, wenn die Information über ein Gut zwischen Anbieter- und Nachfragerseite ungleich verteilt ist. Eine solche Asymmetrie ist bei allen Informationsgütern gegeben, da ein vollständiger Einblick in ein auf dem Markt angebotenes Informationsgut dessen Erwerb überflüssig machen würde (Informationsparadox).

Bei Software ist die Informationsasymmetrie normalerweise besonders hoch, da die Anbietenden sehr viel mehr Information über das Produkt besitzen als die Nachfragenden. Selbst bei Offenlegung der Quellprogramme sind hoher Aufwand und spezielles Fachwissen erforderlich, um daraus Produkteigenschaften abzuleiten.

Software-Produkte fallen deshalb in die Kategorie der *Erfahrungsgüter* und der *Vertrauensgüter*: Die Nachfragenden haben praktisch keine Möglichkeit, sich im Voraus über die Qualität des Gutes zu informieren, sie können sich lediglich (wie z.B. auch bei der Dienstleistung eines Arztes) auf eigene oder fremde Erfahrung verlassen und müssen den Anbietenden in einem gewissen Ausmaß vertrauen. Für Anbieter von Gütern mit ausgeprägten Erfahrungs- und Vertrauenseigenschaften bieten sich generell sehr weitgehende Möglichkeiten zu strategischem Verhalten (Linde 2008).

Informationsasymmetrie hat primär den Effekt, dass auf dem jeweiligen Markt gute Qualität durch schlechte Qualität verdrängt wird. Es überrascht daher nicht, dass auf dem Software-Markt fehlerhafte und unsichere Produkte die Regel sind. Die meisten Nutzerinnen und Nutzer haben sich an diesen Zustand gewöhnt und ahnen nicht, welches Ausmaß an Unprofessionalität und Zynismus den Alltag der kommerziellen Software-Entwicklung beherrscht.

Dies zeigt sich in Fällen, in denen von Anbietern die Offenlegung des Quellcodes verlangt wird und dieser analysiert werden kann. Ein Beispiel ist das *E-Voting*-System, das die schweizeri-

sche Post zusammen mit der Software-Firma *ScytI* entwickelt hat. Experten, die das Produkt analysierten, stellten nicht nur eine Reihe schwerwiegender handwerklicher Mängel fest, sogar der schlimmste denkbare Mangel blieb nicht aus: Das *E-Voting*-System würde in seiner jetzigen Form die Manipulation der Ergebnisse erlauben. „Personen, die Zugang zum Server mit den Ergebnissen haben, um diese zu verifizieren, hätten bei diesem Prozess die Ergebnisse unbemerkt manipulieren können“ (Kolly 2019). Die Tatsache, dass der Hersteller auf dieses Problem bereits zwei Jahre zuvor aufmerksam gemacht wurde und es nicht behoben hat, spricht für sich. Gibt es einen direkteren Weg, eine funktionierende Demokratie zu beschädigen, als sie mit manipulierbarer Software zu versorgen?

Betrachten wir das Problem der Informationsasymmetrie bei Software-Produkten nun im Zusammenhang mit dem erwähnten Trend, dass die Kontrolle über einen wachsenden Teil unserer Alltagsgüter und Infrastrukturen externalisiert wird. Über die Qualitätsprobleme hinaus entsteht bei Software folglich das Problem, dass der Anbieter der Software Kontrolle über die davon abhängigen Güter ausüben kann auf eine Weise, die für deren Eigentümer nicht transparent ist.

Davon bildet die programmierte Obsoleszenz einen wichtigen, aber nicht den einzigen Spezialfall. In anderen Fällen wird Software genutzt, nicht gegebene Produkteigenschaften vorzutäuschen (wie dies bei Diesel-PKW und bei Kühlschränken der Fall war), Konkurrenzprodukte zu benachteiligen (was bei Druckerpatronen und anderen Ersatzteilen nachgewiesen wurde) oder Nachfrage nach eigenen Produkten zu schaffen. Generell schafft die Externalisierung von Kontrolle über materielles Eigentum günstige Voraussetzungen zur Schaffung von Märkten, in denen die Anbieter die Nachfrage selbst steuern können. Dass unter solchen Bedingungen nachhaltige Muster von Produktion und Konsum entstehen, erscheint wenig wahrscheinlich.

Von der informationellen zur materiellen Selbstbestimmung

Das Recht auf informationelle Selbstbestimmung wurde vom deutschen Verfassungsgericht aus dem allgemeinen Persönlichkeitsrecht heraus entwickelt, um den Einzelnen eine rechtliche Handhabe zu geben, über die Verwendung der persönlichen Daten zu bestimmen. Wie wir gesehen haben, schwächt die Digitalisierung aber nicht nur die Kontrolle über die eigenen Daten, sondern zunehmend auch die Kontrolle über materielles Eigentum.

Es stellt sich deshalb die Frage, ob nicht aus dem Eigentumsrecht ein „Recht auf materielle Selbstbestimmung“ abzuleiten wäre,

Lorenz Hilty

Lorenz Hilty ist seit 2010 Professor für Informatik und Nachhaltigkeit am Institut für Informatik der Universität Zürich. Zuvor leitete er die Abteilung *Technologie und Gesellschaft* der Eidgenössischen Materialforschungsanstalt in St. Gallen, Schweiz. 2013 initiierte er die internationale Konferenzreihe *ICT for Sustainability (ICT4S)*.

das den Eigentümern eines (Software-gesteuerten) materiellen Gutes bessere Möglichkeiten gibt, sich gegen die Untergrabung ihrer Verfügungsgewalt über dieses Gut zu schützen.

Ein denkbarer Ansatz hierfür wäre das in den USA für Autos geltende und für Elektronikprodukte derzeit geforderte „*Right to Repair*“ (Reichwein & Sydow 2018). Ein Recht auf Reparatur würde sich bei Produkten mit Software-Anteil auch auf die Software beziehen müssen, die folglich offengelegt werden müsste. Allein dieser Aspekt könnte sich heilsam auf die Kultur der Software-Entwicklung auswirken.

Fazit

Durch Fortschritte im Bereich der Software in Verbindung mit langlebiger, universeller Hardware könnte eine ressourcenschonende Form des Wirtschaftens realisiert werden. Die digitale Transformation führt bisher nicht in diese nachhaltige Richtung. Zentrale Gründe hierfür sind:

- Rebound-Effekte innerhalb und außerhalb des IKT-Sektors,
- Informationsasymmetrien im Software-Markt, die zu Qualitätsproblemen führen und außerdem geplante und induzierte Obsoleszenz begünstigen,
- das zunehmende Risiko eines Verlusts der Verfügungsgewalt über materielles Eigentum, das von Software abhängig ist.

Rebound-Effekte sind nur zu verhindern, wenn sich die Knappheit natürlicher Ressourcen (einschließlich der Entsorgungskapazitäten von Senken) in ihren Preisen widerspiegelt.

Die Undurchschaubarkeit von Software-Produkten kann dadurch gelindert werden, dass überprüfbare Kriterien für nachhaltige Software und entsprechende Kennzeichnungen eingeführt werden.

Gegen die zunehmende Fremdbestimmung von Gebrauchsgütern sollten wir alle durch ein „Recht auf materielle Selbstbestimmung“, analog dem Recht auf informationelle Selbstbestimmung, besser geschützt werden.

Referenzen

- Aebischer, Bernard, Hilty, L. M.: The Energy Demand of ICT: A Historical Perspective and Current Methodological Challenges. In: ICT Innovations for Sustainability. Springer, Cham 2015 71–103. <https://doi.org/10.5167/uzh-110003>
- Brüggemann, Salim: Geplante Obsoleszenz IT-basierter Geräte. Universität Zürich 2014 <https://www.merlin.uzh.ch/publication/show/10511>
- Coroama, Vlad C., Moberg, Å., Hilty, L. M.: Dematerialization through electronic media? In: ICT Innovations for Sustainability. Springer, Cham 2015, 405–421 <https://doi.org/10.5167/uzh-109996>
- DKRZ, 25 Jahre Deutsches Klimarechenzentrum. Hamburg 2013 <https://www.dkrz.de/kommunikation/pressemitteilungen/25-jahre-deutsches-klimarechenzentrum>
- Engelhardt, Sebastian von: Die ökonomischen Eigenschaften von Software. Jena 2006 <http://www2.wiwi.uni-jena.de/Papers/wp-sw1406.pdf>

Hilty, Lorenz M., Aebischer, B.: ICT for Sustainability: an Emerging Research Field. In: ICT Innovations for Sustainability. Springer, Cham 2015, 3–36 <https://doi.org/10.5167/uzh-110001>

Hilty, Lorenz M., Grundlagenforschung in der Informatik? Perspektiven der Informatik und ihre Erkenntnisziele. Vereinigung der Schweizerischen Hochschuldozierenden, 2017 3–10 <https://doi.org/10.5167/uzh-141516>

Hilty, Lorenz M., Internal Error: Systemdenken fehlt. Green IT im Kontext der Digitalisierung. Politische Ökologie, 155/2018, 33–38 https://files.ifi.uzh.ch/hilty/p/2018_Hilty_Internal-Error-Systemdenken-fehlt.pdf

Hilty, Lorenz M.; Köhler, Andreas; von Schéele, Fabian; Zah, Rainer; Ruddy, Thomas: Rebound Effects of Progress in Information Technology. International Journal of Technology Assessment and Ethics of Science, 1 (4) 2006, 19–38 <https://doi.org/10.1007/s10202-005-0011-2>

Hilty, Lorenz M.; Naumann, Stefan; Gröger, Jens et al. Kriterienkatalog für nachhaltige Software. Birkenfeld 2017 <http://green-software-engineering.de/kriterienkatalog>

Huisman, Jaco; Leroy, Pascal; Tertre, Francois; Ljunggren Söderman, Maria; Chancerel, Perrine; Cassard, Daniel; Løvik, Amund; Wäger, Patrick; Kushnir, Duncan; Rotter, Vera; Mähltz, Paul; Herreras, Lucia; Emmerich, Johanna; Hallberg, Anders; Habib, Hina; Wagner, Michelle; Downes, Sarah. Prospecting Secondary Raw Materials in the Urban Mine and mining wastes (ProSUM). Final Report. Brussels 2017 <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10451.89125>

Kern, Eva; Hilty, Lorenz M.; Guldner, Achim; Maksimov, Yuliy; Filler, Andreas; Gröger, Jens; Naumann, Stefan: Sustainable software products –Towards assessment criteria for resource and energy efficiency. Future Generation Computer Systems 86, 2018, 199–210 <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.02.044>

Linde, Frank: Ökonomie der Information. Göttingen 2008 <https://doi.org/10.17875/gup2008-212>

Pohl, Johanna; Hilty, Lorenz M., Finkbeiner, Martin: How LCA contributes to the environmental assessment of higher order effects of ICT application: A review of different approaches. Journal of Cleaner Production, Volume 219, 10 May 2019, 698–712 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.018>

Reichwein, Antonia; Sydow, Johanna: Wege aus der Reparaturkrise? Germanwatch. Berlin 2018 <https://germanwatch.org/de/15871>

Umweltbundesamt: Entwicklung und Anwendung von Bewertungsgrundlagen für ressourceneffiziente Software unter Berücksichtigung bestehender Methodik. Berlin, 2018 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-12-12_texte_105-2018_ressourceneffiziente-software_0.pdf

Warland, Linde; Hilty, L.; Küng, J.; Reinhard, J.: Factsheet: Dienstreisen. Universität Zürich 2016 <https://www.sustainability.uzh.ch/de/Factsheets-und-Empfehlungen/Factsheets>



Diesen Beitrag haben wir übernommen aus:
Die Ökologie der digitalen Gesellschaft. Jahrbuch Ökologie 2019/2020, Hirzel, Stuttgart 2019, und etwas gekürzt.

Wir danken dem Verlag für die Genehmigung zum Nachdruck.



Hat Software eine Umweltwirkung?

Software kann man nicht anfassen, wie kann sie dann die Umwelt belasten? Und wenn, wie können diese Belastungen ermittelt werden? Die Beschäftigung mit diesen Fragen ist längst überfällig. Das Umweltbundesamt hat zusammen mit einigen, wenigen Forschungseinrichtungen erkannt, dass Software eine entscheidende Rolle bei der Gestaltung einer umweltverträglichen Digitalisierung spielt. In diesem Jahr wurde das weltweit erste Umweltzeichen für Software veröffentlicht. Besonders umweltfreundliche Software kann ab jetzt mit dem Umweltzeichen Blauer Engel ausgezeichnet werden.

Schwerpunkt



Nicht immer stirbt Technik einen natürlichen Tod

Es ist eines der Ärgernisse, an die sich VerbraucherInnen hoffentlich nie gewöhnen werden, und die sie auch nicht akzeptieren wollen: Ein Gerät, das viel Geld gekostet hat, lässt sich nicht mehr nutzen, weil das notwendige Sicherheits-Update nicht zur Verfügung steht, die neue Anwendungs-Software leistungsstärkere Komponenten braucht oder die Schnittstelle zu anderen Geräten nicht kompatibel ist. Und so weiter ... In all diesen Fällen haben VerbraucherInnen und die IT-Verantwortlichen in Unternehmen und Behörden keine andere Möglichkeit, als die funktionstüchtigen Geräte durch neue zu ersetzen. Spätestens jetzt dürfte jedem klar sein, welchen Einfluss die Software auf die Nutzungsdauer der Technik hat und somit auf die Energie- und Rohstoffverschwendung.

Die Produkte der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) und auch die der Unterhaltungstechnik sollten möglichst lange genutzt werden, denn die größte Umweltbelastung entsteht in der Herstellung dieser Produkte. Immer noch hält sich hartnäckig das Gerücht, dass es für den Klimaschutz gut wäre, wenn die vorhandene Technik durch energieeffizientere ausgetauscht wird. Bei den oben genannten Produkten stimmt diese Aussage nicht, denn in der Herstellung entstehen wesentlich mehr CO₂-Emissionen als in der Nutzung. Nun könnte man vorbringen, dass kurze Austauschzyklen nicht so schlimm seien, denn die Umweltbelastung lasse sich durch ein hochwertiges Recycling senken. In der Praxis existieren jedoch nicht für alle Metalle Recycling-Verfahren und somit gehen wertvolle Rohstoffe unwiederbringlich verloren. Sie werden entweder in andere ökonomisch rentablere Metalle eingeschmolzen oder landen als Schlacke auf den Müll. Große Mengen Elektroschrott werden deponiert.

Schlecht programmierte Software belastet die Umwelt

Hardware und Software müssen als eine Einheit verstanden werden, die Hardware wird erst durch die Software zum Leben erweckt. Die Software ist die eigentliche Königin in dieser elekt-

ronischen Welt. Sie steuert die Hardware und sie speichert die Informationen als elektronische Daten. Es liegt somit auf der Hand, dass nur solche Maßnahmen eine hohe und positive Wirkung auf die Umwelt erzielen, die sowohl die Hardware als auch die Software berücksichtigen.

Bisher ist der Fokus der Regulierung, Forschung und Herstelleraktivitäten ausschließlich auf die Hardware gerichtet. Umweltkennzeichnungen, freiwillige Selbstverpflichtungen und gesetzliche Mindestanforderungen haben alle die energiesparende und teilweise ressourcenschonende Hardware als Ziel. Hierbei hat sich die Ökodesign-Richtlinie der EU¹ als ein sehr wirkungsvolles Instrument herausgestellt. Mit ihr werden Anforderungen an das Produktdesign von einigen energieverbrauchsrelevanten Produkten festgelegt, die auf dem europäischen Markt zum Verkauf angeboten werden. Durch die ambitionierten Mindestanforderungen auf Grundlage der Ökodesign-Richtlinie wurde die Energieeffizienz beispielsweise von Notebooks, Computern und Fernsehern in den letzten Jahren deutlich verbessert.

Eine ähnliche Erfolgsstory kann über Software nicht geschrieben werden. Ohne Frage, es gibt Software, die schlank programmiert und bei der eine lange Nutzungsdauer der Produkte im Konzept verankert ist. Das trifft aber bei Weitem nicht auf alle Software-Produkte zu. Zu den negativen Beispielen zählt Software, für die die Energieverwaltung des Computers deaktiviert werden muss, damit keine Daten verloren gehen. Software, die nach Updates so aufgebläht ist, dass sie nur noch sehr langsam auf Befehle reagiert oder häufig abstürzt. Software, die mehr Energie verbraucht als eigentlich notwendig wäre. Die Liste von schlechten Eigenschaften ist sehr lang, sie aufzuführen würde den Rahmen dieses Artikels sprengen und schlechte Laune bereiten. Beides ist nicht im Sinne der Autorin.

Halten wir fest: Es gibt Software-Eigenschaften, die die Umweltbelastungen reduzieren. Das Design der Software-Architektur bestimmt, wie viel an Hardware und elektrischer Energie notwendig ist. Software kann sparsam oder verschwenderisch mit den Hardware-Ressourcen umgehen. Je nachdem, wie intelli-



Marina Köhn

Marina Köhn ist Informatikerin und seit 1992 im Umweltbundesamt tätig. Ihre Arbeitsschwerpunkte bilden umweltbezogene Systemvergleiche insbesondere im Aktionsfeld Informations- und Kommunikationstechnik. Aus dieser Arbeit heraus konnten Kenntnisse über Umweltwirkungen von Rechenzentren, Produkten der IKT und Software gewonnen werden, die es ermöglichen, Handlungsalternativen für die Umweltpolitik auf nationaler und europäischer Ebene aufzuzeigen.

gent sie programmiert wird, benötigt sie beispielsweise weniger oder mehr Prozessorleistung und Speicherplatz. In Abbildung 1 sind die verschiedenen Wirkungen dargestellt, die Software direkt auf die Hardware und indirekt auf die Umwelt ausübt.

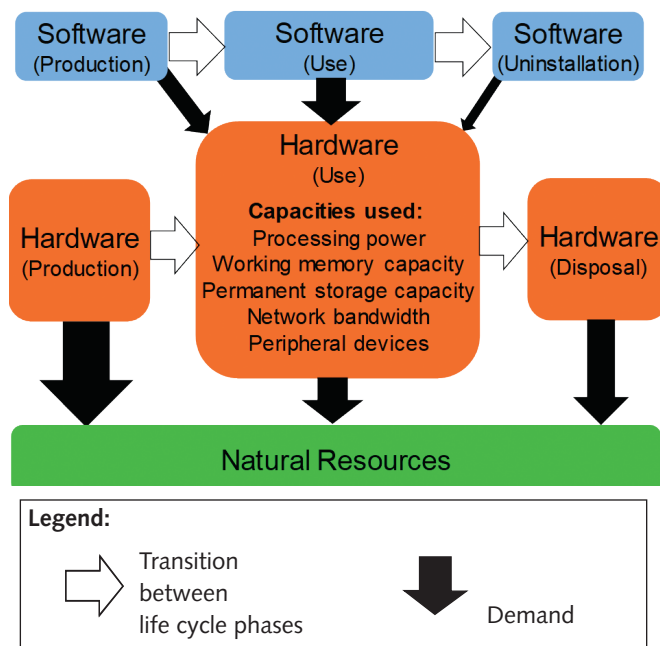


Abbildung 1: Wirkungsmodell der Software auf die Umwelt (Quelle: ETH Zürich)

Der Weg war steinig und schwer: Auf der Suche nach wirkungsvollen Umweltkriterien

Es stellt sich die Frage, warum Software bisher *unter dem Radar* geflogen ist. Warum gibt es so wenig Forschung und Regulierung zu diesem Thema? Hierfür gibt es mindestens zwei entscheidende Gründe.

Der Einfluss der Software auf die Nutzungsdauer von Computern besteht so lange wie Personal Computer existieren. Bis vor einigen Jahren beschränkte sich der unglückliche Umstand, dass das Betriebssystem bestimmt, wann die Hardware erneuert werden muss, lediglich auf die typischen IT-Produkte. Inzwischen sind auch Produktgruppen betroffen, die nicht nur dem IKT-Bereich zugeordnet werden können. So kündigt der Hersteller eines hochwertigen Soundsystems das Ende des Supports an oder das Smartphone wird nach dem Software-Update so langsam, dass es nicht mehr zu gebrauchen ist. Die Wahrnehmung der VerbraucherInnen hat sich verändert, auch weil die Nutzungsdauer von einigen Produkten rapide abgenommen hat, wie bei Smartphones.

Des Weiteren ist es für Software um Längen schwieriger als für Hardware, den Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung zu erkennen und überprüfbare Mindestanforderungen zu stellen. Das liegt an der Vielzahl von unterschiedlichen Software-Produkten und Einsatzbereichen von Software. Es gibt Betriebssysteme, Plattformen wie Java oder .NET, Anwendungs-Software und verteilte Anwendungs-Software über Rechnergrenzen hinaus, Software für mobile Endgeräte, Software zur Datensicherung und Virenprüfung und vieles mehr. In einem Forschungsprojekt² hat das Umweltbundesamt zusammen mit dem Öko-Institut, dem Umwelt-Campus Birkenfeld der Uni Trier und der Universität Zürich zunächst eine Klassifizierung der diversen Software-Produkte vorgenommen, siehe Abbildung 2.

Anhand der Klassifizierung und eines detaillierten Wirkungsmodells, das darstellt, wie sich Hard- und Software gegenseitig beeinflussen, konnte ein Kriterienkatalog für nachhaltige Software³ entwickelt werden. In ihm sind insgesamt 76 Einzelkriterien aufgeführt, die in drei Themenbereichen zusammengefasst sind: Ressourceneffizienz, Einfluss auf die Dauer der Hardware-Nutzung und Nutzungsautonomie. Jedes Kriterium ist durch einen oder mehrere Indikatoren bewertbar. Auf der Basis des

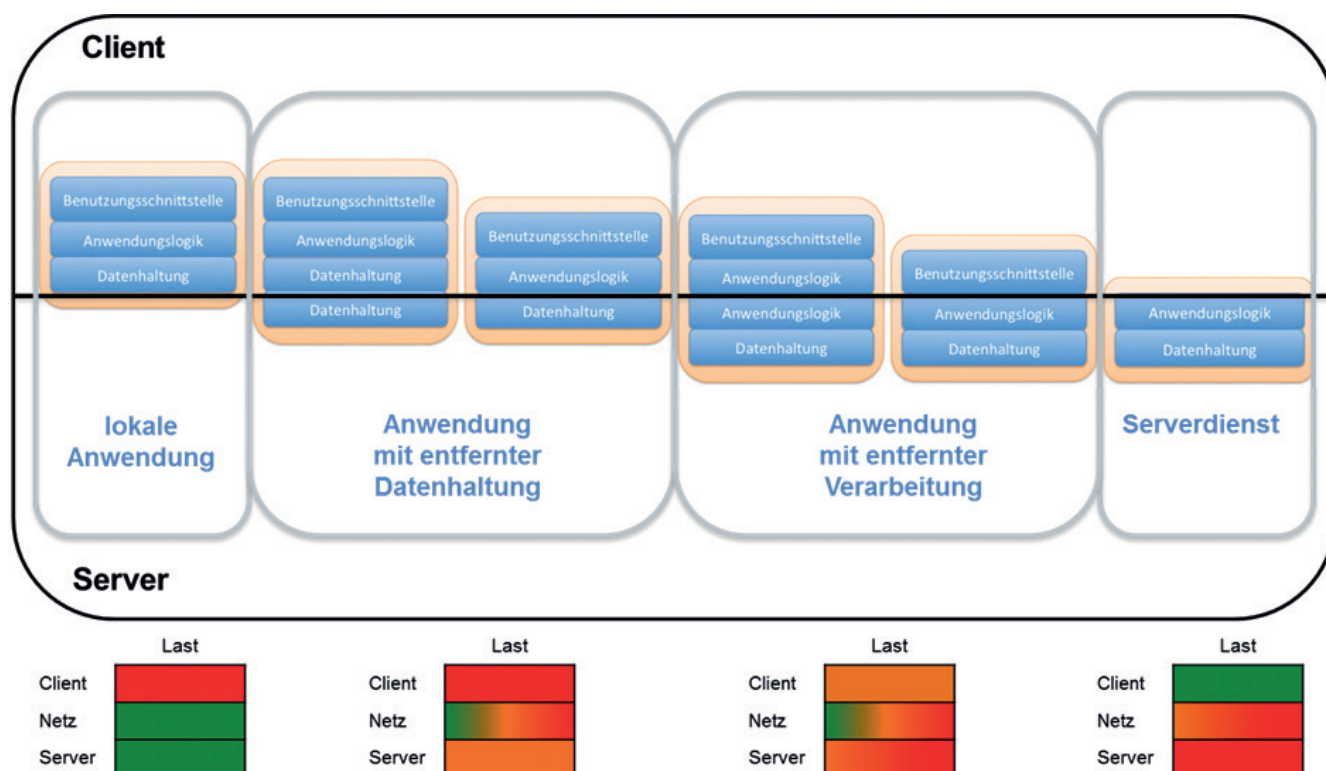


Abbildung 2: Klassifikation von Anwendungs-Software

Kriterienkatalogs und unter Einbeziehung von ExpertInnen und PraktikerInnen ist der Blaue Engel für Software entstanden.

Übrigens ...

Der Blaue Engel ist ein freiwilliges Instrument. Er kann seine positive Wirkung auf die Umwelt nur erzielen, wenn ausreichend viele Unternehmen ihre Produkte zertifizieren lassen. Die Unternehmen sind besonders dann motiviert, den Zertifizierungsprozess zu durchlaufen, wenn sich dadurch ein Wettbewerbsvorteil ergibt und wenn insbesondere bei der Ausschreibung von Software für die öffentliche Verwaltung verlangt wird, dass die Kriterien des Blauen Engels eingehalten werden.⁵

Beschafferinnen und Beschaffer haben es in der Hand, dass sich Software mit dem Blauen Engel erfolgreich im Markt platzieren kann.

Anmerkungen

- 1 Weitere Informationen Ökodesign-Richtlinie (ErP-Richtlinie) und zu den Durchführungsbestimmungen (Verordnungen) finden Sie unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/oekodesign/oekodesign-richtlinie>
- 2 UBA 2018: Abschlussbericht: Entwicklung und Anwendung von Bewertungsgrundlagen für ressourceneffiziente Software unter Berücksichtigung bestehender Methodik; www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-12-12_texte_105-2018_ressourceneffiziente-software_0.pdf
- 3 Kriterienkatalog im Anhang 1 des Abschlussberichts, siehe Endnote 2
- 4 www.blauer-engel.de/de/produktwelt/elektrogeraete/ressourcen-und-energieeffiziente-softwareprodukte
- 5 <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/leitfaden-zur-umweltfreundlichen-oeffentlichen-21>



Das erste Umweltzeichen für Software-Produkte

Das übergreifende Ziel des neuen *Blauen Engels für ressourcen- und energieeffiziente Software-Produkte*⁴ ist es, den Energieverbrauch zu reduzieren und die Nutzungsdauer der IKT insgesamt zu erhöhen. Mit dem Umweltzeichen für Software wird ein erster Schritt gemacht, Mindestanforderungen an Software zu stellen und den Energieverbrauch und die Hardware-Inanspruchnahme zu messen.

Mit der ersten Version des Umweltzeichens liegen Anforderungen für lokale Anwendungs-Software vor, also für Software, deren Rechen- und Speicherleistung auf dem lokalen Computer stattfinden. Die Beschränkung auf Anwendungs-Software war notwendig, denn der Stand unserer Forschung reicht bisher nicht aus, um Anforderungen für weitere Software-Bereiche zu stellen. Unser Anspruch ist es, nur überprüfbare und ambitionierte Kriterien für den Blauen Engel zu empfehlen.

Der Geltungsbereich des bestehenden Blauen Engels soll möglichst bald um Client-Server-Anwendungen und Applikationen für Smartphones/Tablets erweitert werden. Bei diesen Produktgruppen wird die Rechen- und Speicherleistung auf entfernten Servern und Speicherprodukten in Rechenzentren erbracht. Hierfür ist weitere Forschung notwendig, denn die Herausforderung besteht darin, die Umweltbelastung in der verteilten digitalen Infrastruktur (Rechenzentrum und Netze) zu ermitteln und eine Methode zu deren Bewertung zu entwickeln.

Eva Kern

Aufmerksamkeit schaffen für Immaterielles

Zusammenhang zwischen Software-Produkten und nachhaltiger Entwicklung

Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) in unserem täglichen Leben? Begleitet uns nahezu immer und überall! „Digitalisierung“, „Internet der Dinge“, „immer online“, „Digital Natives“, „Big Data“ sind Stichworte, die die Innovationen der letzten Jahre beschreiben. Insgesamt ist die IKT aus der heutigen (westlichen) Gesellschaft kaum mehr wegzudenken. Diese Entwicklungen erfordern jedoch viel Energie. Auch wenn die Geräte selbst immer energieeffizienter werden, steigt der durch den Einsatz von IKT-Produkten verursachte Gesamtenergieverbrauch weltweit an. Da dieser enorme Energiebedarf vielen jedoch nicht bewusst ist, braucht es Konzepte, um die Wissenslücke zu schließen.

Umweltwirkungen immaterieller Produkte

Dass Hardware-Produkte Energie und Ressourcen verbrauchen und das Auswirkungen auf die Umwelt hat, ist weitestgehend bekannt und, wenn nicht, dann leicht(er) nachvollziehbar als sich Wirkungen von „unsichtbaren“ Produkten vorzustellen: Die Idee, Software bei der Untersuchung der Beeinflussung der Umwelt durch IKT einzubeziehen, scheint dennoch vernünftig: Erst Software bringt Hardware dazu, Ressourcen zu verbrauchen. In welcher Höhe der Verbrauch der Endgeräte, Netzwerke und Rechenzentren liegt, ist u. a. abhängig von den jeweiligen Software-Eigenschaften. So wie die Hardware Software braucht, um das Ausführen von Aufgaben zu ermögli-



Abbildung 1: Software-Messlabor am Umwelt-Campus Birkenfeld, Institut für Softwaresysteme, eigenes Foto

chen, benötigt die immaterielle Software die materielle Hardware, um existieren zu können.

Das Thema so genannter *grüner* bzw. *nachhaltiger Software* ist in den letzten Jahren zunehmend in den Fokus der Forschung gerückt. Nach wie vor sind viele Fragen einer umweltfreundlichen bzw. nachhaltigen Software-Entwicklung noch ungeklärt. Forschungsergebnisse zeigen jedoch: Wird auf verschiedenen Software-Produkten mit gleicher Funktionalität das gleiche Nutzungsszenario durchgeführt, führt es zu unterschiedlichen Verläufen der resultierenden Energieverbräuche. Es macht deutlich, dass Software-Lösungen einen Unterschied in der Energieeffizienz vorweisen und die darunter liegende Hardware verschieden stark beanspruchen. Je nach Ressourcenheiter der Software-Produkte kann das im schlimmsten Fall dazu führen, dass vermeintlich veraltete Hardware ausgemustert und durch neue, ggf. schnellere Hardware ersetzt wird. In diesem Fall sprechen wir von Software-Obsoleszenz, die im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung möglichst verhindert werden sollte.

Dieses Thema ist insbesondere auch wichtig, um die weltweiten Mengen an Elektroschrott zu reduzieren: So informiert der AK Rohstoffe von PowerShift e.V., gemeinsam mit NABU und anderen NGOs, in seiner kürzlich erschienenen Broschüre, dass die Pro-Kopf-Menge von Elektroschrott in Deutschland bei 22,8 kg liegt, für die EU bei 16,6 kg und global bei 6,1 kg. Global betrachtet mündet allein dieser Aspekt, neben den Klimafolgen, in Menschenrechtsverletzungen und Entwicklungsproblemen.

Gleiche Funktionalität, unterschiedliche Produkte, verschiedene Energieverläufe

Dass sich die Energieverbräuche von verschiedenen Software-Produkten, die ein gleiches Nutzungsszenario durchführen, unterscheiden, zeigten Messungen verschiedener Fallbeispiele. Um den Energieverbrauch von Software zu messen, ließen wir unterschiedliche Software-Produkte die gleichen Aufgaben ausführen und erfassten das Verhalten des zu testenden Systems (*System Under Test*, kurz *SUT*) auf der Hardware-Ebene in ei-

ner standardisierten Testumgebung: Dazu wird das zu untersuchende Software-Produkt, je nach Produkt, auf einem Desktop-Computer oder einem Server (SUT) installiert. Ein Lastgenerator führt dann die im Nutzungsszenario definierten Aufgaben aus. Die Versorgung des Systems, auf dem das Software-Produkt installiert wird, wird durch einen Leistungsmesser erfasst. Das SUT selbst sammelt die Daten über die Nutzung seiner Hardware-Kapazitäten. Alle Daten werden in einem zentralen Datenspeicher aggregiert und dann analysiert.

Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, zeichnen wir mehrere Messungen auf: für die Basislinie den Verbrauch des Betriebssystems, den Verbrauch des Betriebssystems plus des Software-Produkts im Leerlauf und ein Standardnutzungsszenario. Dieses muss für jede Software-Produktgruppe (bspw. Textverarbeitung oder Content-Management-System) so konzipiert werden, dass es auf verschiedenen Software-Produkten gleiche Aufgaben ausführen kann. In den Ergebnissen zeigt sich, dass unterschiedliche Energieverbräuche vorliegen.

Ziel der Messungen war und ist, festzustellen, ob es Unterschiede in den Verbräuchen gibt. Diese Vermutung konnte bestätigt werden. Generelle vergleichende Aussagen, welche Software-Produkte per se *umweltfreundlicher* sind, lassen sich (noch) nicht treffen. Auch die Ursache für die resultierenden Unterschiede in den Messergebnissen bedarf weiterer Untersuchungen.

Wissen & Anwendung: (bisher) Fehlanzeige

Studien zeigen, dass sich Viele des Zusammenhangs zwischen Digitalisierung im Allgemeinen und Umwelt kaum bewusst sind. Im Fall von Software sind das Bewusstsein und das Wissen sogar noch schlechter als in Hardware-Kontexten. Die Durchsicht der vorhandenen Forschung in diesem Zusammenhang führte zu der Schlussfolgerung, dass zwar ein grundsätzliches Wissen über Green IT bei den befragten ProgrammierInnen, Studierenden, PraktikerInnen, EinkäuferInnen, LieferantInnen und ManagerInnen gegeben ist. Doch selbst wenn sie über eine ge-

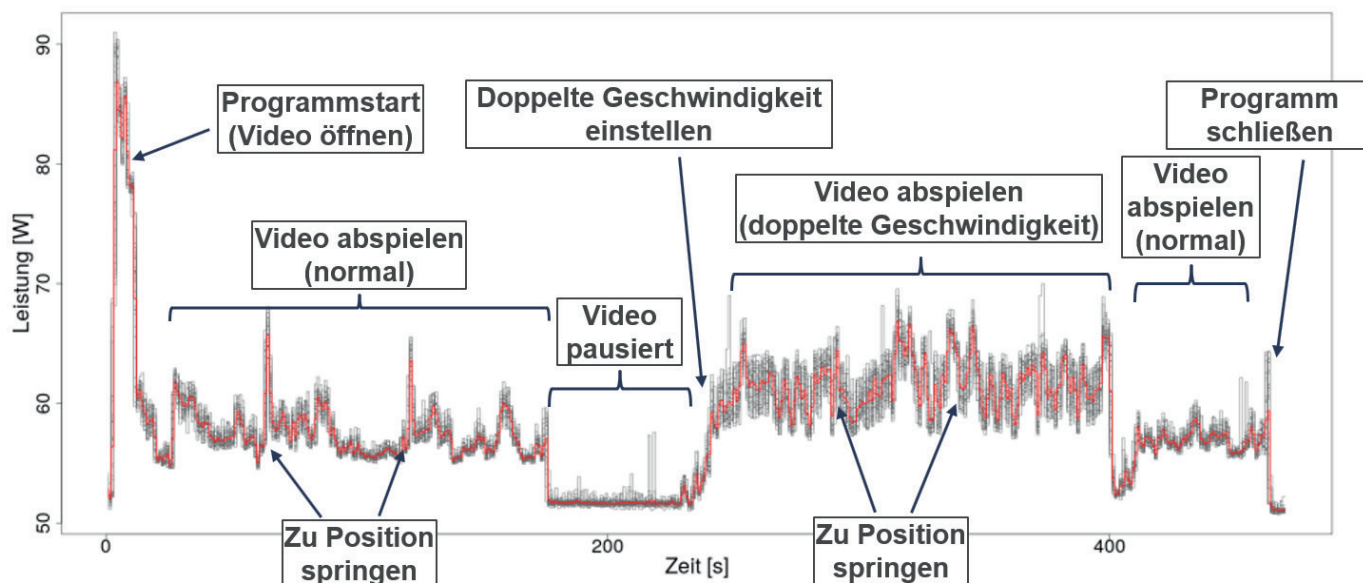


Abb. 2: Exemplarischer Energiebedarf Mediaplayer bei Anwendung des Nutzungsszenarios (eigene Abbildung)



wisse Kenntnis verfügen, wissen sie nicht, wie sie dies in ihre tägliche Routine integrieren können. Bei Software-NutzerInnen zeigt sich ein ähnliches Bild: Auch wenn viele Umweltzeichen grundsätzlich bekannt sind, wird der Bezug zu Software-Produkten oft nicht gesehen. Danach gefragt, geben NutzerInnen aber an, dass sie eine Umweltkennzeichnung von Software beim Auswahlprozess einbeziehen würden. Insbesondere dann, wenn eine Produktauswahl verschiedener Anbieter gleicher Funktionalität der Produkte besteht.

Bewusstsein schaffen: Informationen bereitstellen

Ein Ziel unserer Forschungsaktivitäten ist es daher, Wissen über die Auswirkungen von IKT, im Speziellen von Software, auf die Umwelt und eine nachhaltige Entwicklung bei den unterschiedlichen AkteurlInnen im Software-Bereich zu schaffen. Wenn Informationen vorhanden sind und so ein breiteres Wissen existieren kann, kann es im nächsten Schritt auch in den jeweiligen Kontexten umgesetzt werden. Ideen dazu, wie die Wissensverbreitung aussehen kann und für welche Zielgruppen welcher Weg sinnvoll erscheint, stellen wir im Folgenden vor. Übergeordnetes Ziel: Transparenz, Interesse und Verständnis für das Thema fördern.

Transfer der Forschungsergebnisse in die Gesellschaft unterstützen

Schon seit vielen Jahrzehnten bieten Umweltzeichen eine Orientierung bei der Auswahl von nachhaltigen Produkten. Bereits seit 1978 zeichnet der Blaue Engel besonders umweltschonende Produkte und Dienstleistungen aus. Ein Umweltzeichen für Software-Produkte, dem standardisierten Kriterien zugrunde liegen, gab es bisher nicht. Das änderte sich Anfang des Jahres mit Einführung des *Blauen Engel für ressourcen- und energieeffiziente Software-Produkte*. Näheres zu diesem Label und den zugrunde liegenden Kriterien findet sich im Artikel von Marina Köhn in diesem Heft. Die Vergabekriterien für den Blauen Engel basie-

ren auf einem Kriterienkatalog für nachhaltige Software-Produkte: <http://green-software-engineering.de/kriterienkatalog>. Der Blaue Engel zeichnet Produkte aus, deren Hersteller Informationen über die Energie- und Ressourceneffizienz bereitstellen, also eine Transparenz fördern.

Mit dem Konsumentenlabel kann es gelingen, die Ergebnisse der Forschungsprojekte zu Umweltwirkungen von Software in die breite Gesellschaft zu tragen. Der Blaue Engel ist ein erster Schritt der Wissensverbreitung. Generell kann es gelingen, über den Austausch von Wissen aus Forschung und Praxis die Lücke zwischen Wissenschaft und Gesellschaft bzw. industrieller Praxis zu schließen, was die Informationen über nachhaltige Software betrifft. Trotzdem gilt es weiterhin offene Forschungsfragen zu bearbeiten.

Umweltzeichen können Informationen bereitstellen. Noch wichtiger scheint es, das dem Zeichen zugrunde liegende Wissen zu verbreiten und dabei stets kritisch zu reflektieren und weiter zu entwickeln, um insbesondere auch die Grenzen von Kennzeichnungen im Blick zu behalten. Das heißt, sich nicht blind auf eine Auszeichnung zu verlassen.

Blauer Engel als Entscheidungshilfe – auch in großem Umfang

Mit dem Blauen Engel werden u. a. die individuellen Software-NutzerInnen angesprochen, die vor der Auswahl von geeigneten Software-Produkten stehen. Eine weitere Gruppe, die bei der Verbreitung und Etablierung der Kriterien für energie- und ressourceneffiziente Software-Produkte hilfreich sein könnte, besteht aus öffentlichen Verwaltungen und professionellen EinkäuferInnen. Hier liegt die Beschaffung in der Verantwortung einer überschaubaren Anzahl von Personen, die für den Einkauf großer Mengen von Software-Produkten zuständig sind. Sie haben daher potenziell einen erheblichen Einfluss auf die resultierenden Umweltauswirkungen dieser Produkte während ihres

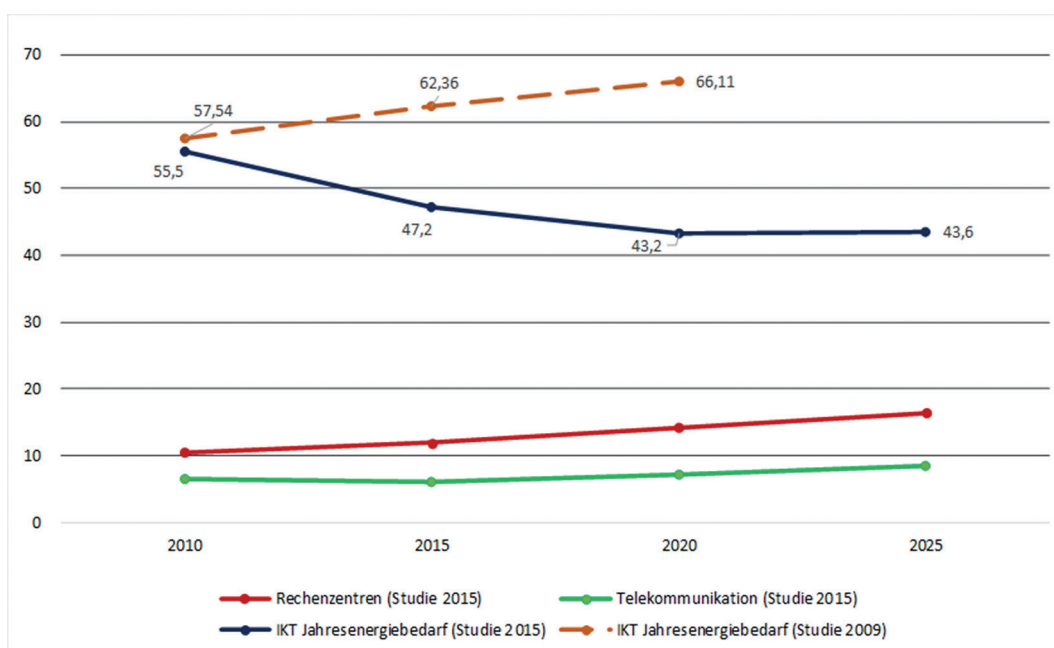


Abbildung 3: Stromverbrauch durch Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) in Deutschland (Datenquellen: Fraunhofer IZM/ISI (2009), Fraunhofer IZM / Borderstep Institut (2015))



Einsatzes in Unternehmen und Organisationen. Häufig folgen sie dabei Beschaffungsrichtlinien. Die vorgeschlagenen Nachhaltigkeitskriterien für Software-Produkte sollten Eingang in die Beschaffungsrichtlinien finden. Auf diese Weise können die stärker regulierten Beschaffungsprozesse ein Beispiel und Vorbild für private Beschaffungsprozesse sein. Während die Richtlinien in größere Beschaffungskontexte integriert werden, können sie optimiert und so für den privaten Markt gestaltet werden. Gleichzeitig würden eine höhere Nachfrage nach einem Umweltzeichen für Software und eine Nachfrage für umweltfreundlichere Software-Produkte geschaffen werden.

Dass Regularien den Energieverbrauch positiv beeinflussen können, zeigt u.a. die Einführung der *Europäischen Ökodesign-Richtlinie* sowie das *Europäische Energielabel* – beide beziehen sich jedoch bisher nur auf Hardware-Produkte. Auch steigende *Green-IT*-Maßnahmen scheinen eine Wirkung zu haben, betrachtet man die Entwicklung und Prognosen des Jahresenergiebedarfs der IKT in Studien von 2009 und 2015. Für die kommenden Jahre ist jedoch von einem erneuten Anstieg des Bedarfs auszugehen. Insbesondere für Rechenzentren und Telekommunikation steigen die Verbräuche, beispielsweise durch die wachsende Nutzung mobiler Geräte.

Verantwortung der Unternehmen

Nicht nur Unternehmen und Organisationen, die Software-Produkte beschaffen, sind aufgefordert, die Auswirkungen der Software-Nutzung in ihre Produktentscheidungen einzubeziehen. Der Blaue Engel soll vor allem auch in Software-Unternehmen selbst eine Debatte über umweltverträgliche Software auslösen. Ziel ist es, dass die vorgeschlagenen Kriterien in der Entwicklung berücksichtigt werden und Software-Produkte so entwickelt werden, dass sie die Vergaberichtlinien des Umweltzeichens erfüllen können.

Gemeinsam mit EntwicklerInnen und WissenschaftlerInnen sollten zudem Leitlinien für Software-Entwicklung geschaffen und kontinuierlich weiterentwickelt werden. Kontinuierliche Überprüfung des Energieverbrauchs eines Software-Produktes bzw. einzelner Quellcode-Segmente schon während des Entwicklungsprozesses ist ein Ansatz, um die Relevanz der Kenntnisse

über resultierende Ressourcenverbräuche weiter zu betonen und sichtbar zu machen. Dafür wurden bereits erste Ideen und Konzepte entwickelt, um beispielsweise die Energiemessungen über Methoden der *Continuous Integration* in den Software-Entwicklungsprozess einzubeziehen. So können durch zunehmendes Erfahrungswissen langfristig Empfehlungen zur Verbesserung von Software-Produkten entwickelt werden.

Ideen des Labels als Grundlage für Bildungskonzepte

Um die Auswirkungen der Software-Entwicklung und -Nutzung nicht nur in Entwicklungs- und Beschaffungsprozessen zu thematisieren, sondern ein allgemeineres Wissen über diese Thematik zu haben, sollten die Informationen zudem in Lehrkonzepte unterschiedlicher Bereiche einfließen. Hier sind sowohl informelle als auch institutionelle Bildung gefragt.

Weiterbildungen für NutzerInnen

Zur weiteren Ansprache der Gruppe der NutzerInnen, über den Entscheidungsprozess für (neue) Produkte hinaus, sollte mit Umweltverbänden zusammengearbeitet werden, die die ExpertInnen für die Information der VerbraucherInnen über Umweltfragen sind. Befragungen von NutzerInnen aus den vergangenen Jahren zeigen, dass es an Wissen über die Umweltauswirkungen von Software mangelt. Im Hinblick auf Informationsaktivitäten zu Umweltthemen sind insbesondere Umweltverbände aktiv und für die Gesellschaft eine Informationsquelle, die das Vertrauen der Verbraucher genießt. Die Umweltverbände sind daher aufgefordert, über Umweltfragen von Software zu informieren. Sie sind sehr erfahren darin, komplexe Themen verständlich in die Gesellschaft zu bringen. Um einen entsprechenden Informations- und Bildungsprozess in Gang zu setzen, bedarf es hier adäquater Lehrmaterialien. Besonderes Interesse könnte der Erklärung der Konsequenzen des Nutzungsverhaltens bei der Nutzung von IKT-Geräten gelten. Ziel ist es, Potenziale aufzuzeigen, wie IKT-Geräte und darauf laufende Software umweltschonender genutzt werden können. Dies könnte mit kleinen Schritten wie dem Ausschalten der Hintergrundaktivitäten von Software beginnen.



Eva Kern

Eva Kern studierte Medieninformatik an der Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, bevor sie für ihr Promotionsstudium an die Fakultät Nachhaltigkeit der Leuphana Universität Lüneburg wechselte. Ihre Doktorarbeit schrieb sie über Umweltwirkungen von Software. Als Post Doc entwickelte sie am Umwelt-Campus im Auftrag des Umweltbundesamts die Umweltkennzeichnung *Blauer Engel für Energie- und Ressourceneffiziente Softwareprodukte* mit, die Anfang 2020 veröffentlicht wurde. Heute arbeitet sie als *Eine Welt-Promotorin* mit dem Schwerpunkten Klima + Flucht und Junges Engagement bei *JANUN Lüneburg e. V.* Daneben lehrt sie seit mehreren Jahren im Bereich Projektmanagement und transdisziplinäre Projekte und beschäftigt sich immer wieder in unterschiedlichen Zusammenhängen mit dem Themenfeld *Digitalisierung & Nachhaltigkeit*.



Die grundlegenden Überlegungen hinter den Vergabekriterien für den Blauen Engel für Software-Produkte sowie der umfangreichere Kriterienkatalog für nachhaltige Software-Produkte, auf dem die Vergabekriterien basieren, können als Ausgangspunkt für Lehrkonzepte in der Informatik-Ausbildung dienen. Software-EntwicklerInnen als diejenigen, die die sich ändernden Anforderungen in der Software-Entwicklung voranbringen und umsetzen, sollten sich mit Umweltwirkungen von Software-Produkten auseinandersetzen. Wird der Aspekt bereits in der Ausbildung thematisiert, kann er in den Alltag der Software-Entwicklung einfließen.

Studierende sollen dazu befähigt werden, umweltverträgliche und ressourceneffiziente Software zu gestalten und insgesamt zu verstehen, welche Umwelt- und Nachhaltigkeitseffekte Software hat und welche Wechselwirkungen es gibt. Ein weiteres Ziel ist die Verankerung des Lehrplans und der Module in vorhandene Studiengänge der Informatik.

Teil der Schulbildung

Durch die zunehmende Bedeutung digitaler Lösungen ist Informatik ein wichtiger Teil der Schulausbildung. Schon frühzeitig sollte bei SchülerInnen ein Grundverständnis für diese Technologien geschaffen werden, die ihnen in ihrem Alltag begegnen, um insbesondere auch eine entsprechende Medienkompetenz zu ermöglichen. Zum Informatik-Verständnis gehört auch die Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der Digitalisierung: auf die Gesellschaft und auf die Umwelt. Die Informatik-Ausbildung sollte daher schon an der Schule auf den Zusammenhang der Digitalisierung und einem Leitbild nachhaltiger Entwicklung eingehen. Darin sind auch Entwicklungsfragen und das Thema Menschenrechte auf internationaler Ebene einzubeziehen, um eine persönliche Mitverantwortung für Mensch und Umwelt bewusst zu machen.

Ansätze für die Forschung: offene Fragestellungen

Wie bereits angesprochen, sind einige Fragen noch offen, um umweltverträgliche Software-Produkte voranzutreiben: Es fehlen bisher Leitlinien und Werkzeuge für die Software-Entwicklung, und es mangelt an einer Betrachtung des Entwicklungsprozesses selbst. Eine erste Idee ist die Berechnung eines *Ökologischen Fußabdrucks* der Software-Entwicklung, sodass auch hier – neben den Energiemessungen – mehr Bewusstsein zur Verringerung der durch IKT verursachten Auswirkungen auf die Umwelt führen kann.

Der Blaue Engel bezieht sich bisher auf Anwendungs-Software mit Benutzerschnittstelle. Zur Erweiterung des Geltungsbereiches, beispielsweise um Server-Client-Software-Produkte, bedarf es weiterer Messmethoden. Zudem ist die Frage nach Benchmarks, quantitativen Mindestanforderungen für Software-Produkte, noch offen.

Um eine nachhaltige und umweltschonende Digitalnutzung zu erreichen, kann jede/r etwas beitragen. Die Tatsache, dass durch Messenger- oder E-Mail-Dienste ein Datenaustausch nur möglich ist, weil Milliarden Server ständig in Rechenzentren in Betrieb sind, ist den meisten unbekannt. Durch den daraus resultierenden Stromverbrauch kommt es weltweit zu 800 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr. Auch der Energiebedarf beim Internet-Streaming ist enorm hoch. Mit der Menge an Strom, der für das Streaming benötigt wird, könnten sämtliche Privathaushalte in Deutschland, Italien und Polen für ein Jahr mit Strom versorgt werden. Eine einzige Google-Suchanfrage löst, laut Angaben von Google, einen Strombedarf von 0,3 Wh aus, was bei 40.000 Suchanfragen pro Sekunde und rund vier Milliarden Menschen für einen erheblichen Stromverbrauch sorgt.

Ein einfacher Tipp zur nachhaltigeren Digitalnutzung besteht beispielsweise aus dem Löschen der E-Mails. Dies legt Festplattenkapazität frei, wodurch CO₂ eingespart werden kann. Außerdem kann jede/r von uns auf umweltfreundliche Produkte umsteigen, die beispielsweise mit einem Umweltsiegel wie dem bereits zuvor erwähnten Blauen Engel ausgezeichnet sind. Auch die Nutzung einer Suchmaschine wie Ecosia bietet zu Google eine Alternative. Ecosia verwendet, nach eigenen Angaben, ihre Gewinne, um Bäume zu pflanzen. Zudem werden ihre Rechner zu 100 % aus erneuerbaren Energien betrieben.

Das sind nur einige Beispiele, wie jede/r selbst durch kleine Änderungen im Nutzungsverhalten etwas beitragen kann zur nachhaltigeren Gestaltung der Informations- und Kommunikationstechniken.

Referenzen

- Für weitere Informationen zu Auswirkungen der IKT mit globaler Perspektive siehe: 12 Argumente für eine Rohstoffwende, herausgegeben von AK Rohstoffe c/o PowerShift e.V. (Mai 2020)
- Für Informationen zum Energieverbrauch durch IKT siehe: Stobbe, L. et al. (2015): Entwicklung des IKT-bedingten Strombedarfs in Deutschland. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie Projekt-Nr. 29/14.
- Für eine detaillierte Beschreibung der Messmethode siehe: Gröger, J. et al. (2018): Entwicklung und Anwendung von Bewertungsgrundlagen für ressourceneffiziente Software unter Berücksichtigung bestehender Methodik Abschlussbericht (Umweltbundesamt, Texte 105/2018)
- Für Ansätze von Energiemessungen während des Software-Entwicklungsprozesses siehe: Drangmeister, Jakob et al. (2013): Greening Software with Continuous Energy Efficiency Measurement. In Workshop Umweltinformatik zwischen Nachhaltigkeit und Wandel, Koblenz 2013, S. 940–951.
- Für weitere Ergebnisse der Studie zu „Umweltwirkungen von Software & ihre Kennzeichnung“ siehe: Kern, E. et al. (2019): Including Software Aspects in Green IT: How to Create Awareness for Green Software Issues in: Green IT Engineering: Social, Business and Industrial Applications (Springer International Publishing)
- Für Informationen zu Energieverbräuchen in Rechenzentren und vernetzter Technologien siehe: Hintemann, R. (2019): „Energiebedarf der Rechenzentren in Deutschland steigt weiter an“, online: <https://www.datacenter-insider.de/energiebedarf-der-rechenzentren-in-deutschland-steigt-weiter-an-a-886887>



Quantification of the Inconvenient Truths about the Circular Economy (CE)

Digital Twinning of Very Large Systems

We discuss the limitations to material flows from recycling in the circular economy, using as a case the simulation-based analysis of the CdTe Photovoltaic cells. It is important to use a simulation basis for the analysis, since this permits the quantification of all material losses both in terms of exergy and energy simultaneously i.e. 1st and 2nd law of thermodynamics. Harmonizing this with the power supply flowing into the system and minimizing energy usage as well as exergy losses will maximize the resource efficiency.

What is the Circular Economy (CE)?

The Circular Economy (CE) concept has the noble objective of transforming economies from linear to circular models in which waste materials (traditionally reporting to landfill) are returned and utilized as resources as far as possible. The CE concept has excellent and important intentions: to stop or reduce the anthropological damage inflicted upon our planet and to ensure its future habitability. At its core lies the efficient use of all resources e.g. human, natural and economic. (Beaulieu et al. 2015, Reuter et al., 2019)

The Ellen MacArthur Foundation (2017) defines the Circular Economy (CE) as

"Looking beyond the current 'take, make and dispose' extractive industrial model, the circular economy is restorative and regenerative by design. Relying on system-wide innovation, it aims to redefine products and services to design waste out, while minimising negative impacts. Underpinned by a transition to renewable energy sources, the circular model builds economic, natural and social capital."

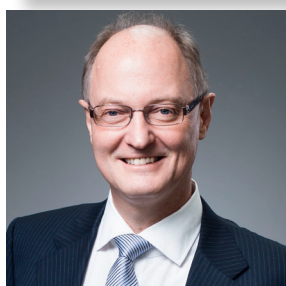
However, when translating this significant message to images, it is striking that neither the key extractive industry nor energy and exergy i.e. key physics laws that describe the variability of the CE system are depicted. While the Ellen MacArthur definition of a CE economy directs a torch and illuminates its many dimensions,

ultimately the economic viability of the CE, as would be the case for any economically viable processing system, requires a deep understanding of all the losses, environmental impact and associated risks from the system. These must be understood simultaneously and subsequently be quantified economically to ensure materials stay in circulation as long as possible with the required material quality. The laws of physics must form the DNA of all the formulations and simulation models (*digital twins*) that describe the very large complex and interconnected systems of the CE.

The EU's Green Deal (2020) is an innovative leader and its action plan is pushing strongly towards circularity; a very commendable action of the European Union (EU). While the EU's document speaks various times of energy, it neglects to speak about exergy (entropy) and the resulting inevitable losses from the CE system. These losses contribute significantly to the economic performance of the complete complex and interconnected system (Verhoef et al. 2004; Reuter et al., 2019).

The EU's document embraces among others the CE definition of Kirchherr et al. 2017

"A circular economy describes an economic system that is based on business models which replace the 'end-of-life' concept with reducing, alternatively reusing, recycling and recovering material in production/distribution and consumption processes, thus operating at the micro level (products, companies, consumers), meso level



Neill Bartie and Markus A. Reuter

Neill Bartie is a researcher and doctoral candidate at the Helmholtz Institute Freiberg for Resource Technology, focussing on sustainability assessment of large metal-containing product systems. He is a Chemical Engineer with a Master's degree in Metallurgy and an MBA, and has worked in the copper, nickel, precious and platinum group metals industries in South Africa and Australia. He has experience in production operations, laboratory and pilot-scale research, and process design and improvement projects.

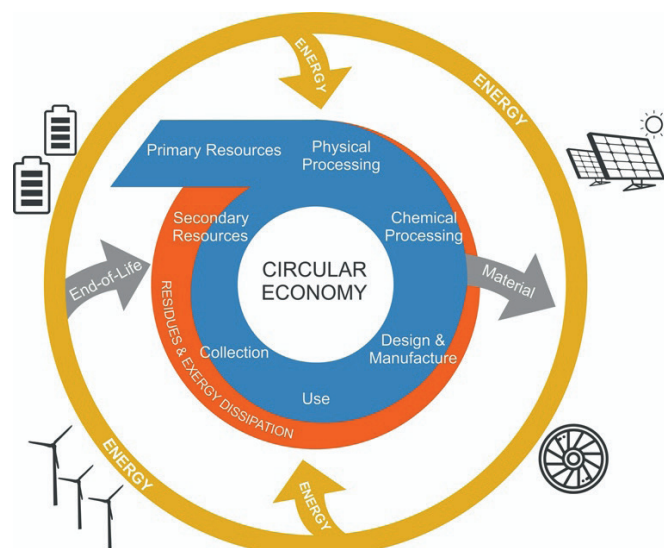
Prof. Dr. Dr. h.c. mult. **Markus A. Reuter** still is or has been Director at the Helmholtz Institute Freiberg for Resource Technology, Technology Management Outotec, Australia and Finland, and Mintek & Anglo American Corporation, Chief Technologist at Ausmelt Australia. He has lectured as a Professor at TU Delft, Netherlands, TU BAF Freiberg, Aalto University, Finland, Central South University, China, Melbourne University and Curtin University Perth, Australia, and gained lecture awards and various honorary doctorates.



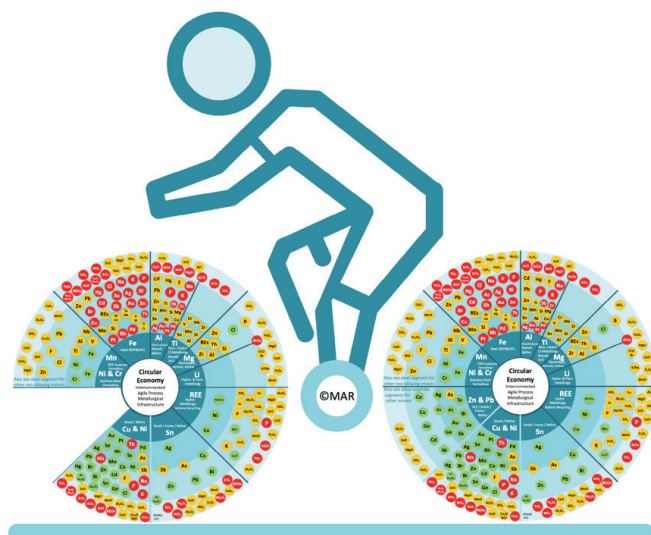
schwerpunkt

How these losses can be estimated to analyse the performance of the CE system we will discuss in the following section. This gleans from a recent interview by Reuter (2019) entitled *Design for Recycling – Inconvenient truths of the circular economy*.

A meaningful analysis of the CE can only be made if a detailed understanding is available of the flow of all materials and their embodied latent energy through the very large systems of the CE. First of all, fundamental thermodynamic data must be available for all the materials so that their energy flows can be estimated. Most importantly the dissipation of exergy (increase of entropy) from the CE system – all streams are in fact energy flows. This makes the use of process simulation tools an imperative to perform the fundamental analysis and economic optimization of the complete system that is depicted by Figure 1. This provides the rigorous process-engineering analysis and basis that enables the linkage of all the stakeholders of the CE system as detailed by Figure 1. This analysis underpins the complete supply chain from the resource to the final product, including the product design and *End-of-Life (EoL)* treatment on physics-based foundation e.g. through the exergy dissipation from the system as depicted by Figure 1. This permits the linkage of the energy flow in the materials with the energy grid and power supply, harmonizing the resource efficiency and quantifying it in units of energy flow i.e. MWh/h or MJ/h.



Revealing the complexity of the enabling process metallurgy infrastructure of the CE is important for optimizing its performance and thence quantifying the losses as depicted by the outer spiral in Figure 1 (*Residues and Exergy Dissipation*). Therefore, to illustrate the (in)compatibility of metals and materials, which is a significant driver of recovery and losses of metals that are functionally combined in product design, the Metal Wheel was developed (Figure 2). The objective of this specific depiction is to show in a concise manner which metals and their minor metals are recovered through the shown carrier metals production (centre band) and the inevitable losses from the system due to its chemistry and technology infrastructure and metals that are connected in design (the outside band).



44



In summary Figure 1 supported by Figure 2 implicitly and elegantly link energy, entropy (thus exergy), product and geological mineralogy, product design and extractive industry to the losses from the CE. The above detail knowledge has been available for many years, summarized by the UNEP report on Metal Recycling (UNEP, 2013). Unfortunately, Ciacchi et al. (2015) still attempt to discuss the dissipation of elements without considering thermodynamics and complex interactions. With the detailed analytical tools available it is, however, possible to show the true losses from intricate products (Reuter, 2016). Especially for the dilute elements a large amount of energy (and associated entropy creation) would be required to recover them from complex solutions, complex products, alloys, material combinations etc. to create once again high-quality functional materials, their combinations and alloys that deliver the performance and functionality of modern technology. The work of Mendoza et al. (2017) hardly reaches a depth that enables the evaluation of the CE on a rigorous basis at a level of detail that allows for the effects of redesigns on systemic losses to be estimated. So often, fundamental aspects are still missing in many of the CE documents mentioned above and special editions of journals such as the *Journal of Industrial Ecology* with the editorial by Bocken et al. (2017). They do not critically discuss the limits of the material and metal processing system in a sufficiently fundamental manner. The word entropy hardly appears in the 20 or so papers in this special edition on CE. This thermodynamic quantity that makes losses unavoidable, is not mentioned and neither fully understood in the context of economic feasibility of the CE nor in the context of the phrase *closing the loop*. Nor is detailed simulation analysis of the intricate and very large system based on fundamental understanding discussed. Fact of the matter is that no recycling loop can ever be fully closed!

In summary: There are large and significant knowledge gaps that challenge the optimization and also the digitalization of the

CE i.e. also linking the energy and resources system together, to estimate the true losses (Reuter 2016). Therefore, we will very briefly show how such detail can be captured in digital twins of large CE systems.

The digital twin of large-scale CE systems and their analysis

The software platforms that can describe the large systems of the CE have been developed over numerous years (see Reuter 1997, Reuter and Van Schaik 2012, Bartie et al. 2020, Abadías et al. 2020, Fernandes et al. 2020) and have been commercially realized in the simulation software *HSC Sim 10* (Outotec 2020). Into the HSC Sim software tools have been incorporated such as:

- *Life Cycle Assessment* (LCA) analysis tools that permit a direct export of all simulated results to *GaBi* (<https://sphaera.com/product-sustainability-life-cycle-assessment-lca-software/>) and *openLCA* (<http://www.openlca.org>) and
- detailed thermoeconomics tools that permit the detailed exergetic analysis of these large systems (Abadías et al., 2019).

Numerous cases have recently been completed to fully understand the CE, of which the following are a short summary:

- Mobile phones and the effect of modular design on circularity and resource efficiency (Fairphone 2018). A recyclability index has been developed and applied to visualize in a simple manner the recyclability of products.
- Linking of the complex resource system from mine to metal and NdFeB magnets to their end-of-life and back into magnets (Fernandes et al. 2020).

CE DIGITAL TWIN OF PV MANUFACTURE

223 large reactors, 860 flows, 30 elements + all their chemical / mineral compounds

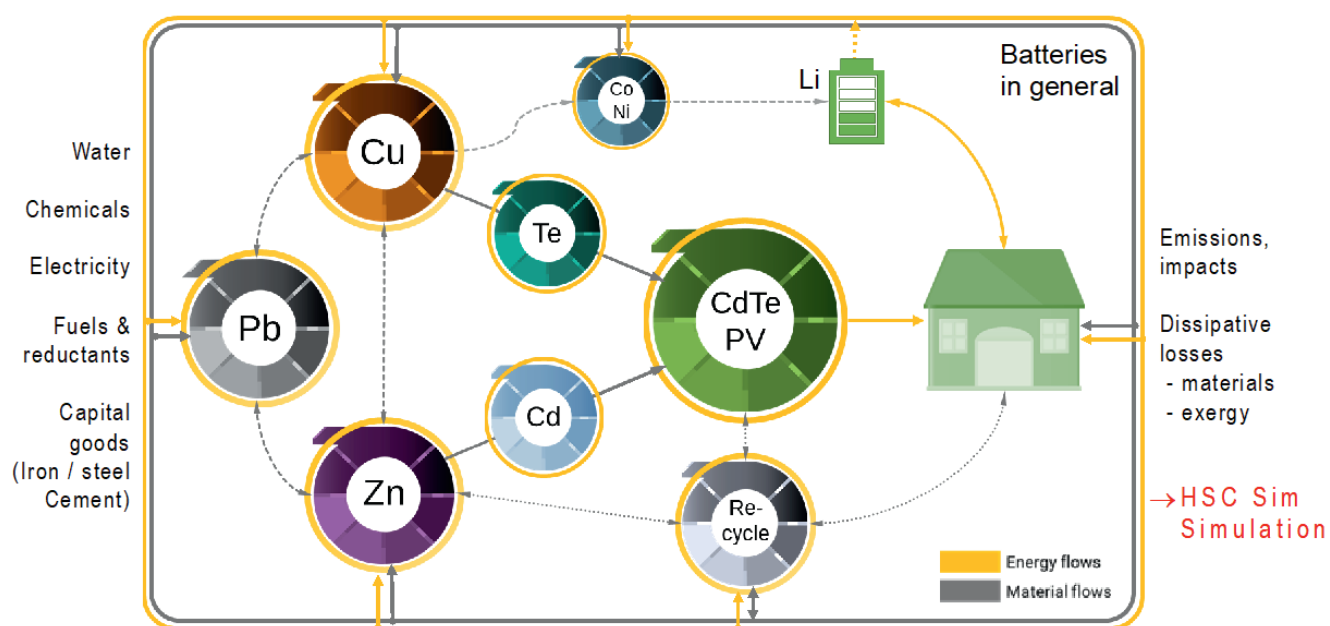


Figure 3: The complex metallurgical infrastructure that produces the metals and residues to produce CdTe photovoltaic (PV) cells showing the nexus energy and materials connected using process simulation tools. (Bartie et al. 2020)

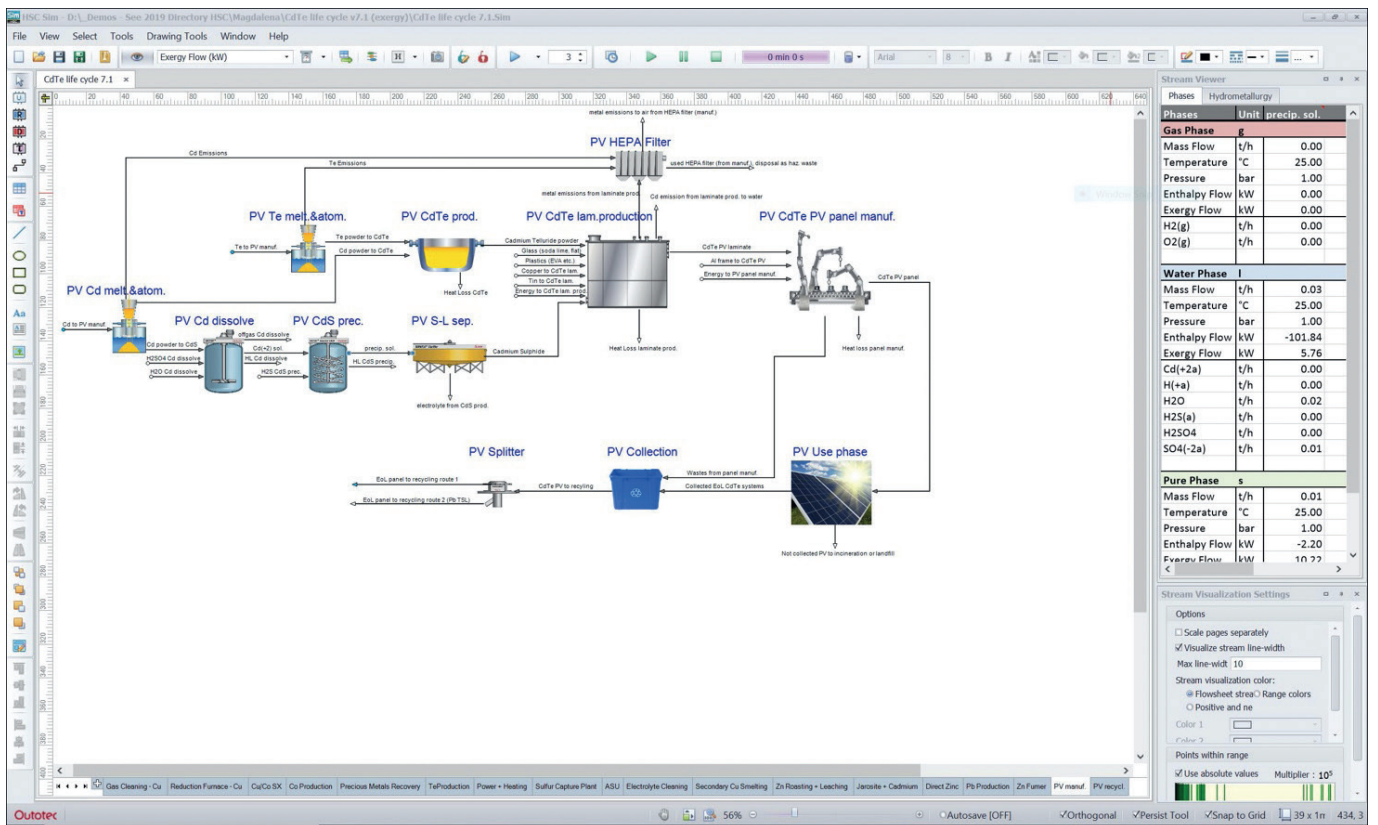
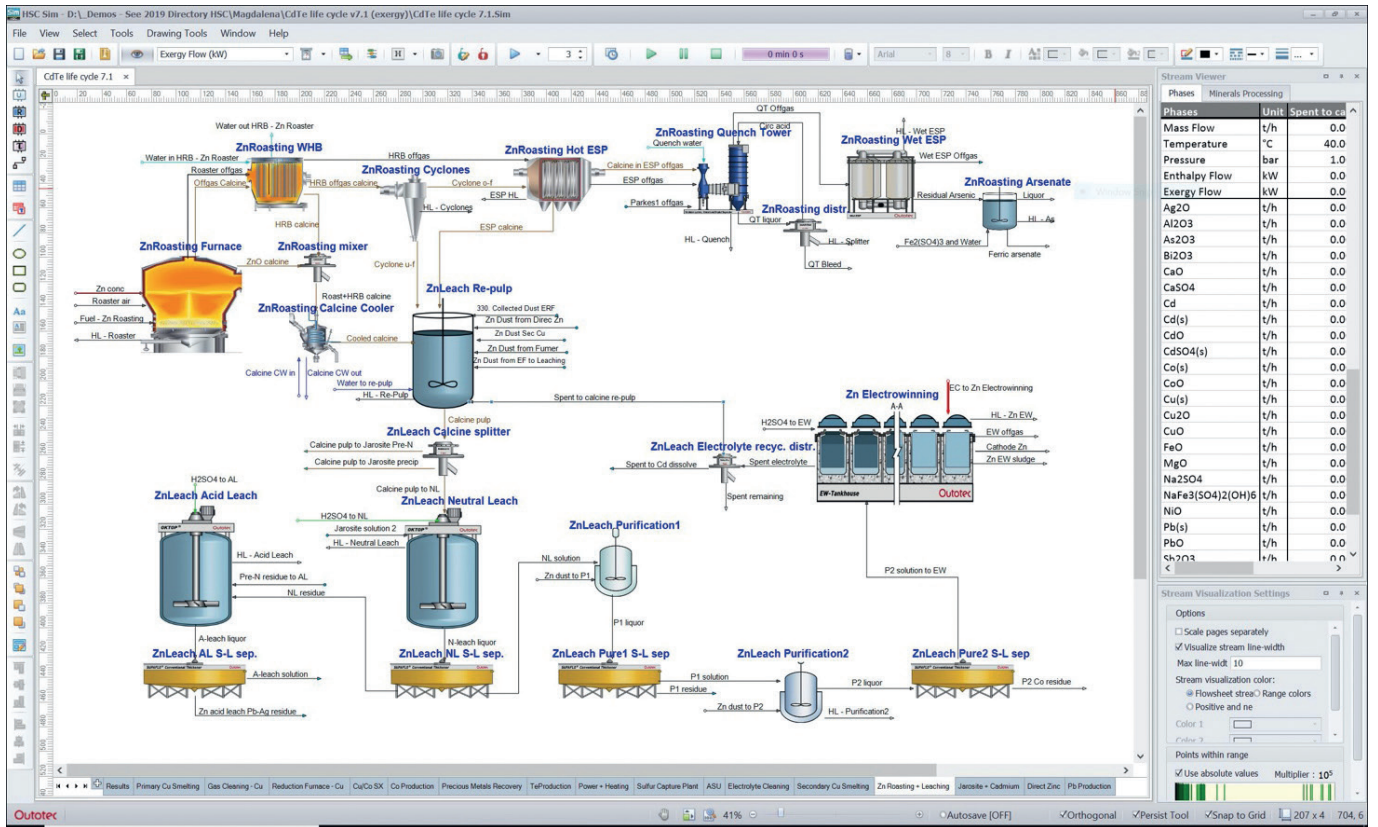


Figure 4: HSC Sim simulation model representing Figure 3, two of 19 simulation panes of the complete system are depicted (Abadiás et al. 2020, Bartie et al. 2020) – the top figure depicting the model for primary zinc carrier process metallurgy and the bottom figure showing the PV cell manufacturing.

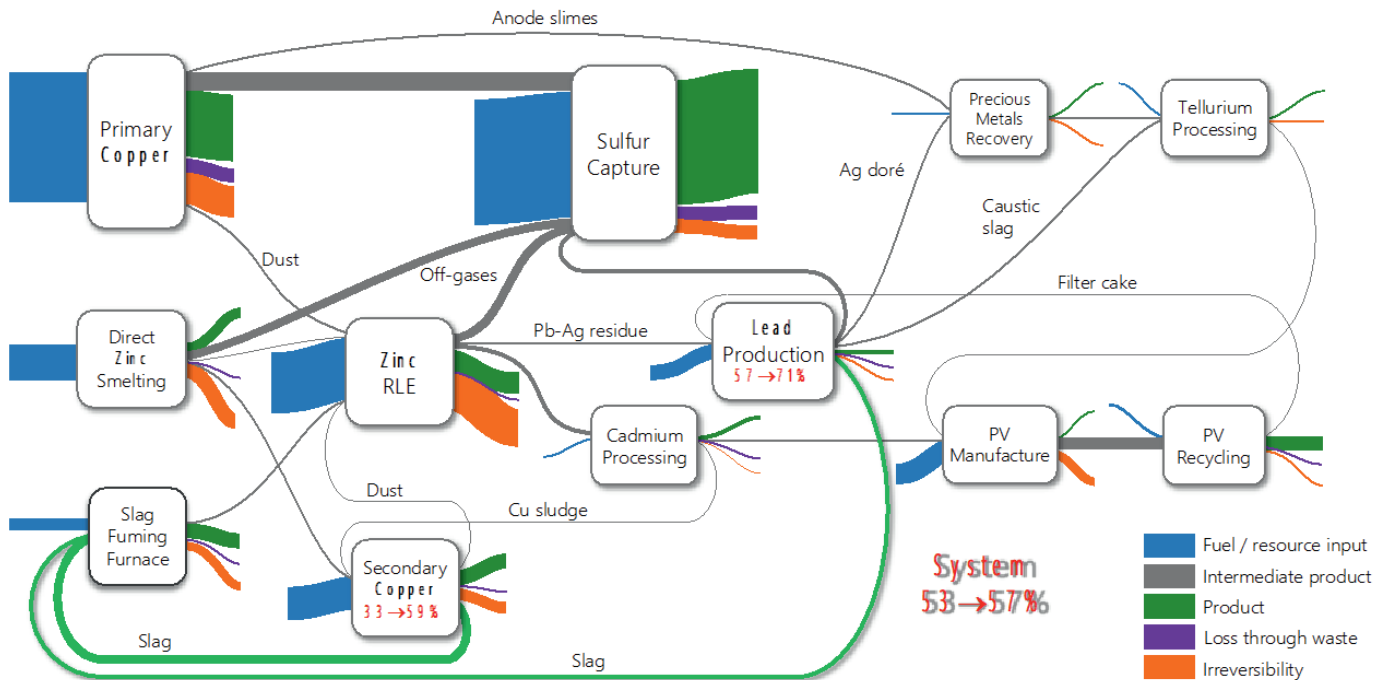


Figure 5: A Sankey diagram of the exergy flow of the system produced from the HSC Sim simulation model depicted by Figure 4 – showing how the exergy efficiency is improved from 53 to 57 % by recycling the slags from lead and copper production as shown (Bartie et al. 2020).

- Comparison of different processing routes for residues from metallurgical processing linked also to cement production (Abadías et al. 2020).

In order to show some detail of the capability of the simulation platform the manufacture of CdTe photovoltaic cells is shown (Bartie et al. 2020). Figure 3 provides a schematic of the system that links the Cu, Pb and Zn production producing the technology elements that are used for the CdTe production (see the Metal Wheel Figure 2 for details). In Figure 3 each carrier metal production infrastructure and materials are represented by Figure 1 linking all the energy requirements of the system completely. This is what has to be mapped simultaneously to understand fully the flow of energy as power and materials as well as the exergy dissipation from the system.

The large number of reactors, flows and compounds have to be mapped to quantify the performance of the circular economy of CdTe-PV systems. This detail is best captured by a simulation tool as depicted by Figure 4.

Using the simulation tool, a basis is created to evaluate the performance of the system. This included the environmental impact using the HSC Sim LCA and thermoeconomic tools (Figure 5). In addition, detail economic analysis of the system can be made based on the results of the rigorous simulation model of the CE system. While the exergy dissipation is shown by Figure 5, detailed environmental impact assessment can be consulted in Bartie et al. (2020).

Quo Vadis?

We believe the only manner to fully understand the circular economy is by the use of rigorous simulation models. It is clearly

shown that this can be done and should in future be the underlying method to quantify the economic, technological as well as the environmental performance of the CE system. Linking to the United Nations Sustainability Developments Goals (SDGs) is of great importance and should be based on the simulation tools briefly presented here and also discussed more comprehensively by Reuter et al. (2016).

While it is tempting to use black box methods such as used in artificial intelligence (AI) to try to optimize and understand such CE systems, it is not recommended. Reuter et al. (1993) showed that it is best to link fundamental approaches with data-AI-driven methods applying hybrid approaches (a mix of methods) to always ensure that the physics is represented in the data that describes and calibrates the models. If the data is of poor quality and methods are used that have no physics laws embedded in them (such as material flow analysis) this will lead to erroneous results.

The path ahead must include the representation of large CE systems as digital twins on the basis of rigorous process simulation. It is a daunting task to create the large models, however, it must be done to fully understand the losses from the system, especially the exergy, as these ultimately affect the economic viability of the CE system. All of the rigorous results provided by the digital twin to the SDGs have to be linked in a suitable manner and made widely accessible to as many stakeholders as possible. Multi-criteria optimization will be indispensable to search for optimal solutions in a very complex parameter space using the results produced by the digital twin, achieved through a surrogate function that can be explored to find the optimum resource efficiency of the system as a function of the numerous influencing independent system parameters.

References

- Abadías Llamas, A., Valero Delgado, A., Valero Capilla, A., Torres Cuadra, C., Hultgren, M., Peltomäki, M., Roine, A., Stelter, M., Reuter, M.A. (2019): Simulation-based exergy, thermo-economic and environmental footprint analysis of primary copper production. *Minerals Engineering*, 131, 51-65.
- Abadías Llamas, A., Bartie, N., Heibeck, M., Stelter, M., Reuter, M.A. (2020). Simulation-based exergy analysis of large circular economy systems: Zinc production coupled to CdTe photovoltaic module life cycle. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 6(1), 34-67.
- Apple (2017) <http://www.theweek.co.uk/apple/83829/apple-to-make-all-its-products-from-recycled-materials>
- Bartie, N., Abadías Llamas, A., Heibeck, M., Fröhling, M., Volkova, O., Reuter, M.A. (2020). The simulation-based analysis of the resource efficiency of the circular economy – the enabling role of metallurgical infrastructure. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy (TIMM C)* 129, 2, 229-249.
- Beaulieu, Luce; van Durme, Gabrielle; Arpin, Marie-Luc (2016): Circular economy. A critical literature review of concepts. Montréal, Québec, Ottawa, Ontario: CIRAG; Canadian Electronic Library.
- Blanpain, Reuter, Malfliet (2019): Lead Policy Brief: <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6531862315858423808>
- Blomsma, F.; Brennan, G. (2017): The Emergence of Circular Economy. A New Framing Around Prolonging Resource Productivity. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 603-614.
- Bocken, N.M.P., Olivetti, E.A., Cullen, J.M., Potting, J. and Lifset, R. (2017) Taking the Circularity to the Next Level – A Special Issue on the Circular Economy, *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 476-482.
- Ciacchi, L., Reck, B.K., Nassar, N.T. and Graedel, T.E. (2015) Lost by Design, *Environ. Sci. Technol.*, 49, 9443–9451.
- Ellen Macarthur Foundation “Circular Economy” <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>
- EU (2015) Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/circular-economy_en
- EU (2020) Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf
- Fairphone: Ballester, M., van Schaik, A. and Reuter, M.A. (2017) Fairphone's Report on Recyclability-Does modularity contribute to better recovery of materials? <https://www.fairphone.com/en/2017/02/27/recyclable-fairphone-2/> and <https://www.fairphone.com/en/2017/08/08/examining-the-environmental-footprint-of-electronics-recycling/>
- Fernandes, I.B., Abadías Llamas, A., Reuter, M.A. (2020): A simulation-based exergetic analysis of NdFeB permanent magnet production to understand large systems, *Journal of Metals* (online).
- GaBi 8 Thinkstep (2018) <https://www.thinkstep.com>
- Ghisellini, P.; Cialani, C.; Ulgiati, S. (2016): A review on circular economy. The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.
- Jackson, M.; Lederwasch, A.; Giurco, D. (2014): Transitions in Theory and Practice. *Managing Metals in the Circular Economy. Resources*, 3(3), 516-543.
- Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M. (2017): Conceptualizing the circular economy. An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling* 127, 221-232.
- Lansink, A. (2017): Challenging Changes. Connecting Waste Hierarchy and Circular Economy. ISBN/EAN 978-90-821783-5-7. NUR973. 398p.
- Lieder, M., Rashid, A. (2016): Towards circular economy implementation. A comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36-51.
- Mendoza, J.M.F., Sharmina, M., Gallego-Schmid, A., Heyes, G. and Azapagic, A. (2017) Integrating Backcasting and Eco-Design for the Circular Economy, *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 526-544
- Homrich, A.S.; Galvão, G.; Abadia, L.G.; Carvalho, M.M. (2018): The circular economy umbrella. Trends and gaps on integrating pathways. *Journal of Cleaner Production*, 175, 525-543.
- Outotec (2020) HSC Chemistry 10 Outotec <http://www.outotec.com/products/digital-solutions/hsc-chemistry>
- Reuter, M.A., Van der Walt, T., Van Deventer, J.S.J. (1993): A generalized neural net kinetic rate equation. *Chemical Engineering Science*, 48(7), 1281-1297.
- M.A. Reuter (1998): The simulation of industrial ecosystems. *Minerals Engineering*, 11(10), 891-917.
- Reuter, M.A. and Van Schaik, A. (2012) Opportunities and limits of recycling: A dynamic-model-based analysis, *MRS BULLETIN*, 37(4), 339-347.
- Reuter, M.A. and Van Schaik, A. (2015) Product-centric simulation-based design for recycling: greenprinting of LED lamp recycling, *Journal of Sustainable Metallurgy*, 1(1), 4-28.
- Reuter, M.A., Van Schaik, A. and Gediga, J. (2015) Simulation-based design for resource efficiency of metal production and recycling systems: Cases-copper production and recycling, e-waste (LED lamps) and nickel pig iron, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20(5), 671-693.
- Reuter, M.A. (2016) Digitalizing the Circular Economy-Circular Economy Engineering defined by the metallurgical Internet of Things-, 2016 TMS EPD Distinguished Lecture, USA, *Metallurgical Transactions B*, 47(6), 3194-3220 <https://link.springer.com/article/10.1007/s11663-016-0735-5>
- Reuter, M.A. Van Schaik, A., Ballester, M. (2018): Limits of the Circular Economy: Fairphone Modular Design Pushing the Limits, *World of Metallurgy – Erzmetall* 71(2), 68-79.
- Reuter, M.A., Van Schaik, A., Gutzmer, J., Bartie, N., Abadías Llamas, A. (2019): Challenges of the Circular Economy – A material, metallurgical and product design perspective. *Annual Review of Materials Research*, 49, 253-274.
- Reuter (2019): Design for Recycling – Inconvenient truths of the circular economy <https://annualreport2018-19.aurubis.com/magazine/rethink/design-for-recycling>
- Schaik, A. van and Reuter, M.A. (2016) Recycling indices visualizing the performance of the circular economy, *World of Metallurgy – ERZMETALL*, 69(4), 201-216.
- UNEP – United Nations Environment Programme. International Resource Panel, issuing body (2013): M.A. Reuter, C. Hudson, A. van Schaik, K. Heiskanen, C. Meskers, C. Hagelüken, Metal recycling. Opportunities, limits, infrastructure / International Resource Panel. Nairobi: UNEP. <http://www.resourcepanel.org/reports/metal-recycling>
- United Nations Sustainability Developments Goals (SDGs) <https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300>
- Verhoef, E., Dijkema, G. and Reuter, M.A. (2004) Process knowledge, system dynamics and metal ecology, *Journal of Industrial Ecology*, 8(1-2), 23-43.

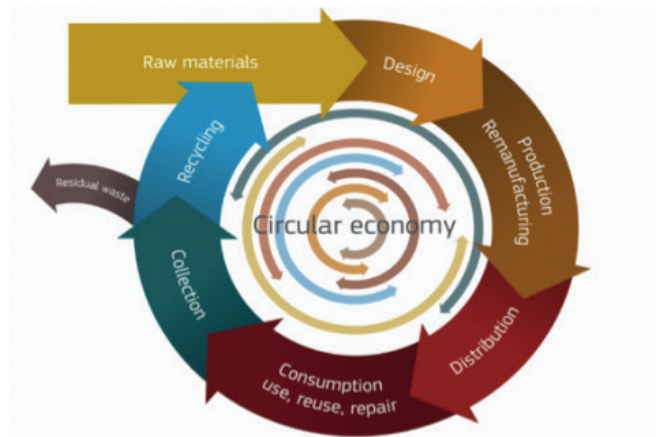


Europas Übergang zur Kreislaufwirtschaft im IKT- und Elektroniksektor

Unser derzeitiges lineares Muster einer Wegwerf-Gesellschaft (in der genommen, hergestellt, verbraucht und weggeworfen wird) ist nicht nachhaltig. Die Ressourcen werden zu ineffizient genutzt und nur einige von ihnen zurückgewonnen und wieder der Wirtschaft zugeführt. Wir müssen zu einem Modell der Kreislaufwirtschaft übergehen, in dem Ressourcen effizient genutzt werden und der Wert von Produkten und Materialien so lange wie möglich erhalten bleibt. Einem System, das Ressourcenverbrauch und Abfall minimiert und Produkte am Ende ihrer Lebensdauer wieder in die Wirtschaft führt und erneut zur Wertschöpfung nutzt.

Die Ellen MacArthur Foundation definiert Kreislaufwirtschaft als

„industrielles System, das durch Absicht und Design restaurativ oder regenerativ ist. Es ersetzt das Konzept des ‚End-of-Life‘ durch die Wiederherstellung, verlagert sich auf die Nutzung erneuerbarer Energien, eliminiert den Einsatz giftiger Chemikalien, die die Wiederverwendung beeinträchtigen, und zielt auf die Beseitigung von Abfällen durch die überlegene Gestaltung von Materialien, Produkten und Systemen ab“ (Ellen MacArthur Foundation, 2019).



Quelle Europäische Kommission

Schlüssel zur Kreislaufwirtschaft ist die Abkehr von einer *Einwegkultur* durch Überdenken des Produktdesigns, reduzierten Ressourcenverbrauch, keine Verschwendung und die Unterstützung der Wiederverwendung und des Recyclings.

Nach Angaben der Europäischen Kommission entscheiden sich bis zu 80 % der Umweltauswirkungen von Produkten in der Designphase. Das Produktdesign spielt daher eine entscheidende Rolle, wenn eine Kreislaufwirtschaft erreicht und die Umweltleistung von Produkten verbessert werden soll. Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitselemente sollen in das Design und die Entwicklung von Produkten und Verpackungen einbezogen werden, um deren negative Auswirkungen während ihres gesamten Lebenszyklus von der Rohstoffgewinnung über die Produktion, den Vertrieb, die Verwendung bis hin zum Endverbrauch zu verringern. Das umfasst eine weitgehende Entmaterialisierung, mindestens aber Reduzierung des Material- und Energieverbrauchs und das Entgiften von Stoffströmen. Wiederverwendbarkeit, Reparatur- und Recyclingfähigkeit sind zu berücksichtigen. Dieses Lebenszyklusdenken fördert auch die EU-Gesetzgebung.

Die Kreislaufwirtschaft hat auf EU-Ebene seit der Verabschiedung des Kreislaufwirtschafts-Pakets durch die Europäische Kommission im Jahr 2015 an Bedeutung gewonnen. Das Paket enthält eine Reihe gesetzgeberischer Maßnahmen zur Verbesserung der Abfallbewirtschaftung und einen Aktionsplan zur Kreislaufwirtschaft mit einer Liste von Maßnahmen, um den Übergang Europas zu einer Kreislaufwirtschaft zu fördern. Seitdem gab es viele neue Maßnahmen und Initiativen, um zu einer Kreislaufwirtschaft zu gelangen und insbesondere die große Herausforderung der Kunststoffverschmutzung zu verringern.

Die Kreislaufwirtschaft ist auch eine der Prioritäten der neuen Europäischen Kommission, die am 1. Dezember 2019 ihr Amt angetreten hat, und ist einer der Bausteine des *Europäischen Green Deal*. Der Green Deal wird von der Kommission definiert als

„eine neue Wachstumsstrategie, mit der die EU zu einer fairen und wohlhabenden Gesellschaft mit einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft werden soll, in der im Jahr 2050 keine Netto-Treibhausgasemissionen mehr freigesetzt werden und das Wirtschaftswachstum von der Ressourcennutzung abgekoppelt ist“.

Im Rahmen des Green Deal hat die Europäische Kommission am 11. März 2020 den neuen *Aktionsplan 2.0* für die Kreislaufwirtschaft verabschiedet, der eine klare Vision mit ehrgeizigen Maßnahmen zum Erreichen einer Kreislaufwirtschaft im Rahmen einer saubereren und wettbewerbsfähigeren Wirtschaft enthält. IKT und Elektronik gehören zu den sieben zentralen Produktwertschöpfungsketten, die der Aktionsplan behandelt und für die mehrere neue Maßnahmen angekündigt werden. Andere angesprochene Wertschöpfungsketten umfassen Batterien und Fahrzeuge, Verpackung, Kunststoffe, Textilien, Bau und Gebäude, Nahrung, Wasser und Nährstoffe.



Quelle Europäische Kommission

Der neue Aktionsplan Kreislaufwirtschaft erkennt an, dass unser derzeitiges lineares Muster der Wegwerf-Gesellschaft (*Take-Make-Use-Dispose*) den Herstellern keine ausreichenden An-





reize bietet, ihre Produkte nachhaltiger zu gestalten. Viele Produkte sind für eine kurze Lebensdauer ausgelegt, nur für den einmaligen Gebrauch bestimmt, gehen zu schnell kaputt oder lassen sich nicht einfach wiederverwenden, reparieren oder recyceln. Aus diesem Grund schlägt die Kommission im Aktionsplan vor, 2021 eine Rechtsetzungsinitiative für eine nachhaltige Produktpolitik zu entwerfen, um kreislaforientierte, ressourceneffiziente und nachhaltige Produkte zu unterstützen und Abfälle zu verringern. IKT und Elektronik gehören zu den vorrangigen Bereichen dieser Initiative.

Bei dieser Rechtsetzungsinitiative geht es im Kern darum, die *Ökodesign-Richtlinie* über energieverbrauchsrelevante Produkte hinaus so zu erweitern, dass der Ökodesign-Rahmen auf ein möglichst breites Produktspektrum angewendet werden kann und zur Kreislaufwirtschaft beiträgt. Der Aktionsplan soll die Ökodesign-Richtlinie über energiebezogene Produkte hinaus erweitern und neben der Energieeffizienz auch Aspekte der Zirkularität umfassen. Im Rahmen dieser Rechtsetzungsinitiative wird die Kommission erwägen, Nachhaltigkeitsgrundsätze und andere geeignete Wege zur Regulierung folgender Aspekte festzulegen:

- Verbessern der Haltbarkeit, Wiederverwendbarkeit, Nachrüstbarkeit und Reparierbarkeit von Produkten, Umgang mit gefährlichen Chemikalien in Produkten sowie Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz von Produkten;
- Erhöhen des Rezyklat-Anteils in Produkten bei gleichzeitiger Gewährleistung von deren Leistung und Sicherheit;
- Ermöglichen der Wiederaufarbeitung und eines hochwertigen Recyclings;
- Verringern des CO₂-Fußabdrucks und des ökologischen Fußabdrucks;
- Beschränken des einmaligen Gebrauchs und Maßnahmen gegen vorzeitige Obsoleszenz;
- Einführen eines Verbots, unverkaufte, nicht verderbliche Waren zu vernichten;
- Schaffen von Anreizen für das Modell *Produkt als Dienstleistung* oder andere Modelle, bei denen der Hersteller Eigentümer des Produkts bleibt oder die Verantwortung für dessen Leistung während des gesamten Lebenszyklus übernimmt;

- Mobilisieren des Potenzials der Digitalisierung von Produktinformationen, mit Lösungen wie digitalen Produktpässen, Markierungen und Wasserzeichen;
- Auszeichnen von Produkten auf der Grundlage ihrer jeweiligen Nachhaltigkeitsleistung; so sollen auch Anreize für hohe Leistungsniveaus entstehen.

Die Kommission wird die Einführung verbindlicher Anforderungen prüfen, um die Nachhaltigkeit nicht nur von Waren, sondern auch von Dienstleistungen zu verbessern. So sollen Anforderungen an die ökologischen und sozialen Aspekte der Wertschöpfungskette sorgfältig geprüft werden. Wenn sie von der Produktion über die Verwendung bis zum Ende der Lebensdauer eingeführt werden, können sie beispielsweise den Zugang zu bestimmten Produkten und Dienstleistungen gewährleisten und gleichzeitig zur sozialen Integration beitragen. Zusätzliche Vorteile solcher Anforderungen sind längere Haltbarkeit und Wiederverwendbarkeit der Produkte.

Darüber hinaus wird die Kommission die wirksame und effiziente Anwendung des neuen Rahmens für nachhaltige Produkte unterstützen, indem sie einen gemeinsamen europäischen Datenraum für intelligente kreislaforientierte Anwendungen mit Daten zu Wertschöpfungsketten und Produktinformationen einrichtet. Bestehende Nachhaltigkeitsanforderungen für in der EU in Verkehr gebrachte Produkte wird sie durchsetzen, insbesondere durch gemeinsame Kontrollen und Marktüberwachungsmaßnahmen.

Elektro- und Elektronikgeräte mit derzeit jährlichen Wachstumsraten von 2 % sind einer der am schnellsten wachsenden Abfallströme in der EU. Es wird jedoch geschätzt, dass weniger als 40 % der Elektronikabfälle in der EU recycelt werden. Produkte verlieren ihren Wert, wenn sie weggeworfen werden, wenn sie nicht reparierbar sind, sich beispielsweise die Batterie nicht tauschen lässt, oder wenn die Materialien in den Geräten nicht zurückgewonnen werden können. Wie der Aktionsplan feststellt, wünscht sich die Mehrheit der europäischen Verbraucher eine längere Lebensdauer ihrer digitalen Geräte. Sie wollen sie länger nutzen können, ohne dass die Leistung des Geräts nachlässt.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wird die Kommission in 2020/2021 eine Initiative für auf die Kreislaufwirtschaft ausgerichtete Elektronik vorlegen, mit der bestehende und neue Instrumente mobilisiert werden. Diese Initiative wird eine längere Produktlebensdauer und unter anderem folgende Maß-



Tina Ajdič

Tina Ajdič ist Senior Beraterin bei ADS Insight, einer führenden Agentur für politische Kommunikation und Interessenvertretung in Brüssel. Sie berät öffentliche und private Stellen in Bezug auf EU-Gesetzgebung, Politik und Finanzierung in den Bereichen Kreislaufwirtschaft, Abfallwirtschaft und Nachhaltigkeit.

nahmen umfassen, die den Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft für den Elektronik- und IKT-Sektor unterstützen:

- Regulierungs-Maßnahmen für Elektronik und IKT, einschließlich Mobiltelefone, Tablets und Laptops im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie, damit die Geräte auf Energieeffizienz und Haltbarkeit, Reparierbarkeit, Nachrüstbarkeit, Wartung, Wiederverwendung und Recycling ausgelegt werden. Das künftige Ökodesign-Arbeitsprogramm wird nähere Einzelheiten dazu enthalten.
- Schwerpunkt auf Elektronik und IKT als vorrangigem Sektor für die Umsetzung des *Rechts auf Reparatur*, einschließlich des Rechts auf Aktualisierung veralteter Software.
- Regulierungs-Maßnahmen für Ladegeräte für Mobiltelefone und ähnliche Geräte, einschließlich der Einführung eines einheitlichen Ladegeräts, die auch die Verbesserung der Haltbarkeit von Ladekabeln betreffen sowie Anreize, den Kauf von Ladegeräten vom Kauf neuer Geräte abzukoppeln.
- Verbessern der Sammlung und Behandlung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten, unter anderem durch die Prüfung von Optionen für ein EU-weites System für die Rückgabe oder den Rückkauf alter Mobiltelefone, Tablets und Ladegeräte.
- Überprüfen der EU-Vorschriften über Beschränkungen für gefährliche Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten und Bereitstellung von Leitfäden zur Verbesserung der Kohärenz mit den einschlägigen Rechtsvorschriften, einschließlich REACH und Ökodesign (voraussichtlich 2021).

Insgesamt legt der neue Aktionsplan für Kreislaufwirtschaft eine klare Vision und Richtung für den Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft für viele Sektoren fest, einschließlich IKT und Elektronik. Er zeigt, dass die EU plant, die Kreislaufwirtschafts-Konzepte immer mehr obligatorisch in verschiedene Produkte zu integrieren. Die Industrie muss sich darauf einstellen und nach Innovationen für Haltbarkeit und Nachhaltigkeit streben, um eine Kreislaufwirtschaft und letztendlich das *UN-Ziel 12*¹ für nachhaltige Entwicklung in Bezug auf verantwortungsvolle Produktion und verantwortungsbewussten Verbrauch zu erreichen.

Die derzeitige COVID-19-Pandemie erinnert uns eindringlich an die Fragilität unseres derzeitigen Wirtschaftsmodells und an die Notwendigkeit, zu einer kreisförmigeren und nachhaltigeren Wirtschaft überzugehen, die die Grenzen des Planeten respektiert. Angesichts der Pandemie fordert die EU dringend den notwendigen grünen und digitalen Wandel, um die Erholung Europas von der Krise zu unterstützen. Dies wurde in dem am 27. Mai 2020 von der Europäischen Kommission veröffentlichten EU-Aufbauplan *Next Generation EU* hervorgehoben, der 750 Mrd. EUR mobilisieren soll, um Europa dabei zu helfen, sich von der Corona-Pandemie zu erholen und die Wirtschaft anzukurbeln. Ein grüner und digitaler Übergang stehen im Mittelpunkt des Ablaufplans.

Sowohl der Aktionsplan zur Kreislaufwirtschaft 2.0 als auch die von der EU vorgelegten Wiederherstellungs-Maßnahmen nach

COVID-19 zeigen deutlich die künftige Ausrichtung der EU auf eine kreislaforientierte und nachhaltigere Wirtschaft. Die grüne und digitale Transformation wird weiterhin ganz oben auf der politischen Agenda der EU stehen, und es werden weitere EU-Mittel zur Verfügung stehen, um diesen Wandel zu beschleunigen.



The Sustainable Development Goals, adopted on 25 September 2015 as a part of the 2030 Agenda

Fazit

Die EU erkennt eindeutig die Notwendigkeit systemischer Änderungen für eine nachhaltige Entwicklung an, nicht zuletzt um das UN-Ziel 12 für nachhaltige Produktion und Verbrauch zu erreichen, zu dessen Umsetzung sich die EU bis 2030 verpflichtet hat. Die EU ist weltweit führend in Sachen Nachhaltigkeit und wird die Entwicklung globaler Standards für Produktnachhaltigkeit sowie nachhaltiges Produktdesign und Management der Wertschöpfungsketten weltweit weiter fördern.

Wenn Sie weitere Informationen zur EU-Gesetzgebung und zu EU-Finanzierungsmöglichkeiten wünschen, wenden Sie sich bitte an:
Tina Ajdič
ADS Insight, Brüssel
tina.ajdic@ads-insight.com



Weiter lesen

<https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/>
https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/circular-economy_en
https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/health/coronavirus-response/recovery-plan-europe_de

Anmerkung

- ¹ Die Nachhaltigkeitsziele der UN (Sustainable Development Goals) bestimmen nachhaltige, verantwortungsvolle Verbrauchs- und Produktionsmuster im Ziel 12.



Überwachung der atmosphärischen Radioaktivität

Über die Nachhaltigkeit von *Citizen-Sensing*-Projekten

Ein Thema hält die BürgerInnen der Aachener Region seit Jahren in Atem – die unter breitem öffentlichen Protest verlängerten Laufzeiten mehrerer störanfälliger, als hochriskant eingestuft Kernreaktoren in den nahen belgischen AKWs Tihange und Doel. Die Website TDRM.eu erinnert mit Radioaktivitätsmessungen vor Ort daran, dass die latente Bedrohung auch in Lockdown-Zeiten fortbesteht.



TDRM-Karte. TDRM Dr. Gerd Krenzer, OpenStreetMap

Das Projekt

TDRM.eu¹ ist die Website des *Tihange-Doel Radiation Monitoring*-Projekts, das unbeeinflusst durch behördliche, politische oder wirtschaftliche Interessen über die aktuellen Werte der atmosphärischen radioaktiven Strahlung in der Region informiert. Die Messwerte werden aus Sensorstationen in der näheren und weiteren Umgebung der beiden AKWs zusammengetragen. Besonderes Merkmal ist nicht Langzeitpräzision sondern ein schnelles Ansprechen auf außergewöhnliche Entwicklungen der Strahlungsintensität, denn die wären ein frühes Indiz für ernst-hafte Reaktorstörfälle oder dramatischere Ereignisse.

Hinter dem Projekt steht ein kleines Team von Ingenieuren und Informatikern, hervorgegangen aus der Aachener Regionalgruppe des FlFF. Der Startschuss für das Projekt fiel vor gut vier Jahren, in einer Zeit, in der besonders heiß über Katastrophenszenarien und Vorsorgemaßnahmen diskutiert wurde. Vorsorge verlangt zeitige Information. Befürchtet wird jedoch, dass es gerade bei gefährlichen Zwischenfällen Stunden dauern könnte, bis die Menschen in der Region über die offiziellen grenzüberschreitenden Kommunikationskanäle informiert würden.

Der Plan, eine unabhängige Informationsquelle zu schaffen, weckte Erwartungen. Innerhalb weniger Monate entwickelte das Team die Komponenten für das Messnetz. Für die Sensorstationen wurde das PiGI-Konzept², ein OpenSource-Projekt, aufgegriffen und mit einer ReST-Schnittstelle für die Internet-Kommunikation erweitert. Herzstück ist die RaspberryPi-Computerplatine mit einer kleinen Zusatzplatine für die Erzeugung der für den Betrieb eines Geiger-Müller-Zählrohrs benötigten

Hochspannung. Das FlFF stellte seinen Internetserver zur Verfügung, auf dem die Messwerte zusammenlaufen, in einer Datenbank dokumentiert werden und sich über die Internetseiten TDRM.eu minutenaktuell abrufen lassen.³

Ausrangierte RaspberryPi, auch ältere Versionen, Restposten von Geiger-Müller-Zählrohren, freie Software – mit einem kleinen Budget aus Spenden und viel ehrenamtlicher Arbeit wurde aus diesen langlebigen Komponenten eine kleine Serie robuster wettergeschützter Sensorstationen gefertigt. Engagierte BürgerInnen wurden in der Aachener Region, im niederländisch-belgischen Grenzgebiet und – am wichtigsten – im Umkreis der AKWs Tihange und Doel angeworben, eine Sensorstation in ihrem privaten Bereich zu installieren und zu betreiben. Aachener Anti-Atomkraft-AktivistInnen halfen vor allem in Belgien, die Kontakte herzustellen. In den bald vier Jahren seit seinem Start wuchs das Netz auf 31 Stationen. Vor Kurzem wurde es durch die Zusammenarbeit mit einem niederländischen *Citizen-Sensing*-Projekt erweitert: Unter dem Namen *GammaSense*⁴ richtete eine gemeinsame Initiative mehrerer niederländischer NGOs im vergangenen Jahr ein Netz für die Radioaktivitätsmessung mit 30 vorwiegend in den Niederlanden positionierten Sensorstationen ein. Da sich die Erfassungsgebiete der beiden Netze geografisch ideal ergänzen, wurde eine gegenseitige Nutzung der Messdaten vereinbart. Als erster Schritt wurde eine Auswahl von *GammaSense*-Stationen in die TDRM-Landkarte integriert, deren Lage für die belgischen AKWs relevant ist.

Wie sieht es mit der Nachhaltigkeit aus?

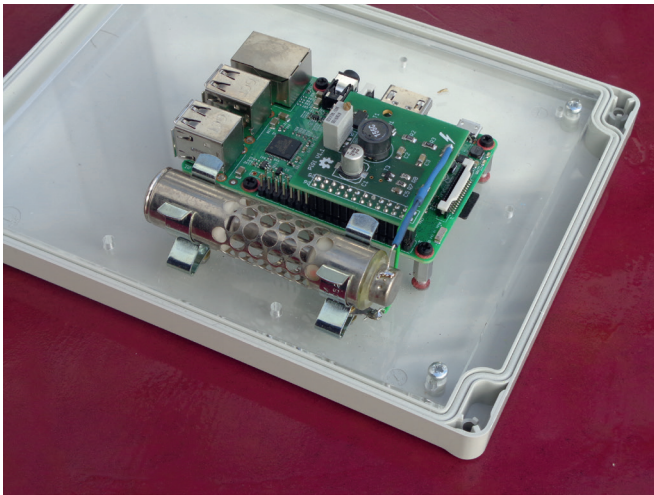
Auf der Erfolgsseite steht ein seit Beginn unterbrechungsfreier Betrieb des TDRM-Netzes. Ermutigendes Feedback gibt es regelmäßig, und noch immer melden sich Interessenten an neuen Standorten, die ihre Sensorstation sogar nach Vorgaben und mit Unterstützung des TDRM-Projekts selber aufbauen. Inzwischen teilt auch der regionale Katastrophenschutz die Sorge, durch schleppende Benachrichtigung im Ernstfall wertvolle Zeit zu verlieren. Nach anfänglichen Berührungsängsten wird das TDRM-Netz als eine zusätzliche Informationsquelle akzeptiert und vereinbart, dass auffällige Messergebnisse von TDRM-Stationen in AKW-Nähe automatisch an verantwortliche Mitarbeiter weitergegeben werden. Ein Beispiel einer gelungenen Kooperation zwischen NGO und Behörde!

Ein Erfolg ist auch, dass das gemeinsame Eintreten gegen die Nutzung der Atomenergie sehr unterschiedlich aufgestellte und agierende NGOs zusammengeführt hat: Während das TDRM-Projekt den in einer Risikoregion lebenden Menschen zu jeder



Zeit eine aktuelle Einschätzung der Gefahrenlage ermöglichen will, zielt das GammaSense-Projekt auf die aktive Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern an der Sammlung von Umweltdaten für eine nachhaltige Entwicklung unseres Lebensraums. Unterschiedliche Konzepte der Netze sind die Folge. Offene Schnittstellen helfen jedoch, trotz heterogener Funktionalität die Messdaten zusammenzuführen und übergreifend zu nutzen.

Diese Kooperation zeigt darüber hinaus, wie viel nachhaltiger die zahlreichen Citizen-Sensing-Initiativen⁵ mit einer Zusammenführung ihrer Daten wirken könnten. Es ist wohl unvermeidlich, dass jede Initiative wieder mit neuen Ideen und Konzepten, mit unterschiedlichen Zielen und Randbedingungen beginnt. Sinnvoll wäre aber gerade deshalb, einheitliche Schnittstellen zu entwickeln, um Zusammenarbeit zu fördern und Synergien zu nutzen.



TDRM-Station. Foto: TDRM Dietrich Meyer-Ebrecht

Kritische Komponente aller Citizen-Sensing-Netze sind die Sensorstationen mit ihrem Aufwand für die Erstellung und Betreuung im Betrieb. Professionell entwickelt und gefertigt sind die Gerätekosten ein begrenzender Faktor für ihre Verbreitung. Der Selbstbau nach Anleitung spart Ressourcen, auch mit Bausätzen wie beim *Multigeiger-Citysensor*-Projekt.⁶ Er erfordert jedoch zumindest rudimentäre IT-Kenntnisse, praktische Fertigkeiten und Zeit. Zeit und Kenntnisse sind in jedem Fall auch für die Betreuung der Sensorstationen erforderlich. Ihr zuverlässiges Funktionieren hängt zuallererst vom Engagement vor Ort ab. Wenn Stationen nicht regelmäßig kontrolliert werden und bei ihrem Ausfall vor Ort Hand angelegt oder Unterstützung angefordert wird, können Stationen dauerhaft ausfallen.

Die Topologie der Netze folgt im allgemeinen den Orten, an denen sich engagierte Menschen mit den nötigen Vorausset-

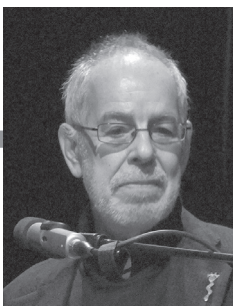
zungen und der Bereitschaft finden, Geld und Zeit zu investieren. Anders beim TDRM-Netz. Hier wurde die Topologie gezielt geplant. In den relevanten Regionen interessierte Menschen zu finden, hieß hier, sich auf das gemeinsame Engagement gegen die Atomkraftnutzung zu beschränken und weder IT-Kenntnisse noch Zeit für die Betreuung vorauszusetzen. Das wiederum hat zur Folge, dass ein zuverlässiger Betrieb der Stationen nur mit einer Fernbetreuung zu gewährleisten ist, mit regelmäßigem Zeiteinsatz: Ausfälle werden vom Server automatisch gemeldet, und per Email oder Telefon wird der Kontakt zur Betreiberin oder zum Betreiber der Station aufgenommen, um den Fehler zu lokalisieren und zu beheben und, wenn erforderlich, den Austausch einer Komponente oder der Station zu organisieren.

„Your concern on the amount of offline stations is right. I think it mostly has to do with people who received a sensor [station] that were not able to configure it due to a lack of technical skills. I know they all worked when we handed them out in our meetup, but not all people have the same kind of drive to install the device properly. Some of them had no WiFi coverage at the place where they installed it and then gave up. [...] My main conclusion is that for such a project you need a strong community of people that are willing to keep it working.“⁷

Nicht nur Geld und Zeit, sondern vor allem ein anhaltendes Engagement auf beiden Seiten – bei den Initiatoren und bei den Stations-BetreiberInnen – sind es schließlich, die ein Citizen-Sensing-Projekt erfolgreich und nachhaltig machen.

Anmerkungen

- 1 Tihange-Doel Radiation Monitoring (TDRM), Website: tdrm.eu
- 2 PiGI – RaspberryPi Geiger-Müller Interface: apollo.open-resource.org/lab:pigi
- 3 Daniel Brückner, Peter Kämmerling, Gerd Krenzer, Dietrich Meyer-Ebrecht und Mike Rabald, „Tihange-Doel Radiation Monitoring – Wenn das Vertrauen in Behörden und Unternehmen fehlt“, *FifF-Kommunikation* 1/2018, S. 6 ff, Download: fiff.de/publikationen/fiff-kommunikation/fk-2018/fk-2018-1/fk-2018-1-content/fk-1-18-p6.pdf
- 4 GammaSense – Citizens Measuring Gamma Radiation: gammasure.org
- 5 Übersicht über Citizen-Sensing-Netze auf den TDRM-Webseiten: tdrm.fiff.de/index.php/strahlungspegel/andere-messnetze-de
- 6 EcoCurious, „Geigerzähler löten und eigenes Strahlungs-Meßnetz aufbauen“: ecocurious.de/projekte/multigeiger-2, Geiger Map: multigeiger.citysensor.de
- 7 Lodewijk Loos, GammaSense-Projekt, in einer Email an den Autor. Anders als GammaSense nimmt das Multigeiger-Citysensor-Projekt Stationen, die länger als eine Woche offline waren, von der Webseite.



Dietrich Meyer-Ebrecht

Dietrich Meyer-Ebrecht war lange Jahre stellvertretender Vorsitzender des Fiff. Bis 2004 war er Inhaber des Lehrstuhls für Bildverarbeitung der RWTH Aachen.

Digitale Nachhaltigkeit von Lehr- und Lernkulturen der Informatik

In unserem Workshop Nachhaltigkeitskultur in der Informatik bei der FlFFKon 2019¹ haben wir diskutiert, wie wir „in und durch unsere Hochschullehre und Lernkulturen umweltbewusste ressourcenschonende Haltungen und Verantwortungsbewusstsein bei unserem Tun als InformatikerInnen stärken“ können (Erb et al. 2020, S. 40). Basierend auf diesen Diskussionen sowie auf unseren Erfahrungen angesichts des aktuell rasanten Ausbaus der Online-Lehre an den Hochschulen möchten wir in diesem Beitrag auf Aspekte der digitalen Nachhaltigkeit von Lehr- und Lernkulturen der Informatik sowohl in Präsenzveranstaltungen als auch bei der Online-Lehre und ihren Infrastrukturen eingehen. Am Beispiel der Hochschule Bremerhaven zeigen wir zudem Schritte zu einer digitalen Souveränität der Online-Lehre, einer wichtigen Voraussetzung, um Nachhaltigkeit in digitalen Lehr- und Lernkulturen zu erreichen.

Digitale Nachhaltigkeit

Erfreulicherweise ist digitale Nachhaltigkeit kein Nischenthema mehr, sondern wird auf vielen wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Ebenen diskutiert und auch von der Bundespolitik aufgegriffen: So haben sich die Ressorts des Bundes „verpflichtet, vor allem drei Ziele anzustreben:

- Energieeffiziente Rechenzentren
- Nachhaltige Beschaffung von Hardware
- Zertifizierung mit dem Blauen Engel“ (BMU, o.D.)

So heißt es auf der Seite „Nachhaltige digitale Transformation“ des Bundesumwelt-Ministeriums (BMU), das zur Bearbeitung dieses Themas eine Digitalagenda herausgegeben hat. Die Agenda umfasst mehr als 70 Maßnahmen, mit denen Energie- und Ressourcen-Verbräuche bei Entwicklung und Einsatz digitaler Technologien gesenkt werden sollen:

„Es geht längst nicht mehr nur um milliardenfach vernetzte Geräte im Internet der Dinge. Die Umweltwirkungen des Zusammenspiels von Speicher, Software und Rechenleistung in der Cloud sind für die Nutzerinnen und Nutzer weder fassbar noch kontrollierbar. Damit steigt die unternehmerische Verantwortung von Entwicklern, Herstellern und Betreibern von Geräten, Software und Rechenzentren. Die Umweltpolitik muss eingreifen und die richtigen Rahmenbedingungen und Anreize setzen, um den ökologischen Fußabdruck der Digitalisierung zu begrenzen.“ (BMU 2020, S. 7)

Als eine Maßnahme hebt das BMU den Blauen Engel hervor, der vor allem in der Software einen wesentlichen Hebel für digitale Nachhaltigkeit sieht:

„Zwar verbraucht die Hardware die Energie, aber die Software löst den Energieverbrauch aus. Das Softwaredesign und die Programmierung der Software haben auch Einfluss auf die Ausstattung der Hardware und sind somit auch verantwortlich für den Austausch vermeintlich leistungsschwacher Hardware.“ (Blauer Engel, o. D.)

Mit dem Blauen Engel soll erreicht werden, „dass Software schonend mit Hardware-Ressourcen umgeht, energiesparsam und auf älterer Hardware lauffähig und langfristig updatefähig ist.“ (BMU 2020, S. 8) Mit dem Blauen Engel zertifizierte Software zeichne sich „durch hohe Transparenz und Autonomie aus. Um das Rüstzeug für eine umweltschonende Programmierung

schon in der Ausbildung von Programmierern und Programmierern zu schaffen, entwickeln und initiieren BMU und UBA einen Lehrplan sowie ein Netzwerk für ‚Grünes Coden‘.“ (a.a.O.)

Es ist also die Informatikausbildung gefragt, diesen Lehrplan umzusetzen. Am Institut für Informatik der Universität Bern gibt es bereits eine *Forschungsstelle Digitale Nachhaltigkeit*. Nach ihrer Definition besagt Digitale Nachhaltigkeit,

„dass digitale Wissensgüter ressourcenschonend hergestellt, frei genutzt, kollaborativ weiterentwickelt und langfristig zugänglich gesichert werden“.

(https://www.digitale-nachhaltigkeit.unibe.ch/forschung/digitale_nachhaltigkeit/index_ger.html)

Diesen Grundgedanken, den Open-Source-Ansatz eng mit digitaler Nachhaltigkeit zu verknüpfen, verfolgen wir auch in Bremerhaven. Bevor wir darauf zurückkommen, gehen wir zunächst auch auf Hardware-bezogene Ansätze zur Schaffung nachhaltiger Lernkulturen in der Informatik ein.

Digitale Nachhaltigkeit in der Informatik

Unsere Erfahrungen in Informatik-Lehrveranstaltungen zeigen, dass Studierende schon bald nach Studienbeginn bevorzugt ihre eigenen Notebooks nutzen und selten auf die in Laboren zur Verfügung stehenden Rechner der Hochschule zurückgreifen. Unabhängig von ihrer Nutzung werden Laborrechner jedoch routinemäßig alle paar Jahre gegen die neueste Technik ausgetauscht und verursachen damit hohe ökonomische und ökologische Kosten. Um diesen überflüssigen Ressourcen-Verbrauch zu reduzieren, verfolgen wir die Leitidee, mit *minimalistischer Technik* auszukommen. Das erreichen wir insbesondere durch

- das Konzept *Bring your own device* (BYOD) ergänzt durch die Vergabe von Leihnotebooks
- und die weitestgehende Nutzung von aufbereiteter (*refurbished*) Hardware.

Bring your own device

Informatiklabore sind bisher meist durch Tischreihen mit Arbeitsplatzrechnern gekennzeichnet und verbreiten eine äußerst unkommunikative Atmosphäre. Studierende verschwinden hinter den Monitoren und werden Teil der Mensch-Maschine-Schnitt-





stelle statt einer lebendigen Lernkultur. Um unsere Vorstellungen von innovativen Lehr- und Lernformen umzusetzen, in denen Studierende zu Teamarbeit und praktischer Erarbeitung des Lernstoffs motiviert werden, und um andererseits den ökologischen Fußabdruck der Hardwareausstattung unserer Labore zu verringern, haben wir die Lernumgebungen in einigen Informatiklaboren der Hochschule Bremerhaven bereits umgestaltet: Tische sind zu Lerninseln mit Auflademöglichkeiten und Netzzugang gruppiert. Darauf stehen keine Arbeitsplatzrechner, sondern es ist Platz für Notebooks oder auch für Plakatpapier, auf dem sich kreative Ideen gemeinsam entwerfen lassen. Das Mitbringen eigener Notebooks nach der Devise *Bring your own Device* (BYOD) hat sich bei den meisten Studierenden schnell durchgesetzt. Indem sie ihre persönliche Infrastruktur nutzen, festigen sich die digitalen Fähigkeiten der Studierenden, ganz nach dem „Use ICT to Learn“-Prinzip. (vgl. Welz/Stürmer 2020, S. 10). Um niemanden zu benachteiligen, stellen wir gerade in der Anfangszeit eine Reihe von einfachen Notebooks zum Ausleihen zur Verfügung. Während vor einiger Zeit die mitgebrachten Geräte noch vielfach als Statussymbol galten und möglichst neu und leistungsstark sein mussten, gelingt es immer mehr, eine Kultur des technischen Minimalismus zu etablieren, in der die Nutzung von Refurbished-Hardware als *in* gilt.

Refurbished Hardware

Von Beginn des Studiums an empfehlen wir Studierenden die Anschaffung preiswerter gebrauchter und wiederaufbereiteter Notebooks mit Ressourcen-sparenden Linux-Betriebssystemen und einer Grundausstattung von Open-Source-Software in der gleichen minimalistischen Art wie unsere Leih-Notebooks. Die technischen MitarbeiterInnen unterstützen ggf. bei der Installation.

In der Informatik haben wir eine Server-basierte Infrastruktur aufgebaut, die es Studierenden ermöglicht, auch mit leistungsschwächeren Refurbished-Notebooks moderne Cloud-artige Dienste zu nutzen (Web-Technologie, Automatisierung, Datensicherung, Versionierung, Container etc.). Die Server dieser Infrastruktur bestehen ebenfalls weitgehend aus Refurbished-Beständen.

Durch die Nutzung aufbereiteter Hardware erzielen die Geräte eine deutlich längere Lebensdauer und sparen erhebliche Ressourcen. In einem Faktenblatt, das im Kontext des Klimastreiks (*Fridays for Future*) von der bereits erwähnten Berner Forschungsstelle Digitale Nachhaltigkeit veröffentlicht wurde, sind dazu die folgenden Angaben recherchiert worden:

„Schauen wir uns für ein Notebook den Energiekonsum über den Lebenszyklus an, so wird ersichtlich, dass der initiale Energieverbrauch (Herstellungsphase) den Energiebedarf bestimmt. Für die Herstellung eines Notebooks werden ca. 1.850kWh benötigt. Der jährliche Energiebedarf liegt zwischen 13-100kWh. Bei einer üblichen Nutzungsdauer von 3 Jahren werden demzufolge max. 2.150kWh verbraucht. Verlängert sich die Nutzungsdauer auf 5 Jahre sind es max. 2.350kWh (66 % längere Nutzungsdauer bei 10 % höherem Energiebedarf).“ (Welz/Stürmer 2020, S. 10)

Die Verlängerung der Lebensdauer mobiler Geräte ist auch das Ziel der geplanten EU-Ökodesign-Richtlinie, nach der vorgeschrieben werden soll, „dass Hersteller Akkus und Displays austauschbar machen müssen und für eine Mindestfrist Ersatzteile oder Updates anbieten müssen.“ (BMU 2020)

Leider funktionieren Konzepte wie BYOD und die Nutzung minimalistischer Technik (noch) nicht in allen Informatiklaboren. Gerade in Bereichen, in denen auf die Nutzung kommerzieller Software gesetzt wird, sind die Studierenden häufig auf Laborrechner angewiesen, auf denen diese Software mit entsprechenden Lizenzen installiert ist. Selbst wenn Studierende eigene Lizenzen erhalten, verlangt die Software meist leistungsstärkere Rechner.

Es wäre ein erfolversprechender Ansatz für eine durchgängig nachhaltige Hardwareausstattung in allen Informatikbereichen, wenn konsequent Software verwendet würde, die nach dem *Blauen Engel für ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte* zertifiziert ist. Die Entwicklung umweltschonender Softwareprodukte streben wir auch in unserer Programmierausbildung an. Bereits ab dem 1. Semester vermitteln wir Informatikstudierenden, dass Software-Entwicklung mit transparentem, also gut verstehbarem, auch für andere einsehbarem Code für einen nachhaltigeren Software-Lebenszyklus sorgt, da Software dadurch leichter zu warten, zu erweitern und zu aktualisieren ist. Das vom BMU und Bundesumweltamt (UBA) geplante Curriculum *Grünes Coden – Software umweltfreundlich programmieren* (BMU 2020, S. 8) ist eine gute Unterstützung auf diesem Weg.

Digitale Souveränität

Zur Nachhaltigkeit von IT-Infrastrukturen gehört auch deren nachhaltige Nutzbarkeit angesichts von sich möglicherweise ändernden Lizenzbedingungen und Gesetzgebung, auch zum Datenschutz. Bei Cloud-Diensten und anderen IT-Dienstleistungen von kommerziellen Anbietern, noch dazu aus dem nicht-europäischen Ausland, ist diese Nachhaltigkeit nicht verlässlich gegeben. Insbesondere der 2018 in den USA in Kraft getretene *CLOUD Act* steht der europäischen Datenschutzgesetzgebung entgegen (vgl. Datenschutz.org 2018). Er regelt den Zugriff der USA auf im Ausland gespeicherte Daten von US-Bürgern, und danach kann es Internetfirmen verboten werden, Kunden über die heimliche Abfrage ihrer Daten zu informieren.

Da bisher viele Internetdienstleistungen und die aktuell oft genutzten kommerziellen Webkonferenzdienste über Server im außereuropäischen Ausland abgewickelt werden, bekommt die Forderung nach *digitaler Souveränität* besondere Aktualität. Sie zielt auf die Nachhaltigkeit der datenschutzgerechten Dienstleistung ab:

„Zusammengefasst ist digitale Souveränität die Fähigkeit einer Organisation oder eines Individuums, selbst und sicher bestimmen zu können, wer unter welchen Bedingungen, mit welcher Software und für welchen Zweck auf die eigenen Daten zugreifen kann.“ (Open Source Business Alliance 2019, S. 6)



Konkret bezogen auf Cloud-Dienste bedeutet dies, dass der

„Staat oder die Behörde sich außerdem immer die Frage nach Ausweichmöglichkeiten für die Situation stellen muss, in der der ausgewählte Cloud-Dienst vom Anbieter nicht zur Verfügung gestellt werden kann oder darf. Auch hier hilft die pragmatische Sicht auf die Dinge („Das ist der führende Anbieter, was soll da schon passieren?“) im Ernstfall nicht weiter. Die eigene Anwendung darf also niemals so abhängig von einem einzelnen Cloud-Anbieter werden, dass man sie nicht mit geringem Aufwand zu einem anderen Anbieter übertragen kann. Eine Herausforderung, die insbesondere dank Open Source und offener Standards gut zu adressieren ist – sofern man diese Herausforderung annimmt. Und gerade bei den eigenen Diensten und Daten sind Staat, Behörden und Bürger auf eine Verfügbarkeit angewiesen, um im Zweifel handlungsfähig zu bleiben.“ (Open Source Business Alliance 2019, S. 10)

Angesichts der vermehrten Nutzung von digitalen Medien während der Corona-Pandemie sagt Rena Tangens vom Verein Digitalcourage:

*„Wir haben es jetzt in der Hand, eine gewisse digitale Souveränität in Europa zu schaffen“
(zitiert nach Bergt 2020)*

Einen Beitrag dazu versucht die Hochschule Bremerhaven mit dem Ausbau ihrer Infrastruktur für die Online-Lehre zu leisten. Dieses Beispiel, das begleitet wurde von zum Teil sehr kontrovers geführten Diskussionen, stellen wir im Folgenden vor.

Aufbau einer digital souveränen Infrastruktur für Online-Lehre

Zu Beginn der Corona-Krise stand bei vielen Bildungsinstitutionen die Abwägung zwischen schnellem Aufbau der nun notwendigen Infrastruktur für das *digitale Semester* einerseits und der Nachhaltigkeit der geschaffenen Lösungen andererseits im Vordergrund. Nachhaltigkeit bezieht sich hier wieder auf die Dimensionen *ökologische Verträglichkeit* und *langfristige Wartbarkeit*. Während manche Institutionen die schnelle Sicherstellung der vermeintlich notwendigen Ressourcen über kommerzielle Anbieter und ihre proprietären Plattformen in den Vordergrund stellten, war bei anderen Hochschulen – so auch bei uns – die Orientierung an Open-Source und an auf eigener Infrastruktur gehosteten Systemen selbst gestellte Maßgabe. Diese Ausrichtung ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass die Hochschule – insbesondere die Hochschulleitung – für den Schutz der personenbezogenen Daten ihrer Hochschulangehörigen verantwortlich ist.

Neben dem Schutz personenbezogener Daten spielen dabei auch die *Schutzziele der Informationssicherheit* – Vertraulichkeit, Verfügbarkeit und Integrität – eine erhebliche Rolle, insbesondere bei vertraulichen Gesprächen. Lehrveranstaltungen, in denen Lehrende und Studierende interagieren, gehören zu einem solchen besonders schützenswerten, vertraulichen Raum. Daher wurde seitens der Hochschulleitung die erste Priorität auf

die selbst betriebenen Werkzeuge zur digitalen Kommunikation gesetzt (siehe <https://www.hs-bremerhaven.de/digitales-semester>). Die Hochschule schätzt den Vorteil, dass sie diese Werkzeuge auf Basis von Open Source selbst „beherrschen“ kann und sie von Hochschulangehörigen sowie von der Open-Source-Community auf der Code-Ebene einsehbar sind. Damit ist Transparenz über die Funktionsweise der Werkzeuge gegeben. Der (personenbezogene) Datenverkehr läuft nur über Systeme/Server, die von der Hochschule selbst administriert werden. Der Anforderung Datenschutz wird dabei eine höhere Priorität eingeräumt als der Anforderung, dass *alle Teilnehmenden* einer virtuellen Konferenz *mit Video* teilnehmen können. Damit verfolgt die Hochschule Bremerhaven eine Strategie der digitalen Souveränität für die Online-Lehre und propagiert einen nachhaltigen Umgang mit den vorhandenen Ressourcen.

Die Hochschule hat eine Basis-Infrastruktur für die Online-Lehre aufgebaut mit *Ilias* als Lernmanagement-System, einem *Jitsi*-Server als niederschwelligem Angebot für Audio-/Videokonferenzen von studentischen Arbeitsgruppen, virtuellen Seminarräumen auf einem *BigBlueButton*-Server sowie einem Streaming-Server insbesondere für größere Veranstaltungen. Diese Angebote werden mittlerweile gut angenommen. Das spiegelt sich wieder in vielen positiven Rückmeldungen von Lehrenden und Studierenden, die sich an die solidarischen Regeln in Bezug auf Nutzung von Videos halten.

Digitale Nachhaltigkeit von Lehrformaten

Zwar sind wir eine kleine Hochschule mit etwa 3000 Studierenden, einige Veranstaltungen sprengen aber auch bei uns deutlich die noch sinnvoll mit Videokonferenz-Systemen durchführbare Größenordnung von 100 Teilnehmenden. So war das erste Projekt, eine Streaming-Infrastruktur aufzusetzen, über die Veranstaltungen aller Größenordnungen durchgeführt werden können. Dank der Voraussetzung, dass es bei uns an der Hochschule eine Infrastrukturgruppe gibt, die zwar von Lehrenden betreut wird, aber aus etwa zehn bis fünfzehn freiwilligen Studierenden aus den Informatik-Studiengängen besteht, ließ sich das innerhalb von zwei Wochen bewerkstelligen.

Angesichts der Tatsache, dass Lehrende nicht unbedingt mit der für Streaming notwendigen Software vertraut sind und sich die gleichzeitige Bedienung der Software und die Konzentration auf die neue Lehrform vor der Kamera herausfordernd gestaltete, setzten wir auf ein abgestuftes Konzept: Ein Teil der Vorlesungen wird von studentischen Hilfskräften betreut. Sie übernehmen gewissermaßen die Regie, indem sie das Streaming von gesonderten Notebooks aus durchführen und den jeweiligen Chat betreuen, der als Rückkanal für Nachfragen der VeranstaltungsteilnehmerInnen immer zur Verfügung steht. Im Gegensatz zu Videokonferenzen existiert beim Streaming ein prinzipbedingter Versatz von 15 bis 30 Sekunden, was zunächst die Befürchtung erzeugte, das würde die interaktive Lehre beeinträchtigen. Mit zunehmender Erfahrung ließ sich dieser anfängliche Nachteil durch ein ausgewogenes Wechselspiel zwischen Vorlesungsstil und Gruppenarbeiten in Jitsi oder BigBlueButton (BBB) mehr als ausgleichen. Im Verlaufe der Wochen eigneten sich die studentischen Hilfskräfte gemeinsam die Open-Source Streaming-Software OBS an, so dass Szenenwechsel, unterschiedliche Kame-



ras und Einblendungen der Desktops der Lehrenden zur Routine wurden. Gestreamt wurde aus Datenschutzgründen nicht über die bekannten Streaming-Plattformen, auch hier wurde mit der Serversoftware *nginx* und einem ebenfalls freien Videoplayer eine erstaunlich leichtgewichtige Infrastruktur aufgesetzt. Dabei zeigte sich, dass ein einzelner kleiner Server mit einer Gigabit-Anbindung bis zu 900 TeilnehmerInnen versorgen kann – gegebenenfalls durch Kaskadierung ein Vielfaches. Der einzelne Stream konnte bei etwa einem Megabit pro Sekunde gehalten werden – so dass auch schlecht angebundene Studierende mit – zuvor von uns ja empfohlener – älterer Hardware im Allgemeinen problemlos folgen konnten. Einige Lehrende ließen den Stream aufzeichnen und im Nachhinein in die vorhandene Lernplattform der Hochschule stellen, andere verzichteten bewusst darauf, um gerade in der Corona-Zeit durch Veranstaltungsbeginn und -ende den Studierenden eine Tagesstruktur zu geben. Mittlerweile streamen einige Lehrende ihre Veranstaltungen aus dem Homeoffice und werden auch dabei – verbunden über Jitsi – von Studierenden betreut.

Auch wenn das Streaming vor Corona in Nachhaltigkeitsdiskussionen als eine Ursache des zunehmenden Ressourcen-Verbrauchs durch Digitalisierung diskutiert wurde, ist es im Falle der Online-Lehre eine gute Alternative zu Videokonferenz-Systemen. In der konkreten Anwendung spart es Ressourcen und lässt sich mit den vorhandenen Geräten und bei Studierenden vorliegenden Internetanschlüssen einsetzen, weil es geringere Anforderungen an die Endgeräte stellt.

Fazit

Die Diskussionen über nachhaltige digitale Infrastrukturen haben insbesondere durch den Schub der Digitalisierung in der aktuellen Situation der Corona-Pandemie an Bedeutung zugenommen. Es ist unsere Aufgabe, dies in die Lern- und Lehrkultur

der Informatik aufzunehmen, um das Verantwortungsbewusstsein von InformatikerInnen zu stärken. Am Beispiel der Entwicklung einer nachhaltigen Infrastruktur für Online-Lehrformate der Hochschule Bremerhaven erkennen wir den starken Einfluss, den eine Lehr- und Lernkultur der Informatik nehmen kann, die auf digitale Nachhaltigkeit setzt.

Referenzen

- Bergt, Svenja (2020): Digitalisierungsschub durch Corona. Die Weichen werden gerade gestellt. In taz, 30.4.2020. (Online unter: <https://taz.de/Digitalisierungsschub-durch-Corona/!5681076/>, abgerufen am 19.6.2020)
- Blauer Engel (o. D.): Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte. (Online: <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/elektrogeraete/ressourcen-und-energieeffiziente-softwareprodukte/ressourcen-und-energieeffiziente-softwareprodukte>, abgerufen am 19.6.2020)
- BMU 2020: Umweltpolitische Digitalagenda. (Online: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Digitalisierung/digitalagenda_bf.pdf, abgerufen am 19.6.2020)
- BMU (o. D.): Wie Green IT sich wandelt. Nachhaltige digitale Transformation. (Online: <https://www.bmu.de/themen/europa-internationales-nachhaltigkeit-digitalisierung/digitalisierung-und-umwelt/nachhaltige-digitale-transformation/>, abgerufen am 19.6.2020)
- Datenschutz.org (2018): CLOUD Act kommt – Klarheit für internationalen Datenzugriff der USA.
- Pressemeldung 19.4.2018. (Online: <https://www.datenschutz.org/cloud-act-kommt-klarheit-fuer-internationalen-datenzugriff-der-usa/>, abgerufen am 19.6.2020)
- Erb, Ulrike; Oliver Radfelder; Karin Vosseberg (2020): Arbeitsgruppe: Nachhaltigkeitskultur in der Informatik. FlfF-Kommunikation 1/2020, S. 40-43
- Schröder, Alfred; Lothar K. Becker; Ingo Wichmann (2019): Handreichung der OSBA: Cloud und digitale Souveränität. Open Source Business Alliance e.V.. (Online unter: <https://owncloud.osb-alliance.de/s/DyqTH3dsKlFGTta>, abgerufen am 19.6.2020)

Ulrike Erb, Oliver Radfelder und Karin Vosseberg

Prof. Dr.-Ing. **Ulrike Erb** ist seit 2003 Professorin an der *Hochschule Bremerhaven*, wo sie in den Informatikstudiengängen sowie im Studiengang Digitale Medienproduktion in den Bereichen Software und Media Engineering unterrichtet und nachhaltiges Design als wichtiges Qualitätskriterium ansieht. Die Vermittlung der sozialen Verantwortung von Informatikerinnen und Informatikern ist ihr ein besonderes Anliegen.

Weitere Informationen unter: <https://informatik.hs-bremerhaven.de/uerb>.

Oliver Radfelder ist seit 2016 Professor in den Studiengängen Informatik und Wirtschaftsinformatik an der *Hochschule Bremerhaven*. Seinen Schwerpunkt in der Lehre legt er auf den bewussten Umgang mit Systemkomplexität. In diesem Sinne setzt er konsequent auf Open-Source-Software, um eine Kultur des Verstehens und Teilens von Wissen unter Studierenden zu befördern.

Weitere Informationen unter: <https://informatik.hs-bremerhaven.de/oradfelder>.

Karin Vosseberg ist seit 2009 Professorin in den Studiengängen Informatik und Wirtschaftsinformatik an der *Hochschule Bremerhaven*. Ihr Interessensschwerpunkt liegt auf Qualität von Software, insbesondere den konstruktiven und analytischen Maßnahmen zur Qualitätssicherung. Gemeinsam mit den KollegInnen aus dem Studienbereich Informatik möchte sie eine Lernumgebung schaffen, in der sich die Studierenden verantwortungsvoll mit ihrem Fach und der Fachkultur auseinandersetzen.

Weitere Informationen unter: <https://informatik.hs-bremerhaven.de/kvosseberg>.

Datenschutz.org (2018): CLOUD Act kommt – Klarheit für internationalen Datenzugriff der USA. (Online unter <https://www.datenschutz.org/cloud-act-kommt-klarheit-fuer-internationalen-datenzugriff-der-usa/> letzte Aktualisierung am: 19. April 2018, abgerufen am 19.06.2020)

Welz, Tobias; Matthias Stürmer (2020): Faktenblatt Nachhaltigkeit und Digitalisierung im Kontext des Klimastreiks (Fridays for Future). Universität Bern, Institut für Informatik, Forschungsstelle Digitale Nachhaltigkeit, Bern im April 2020

(Online: https://www.erz.be.ch/erz/de/index/direktion/organisation/mittelschul-_undberufsbildungsamt/ICTSchulenSekundarstufeII/FaktenblattNachhaltigkeitundDigitalisierung.assetref/dam/documents/ERZ/MBA/de/AL/ICT%20Strategie%20Schulen%20Sek%20II%202017-2021/Faktenblatt%20Nachhaltigkeit%20und%20Digitalisierung-de.pdf, abgerufen am 19.06.2020)

Anmerkung

1 siehe FlFF-Kommunikation 1/2020



Bernd Meiners

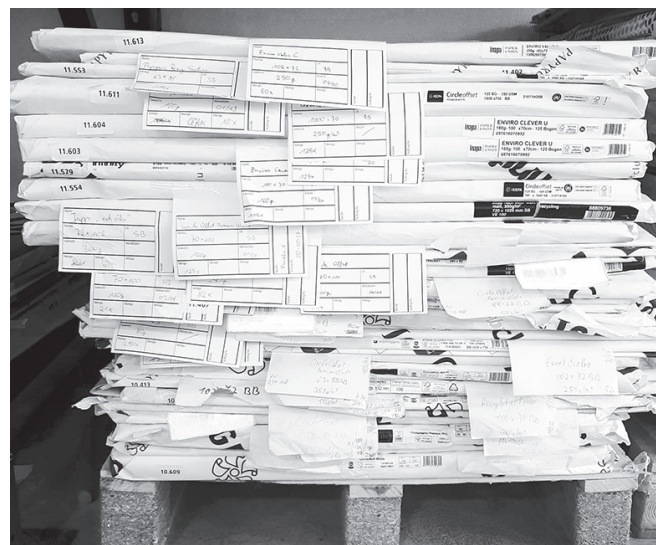
Global denken und lokal handeln

Gesellschaftliche Verantwortung am Beispiel unserer Druckerei Meiners

Seit 2001 haben wir mit dem FlFF zu tun und kommen in den Genuss, die Zeitschrift vierteljährlich nicht nur zu drucken, sondern auch zu lesen. Da gibt es Artikel, die sehr informativ, gut aufbereitet und in der Tiefe recherchiert sind, und manche, die einen den Kopf schütteln lassen ob des Blödsinns, der zeitweise veranstaltet wird. Die Zusammenarbeit mit den netten Menschen im Bremer Büro und dem Layouter Herrn Schroeder ist eng und konstruktiv. So kommt man dann auch mal dazu, über den Tellerrand zu schauen und über aktuelle Themen zu sprechen. Da der Inhalt der FlFF-Kommunikation schon seit Jahren auf Recyclingpapier gedruckt wird, freute ich mich 2015 sehr darüber, Herrn Schroeder berichten zu können, dass wir nun CO₂-neutral produzieren. Er fragte mich, ob ich nicht mal unsere Lösung vorstellen wolle, und jetzt wünscht sich die Redaktion eine Aktualisierung. Die schreibe ich gern, denn ein wichtiger Aspekt unserer Lösung ist, dass andere sie kopieren können.

Vorarbeiten

Am Anfang (1999) standen wir mit einem Neubau da, der wunschgemäß mit guter Außendämmung ausgeführt wurde. Beim Verlassen des Gebäudes sollten auf Knopfdruck die Lichter ausgehen. Damals wurde das von unserem Elektriker über Stromstoßschalter an einfachen Tastern gelöst. Als wir etwas später eine größere Maschine brauchten, haben wir eine Tabelle mit Parametern gemacht, die uns wichtig erschienen. Die Energieaufnahme war ein wesentlicher Punkt auf dieser Liste und deshalb fiel die Entscheidung für ein energiesparendes Modell. Als nach und nach die Fahrzeuge ausgetauscht werden mussten, haben wir uns bewusst für Modelle mit Erdgasantrieb entschieden. Die erreichten zur damaligen Zeit zwar nicht die Reichweite der Dieselfahrzeuge, dafür war aber die Effizienz hoch und die entstehenden Schadstoffe im Vergleich zu Modellen mit Benzin oder Diesel stark reduziert. Ich weiß nicht mehr genau, ob wir dann unsere Photovoltaikanlage zuerst auf das Dach gebracht oder aber auf den Bezug von Ökostrom gesetzt hatten, jedenfalls ist das eine abhängig vom anderen. Wer Ökostrom haben will, sollte auch welchen produzieren, und wer Ökostrom produziert, sollte ihn auch abnehmen. Privat hatte ich bereits Erfahrung mit Bussystemen in der Gebäudeautomation (KNX) gemacht und so entschloss ich mich, die Stromstoßschalter durch Schaltaktoren zu ersetzen. Das Licht wird heute von Präsenzmeldern geschaltet, unsere Server sind virtualisiert. Statt sieben PC laufen nur noch zwei Server. Parallel zogen wir einen externen Berater hinzu, der uns noch einige Maßnahmen zur Effizienz empfahl. Dazu gehörten das häufigere Reinigen von Kühlrippen, der Austausch ausgefallener Röhren gegen effizientere Modelle und das Verlagern der Kühlaggregate in die kühlere Nachbarhalle.



Recyclingpapier, Foto: Meiners

Ans Eingemachte

Dann (2012) kam der Geschäftsführer der gemeinnützigen Klimaschutzagentur *energiekonsens* (BEK) auf uns zu und fragte, ob wir denn nicht als nächsten Schritt die CO₂-neutrale Produktion einführen wollten. Nach kurzer Beratung erschien uns das sehr sinnvoll, und wir setzten uns mit *energiekonsens* und dem Energieberater zusammen und erstellten eine Tabelle mit den notwendig zu ermittelnden Faktoren für eine CO₂-neutrale Produktion. Für die CO₂-Bilanz¹ betrachteten wir die Energieversorgung, Wasser/Abwasser, Transporte, Mitarbeiteran- und -abreise, Hilfsstoffe (Farben, Alkohol, Reinigungsmittel), Druckplatten (Aluminium) und Papier. Am einfachsten ließen sich die

Parameter für Transporte und Mitarbeiteran- und -abreise gewinnen, gefolgt von Energieversorgung und Wasser/Abwasser. Die Berechnung der Parameter für Hilfsstoffe und Druckplatten war deutlich schwieriger. Wir setzten bestimmte allgemein bekannte Werte von Isopropanol an, bei den Farben legten wir einen Modellansatz des *Bundesverbandes Druck* zu Grunde. Beim Papier haben wir zunächst eine Jahresbilanz aufgestellt und uns die größten Posten herausgesucht. Für dieses Papier forderten wir dann Datenblätter zum CO₂-Ausstoß bei der Herstellung an. Was einfach schien, war komplizierter als gedacht, denn solche Datenblätter lagen nur vereinzelt vor, und viele unserer Lieferanten bekamen Fragezeichen auf die Stirn, was wir denn wohl damit bezwecken. Kurzum, einige Papierfabriken hatten das Thema bereits bearbeitet, während andere gänzlich uninformiert waren.

Nach Auswertung der Tabelle ergab sich, dass wir trotz unserer Sparmaßnahmen noch 41 t CO₂ erzeugt hatten, die wir nun irgendwie ausgleichen mussten. International gibt es den sogenannten Emissionsrechtehandel². Global agierende Unternehmen kaufen an den Energiebörsen sozusagen Verschmutzungserlaubnisse. Für unsere *Kleinigkeit* kam das aber nicht in Frage und wir machten uns auf die Suche nach einer regionalen Lösung. Im *Dorumer Moor*³ südlich von Cuxhaven gibt es große Flächen, die vor langer Zeit zur Torfgewinnung trockengelegt wurden. Der *BUND* hat auf eine Projektlaufzeit von 20 Jahren ausgerechnet, wie viel CO₂ eingespart werden könnte, wenn das Moor *wiedervernässt* wird, und bietet dafür Zertifikate für Firmen und Privatpersonen an. Wir haben anfangs 41 Zertifikate erworben. Mit den Mitteln aus dem Verkauf der Zertifikate konnte am 6. März 2015 die Wiedervernäsung beginnen. Der Zersetzungsprozess des Moors wird nun verlangsamt und wieder ein abwechslungsreicher Lebensraum geschaffen. Die neue Flora des Moors bindet CO₂ aktiv. Das Beste daran: Wir können von Bremen aus da hinarbeiten und uns das Ganze ansehen. Für uns war und ist es wichtiger, dass lieber 10 000 kleine Leute ein wenig machen als fünf große Unternehmen nichts. Auch Privatpersonen können Zertifikate kaufen. Was also hindert Sie daran, im Zuge des nächsten Flugs mal ein paar Mooraktien zu erwerben? Oder schauen Sie mal, was in Ihrer Region an Aktivitäten zum Thema stattfindet. Vielleicht gibt es ja ein tolles regionales Projekt?

Und die nächsten Schritte?

Weiterer Austausch von Beleuchtung, auch unsere angebaute Halle bekommt Photovoltaik auf das Dach, Beleuchtung und Beschattung weiter automatisieren, ... Es ist nun schon ein wenig her, seit wir 2015 einen Artikel in der *FfF-Kommunikation* zum Thema gesellschaftliche Verantwortung und Klimaschutz veröffentlicht haben. Damals haben wir berichtet, wie wir unsere komplette Produktion CO₂-neutral gestellt haben und welche Gründe wir dafür hatten. Nun in Zeiten von Corona tritt der Klimaschutz allenthalben kurzfristig in den Hintergrund.

Unsere CO₂-Neutralität konnten wir bisher beibehalten, Interesse an unserer Vorgehensweise und Nachahmer sind jedoch bisher nicht zu sehen. Unternehmen wollen professionelle Lösungen von Anbietern sowie offizielle Logos und Zertifikate. Leider bedeutet das auch, dass die Transparenz von Unternehmen keineswegs verbessert wurde. Zwar berechnen Dritte offiziell, wie viel CO₂ emittiert wurde, und das wird dann auch offizi-

ell ausgeglichen. Es ist aber nicht ersichtlich, wie groß der Fußabdruck eines Unternehmens tatsächlich ist, und ob überhaupt Anstrengungen unternommen wurden, die Emissionen vor der Kompensation zu verringern. *Greenwashing* steht im Raum: Auf dem Papier wird kompensiert, aber es ist nicht transparent, ob das Unternehmen wirklich im Sinn des Klima- und Umweltschutzes agiert.

Die folgende Tabelle stellt exemplarisch die Kosten für eine Kompensation dar (Stand Mai 2020):

Anbieter	Preis in EUR pro t CO ₂
https://friendsforclimate.org	15,00
https://climate-extender.de	18,72 / 21,36 / 20,28
https://www.natureoffice.com	20,67
https://www.atmosfair.de	23,00
https://www.primaklima.org	15,00 (Spende)
https://klima-kollekte.de	23,00

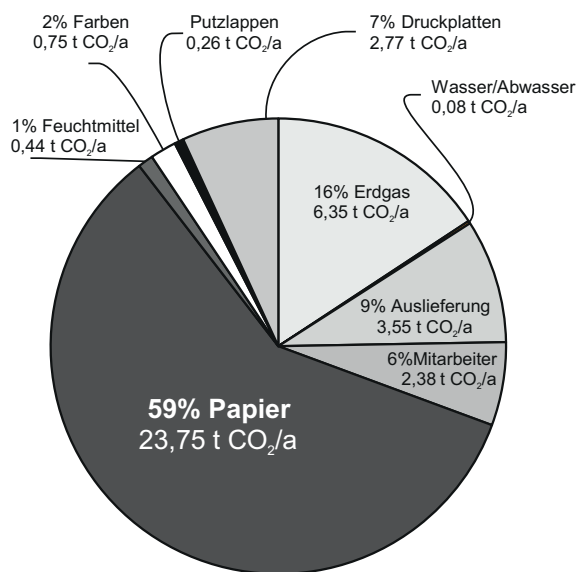
Nach Berechnungen des Umweltbundesamts [3] verursacht der Ausstoß einer Tonne CO₂ Kosten von rund 640 Euro. Das sind die Schäden, die in den nächsten 100 Jahren nach wissenschaftlicher Berechnung voraussichtlich entstehen werden durch die Zunahme von Wetterextremen und die Folgen wie Ernteausfälle oder der Verlust von Häusern. Das Umweltbundesamt empfiehlt daher Kosten von 180 EUR pro Tonne anzusetzen, mit einer Erhöhung auf 205 EUR für das Jahr 2030. Es gibt also deutliche Unterschiede zwischen den realen Kosten und den Empfehlungen. Wir haben für unser Moorprojekt zuletzt 28 EUR pro Tonne bezahlt und liegen damit höher als die beobachteten Marktwerte.

Was also bleibt?

Reduzieren und recyceln. Wir haben lange an einigen herkömmlichen Leuchtröhren festgehalten. Schließlich sind bei ihrer Herstellung Energie und Rohstoffe angefallen. Man kann einfach ausrechnen, wie stark die Energieaufnahme vom Stromnetz reduziert werden kann. Dann fällt es nicht mehr so schwer, sich von den Röhren zu trennen. Aber dabei kann man Pech haben. Von einer Charge von fünf LED-Röhren ist nach einem Vierteljahr nur noch eine geblieben. Alle anderen sind bereits defekt. Auch Markenröhren haben bei uns Ausfälle gezeigt. Viele Leuchtmittel sind nun bereits getauscht, problematisch ist immer noch die Druckerei. Es ist derzeit keine für uns bezahlbare LED-Beleuchtung zu bekommen, die auch den Anspruch einer *farb-richtigen* Beleuchtung zufriedenstellt.

Der Farbwiedergabeindex⁴ gibt einen Anhaltspunkt zur Lichtqualität. Wurden noch vor 10 Jahren LED-Leuchtmittel mit Ra < 80 akzeptiert, so ist mittlerweile ein Wert Ra > 80 Standard. Allerdings brauchen wir für den Abmusterungsbereich von Druckvorstufe und Druckerei eigentlich einen Wert von Ra = 100. Mit geeigneter Zusammenschaltung von LED verschiedener Bauserien lässt sich solch ein Wert fast erreichen. Da diese Leuchtmittel allerdings nicht in Massen gefertigt werden, sind sie recht teuer. Eine einzige Arbeitsplatzleuchte kostet dann fast 2.000 EUR. Wir halten also die Augen offen und prü-

fen neue Produkte bei Erscheinen. Aber wir haben eine weitere Möglichkeit genutzt und den Platz auf dem Dach der Anbauhalle mit einer weiteren Photovoltaikanlage belegt. Die Anlage hat einen Anschlusswert von 9,8 kWp, und wir nutzen die von der Anlage bereitgestellte elektrische Energie zu 80 % selbst. Trotz hohem Einsatz an Recyclingpapier bleibt Papier ursächlich für den größten Anteil unserer Emissionen. Unglücklicherweise ist im letzten Jahr auch noch ein großer Lieferant für Recyclingpapier wegen Insolvenz weggefallen,⁵ so dass weniger Recyclingpapier am Markt verfügbar war und damit die Preise gegenüber Frischfaserpapier noch einmal gestiegen sind. Der Inhalt der *FlFF-Kommunikation* wird seit Jahren auf Recyclingmaterial gedruckt, nur für den Umschlag gibt es leider aktuell nichts Passendes. Zur Anschauung das Ergebnis unserer Emissionsberechnung für 2018:



CO₂-Bilanz Meiners Druck

Der zweite große Posten ist die Heizenergie in Form von Erdgas, die stark witterungsabhängig ist. Trotz guter Dämmung lässt sich diese Position aktuell nicht mehr minimieren. Die Mobilität stellt den dritten großen Bereich. Wir liefern unsere Drucksachen mit Erdgas-betriebenen Fahrzeugen aus und versuchen, Lieferfahrten im Stadtbereich zusammenzufassen und Einzelfahrten zu vermeiden.

Wir verwenden nach wie vor Druckplatten aus Aluminium (AGFA Azura TS⁶), die mit einer Auswaschgummierung entwickelt werden. Unserer Meinung nach sind das die Platten mit den geringsten Umwelteinflüssen. Die restlichen Anteile liegen zusammen unter 5 % und machen das aus, was die meisten mit Druckereien assoziieren: Farben, Reinigungsmittel, Feuchtmittel/IPA, Chemikalien und Wasser. Seitdem Messungen über den

Polen das Ozonloch bekannt gemacht haben, sind FCKW in vielen Bereichen ersetzt worden, und auch in den Druckereien substituieren nicht flüchtige Reinigungsmittel die leicht flüchtigen. Isopropanol wird im Offsetdruck dem Feuchtmittel beigelegt, um auch bei feinen Rastern und Schmuck- und Metallic-Farben eine exzellente Druckqualität zu erreichen. Auch das lässt sich nicht mehr weiter reduzieren, ohne Nachteile für die Ergebnisse in Kauf zu nehmen.

Beiträge, die jeder Einzelne leisten kann: Recyclingpapier nutzen, wo immer es geht und sinnvoll ist. Nicht alles muss auf schneeweißem Papier gedruckt werden und nicht alles braucht *gestrichenes* Papier. Für Hygieneartikel lohnt es sich natürlich auch, auf Recyclingmaterial zurückzugreifen. Einige Papierfabriken bieten ihr Papier bereits CO₂-neutral ab Werk an, Beispiele sind *Envirotop*, *Color Copy*, *Nautilus*. Bei Druckaufträgen lohnt es sich danach zu fragen. Allerdings gilt auch hier, dass nicht transparent ist, was tatsächlich unternommen wird, um diese CO₂-Neutralität zu erreichen. Außerdem sollte man nachfragen, ob sich die Farbe beim späteren Recycling vom Papier entfernen lässt. *De-Inking*⁷ hilft, die hohe Papierqualität von Recyclingpapier zu erhalten.

Es bleibt festzuhalten, dass *Vermeidung immer vor Kompensation* erfolgen sollte. Auch kleine Dinge wie der Verzicht auf das Auto und das Nutzen des Fahrrads sind zwar nur Tropfen auf den heißen Stein, aber mit genügend Tropfen wird der auch kühler!

Referenzen/zusätzliche Links

- [1] Link: Kritischer Beitrag Faktencheck CO₂ Kompensation vom mdr: <https://www.mdr.de/nachrichten/panorama/faktencheck-co-zwei-kompensation-bluff-klimaprojekte100.html>
- [2] Zeitschrift Test: <https://www.test.de/CO2-Kompensation-Diese-Anbieter-tun-am-meisten-fuer-den-Klimaschutz-5282502-0/>
- [3] Umweltbundesamt: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/freiwillige-co2-kompensation-durch>

Anmerkungen

- 1 <https://www.prima-klima-weltweit.de/co2/kompens-berechnen.php#rechner>
- 2 <http://de.wikipedia.org/wiki/Emissionsrechtehandel>
- 3 <http://www.moor-land.de/index.php?id=67>
- 4 <https://de.wikipedia.org/wiki/Farbwiedergabeindex>; <https://www.isolicht.com/led-farbwiedergabeindex>
- 5 <https://www.euwid-papier.de/news/einzelansicht/Artikel/arjowiggins-fabrik-besse-sur-braye-wird-liquidiert.html>
- 6 <https://www.agfa.com/printing/products/azura-ts/?lang=de>
- 7 <http://pub.ingede.com/rezy/>



Bernd Meiners

Bernd Meiners ist seit 1987 im Druckgewerbe tätig und studierte Elektrotechnik an der Universität Bremen. Seit 1999 ist er Geschäftsführer von *Meiners Druck*. Derzeit arbeitet er an einem *Open Source Projekt* zur Hausautomation mit.

Alles unter Kontrolle – Version für Version

Informatisch nachhaltiges Versionieren

Wer kollaborativ arbeiten möchte, muss meist vorher die papierbasierte Arbeitsorganisation informatisch modellieren: Bei jedem Austausch werden Dateien, ja ganze Dateibäume, komplett ausgewechselt, die einen Arbeitsstand darstellen. Sie müssen dann erneut aufgerichtet werden. Daraus resultiert die immer wiederkehrende Übertragung großer Datenmengen. Die hier vorgestellte Lösungsvariante modelliert den Prozess als Arbeit, die dezentral organisiert wird, und es ermöglicht, ausschließlich die Daten zu übertragen, die geändert wurden (auch bei binär vorliegenden Daten, wie beispielsweise PDF-Dokumenten). Das verknüpft die kollaborative Arbeit mit informatischer Nachhaltigkeit; die Beteiligten können ökologisch verantwortungsbewusst und ökonomisch zielorientiert über verschiedene Informatiksysteme hinweg zusammenarbeiten.

Versionskontrollsysteme, etwa *git* oder *svn*, stützen das kollaborative Arbeiten durch gestufte Synchronizität und Möglichkeiten zur Verzweigung in Teilprojekte, die zu einem späteren Zeitpunkt wieder zusammengeführt werden können. Sie sind unabhängig von Plattformen und portierbar. Wie bereits diese globalen Eigenschaften belegen, sind Werkzeuge zur Versionskontrolle auch für Vorhaben ausgezeichnet geeignet, bei denen keine Software produziert wird: Sie schonen lokale Speicherressourcen, weil sie Redundanz vermeiden (Beispiel: von *mein-dokument.txt* zu *mein-dokument2.txt* zu *mein-dokument3.txt*). Außerdem wird die Menge zu übertragender Daten dank des differenziellen Transfers *erheblich* gesenkt. Die Einreichung und der Abruf von Daten erfolgen über *eine* konsistente Verzeichnisstruktur statt über E-Mail-Anhänge, die Mail-Clients und Mail-Server belasten. Die typische E-Mail mit 13 MB Anhang ist eine potenzielle Gefahrenquelle, weil Schadsoftware die E-Mail-Kommunikation unterwandern kann: die gefährliche E-Mail mit der *installiermich.exe*. Gestuft eingereichte Versionen lassen sich kommentieren und *mergen*; bisher endlose E-Mail-Beschreibungen sind kürzer oder werden ganz überflüssig. Das spart lange Telefonate oder Videokonferenzen. Was für Software-Entwicklung selbstverständlich ist, empfiehlt sich ausdrücklich auch für prinzipielle Dokumentenverwaltung, stets auf Basis rein textbasierter Dokumente zu arbeiten. Versionskontrollsysteme laden verstärkt dazu ein, da sie bei den rein textbasierten Formaten (wie *md*, *txt*, *csv*, *tex*) sehr komfortabel die Differenz zwischen zwei Versionen veranschaulichen; das ist insbesondere beim Mischen

verschiedener Versionsstränge hilfreich. Mit der reinen Textbasis eines Dokumentes können Konvertierungswerkzeuge (wie *pandoc* oder eigene Scripte, ...) eine für Druck- und Präsentation zwecke geeignete Layoutsicht generieren. Dadurch lässt sich schließlich eine nachhaltige Aktualisierung von *Produktkränzen* (*pdf*, *html*, *odt*, *docx*) durch die Modifikation einer einzelnen Datei (*md*, *txt*, *csv*, *tex*) erreichen.

Welche Kompetenzen sollte ich entwickelt haben? Aspekte der informatischen Modellierung

Um ein Versionskontrollsystem informatisch vernünftig anzuwenden, bedarf es schließlich ausgewählter Kompetenzen aus dem Bereich informatischer Modellierung:

- Ich kann mir Dokumentenstrukturen und Verzeichnisbäume selbständig erschließen, sie verändern und neu aufrichten.
- Ich kann die Trennung von *Struktur* – *Inhalt* – *Form/Layout* begründen und praktisch umsetzen/anwenden.
- Ich kann diverse Schnittstellen zur Nutzung grundlegender Verzeichnisstrukturen anwenden: *shell first*, *gui second*.

Was meinen die Leserinnen und Leser der FfF-Kommunikation?
Wir freuen uns auf Ihre Anregungen zur Diskussion.



Ludger Humbert und Daniel Losch

Ludger Humbert ist seit 1976 Diplom-Informatiker, Lehrer für Informatik und Mathematik an der Willy-Brandt-Gesamtschule in Bergkamen sowie seit 1997 Fachleiter für Informatik im Zentrum für schulpraktische Lehrerbildung in Hamm. Seit 2010 ist er Honorarprofessor an der Bergischen Universität Wuppertal und leitet dort das Fachgebiet *Didaktik der Informatik*.

Daniel Losch ist Lehrer für Informatik und Latein; seit 2017 forscht er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Bergischen Universität Wuppertal im Projekt *Kohärenz in der Lehrerbildung* (im Rahmen der *Qualitätsoffensive Lehrerbildung*). Sein Forschungsschwerpunkt liegt in der Untersuchung der Bedeutung textueller Darstellungsformen der Informatik für die allgemeine LehrerInnenbildung.

Grüne IT

Mit dem Umweltschutz ist das so eine Sache: Die meisten wollen eine intakte Umwelt. Aber möglichst, ohne den eigenen Lebensstil zu ändern. Fragt man nämlich, wer lieber mit dem Fahrrad einkaufen fährt als mit dem Auto, wer auf die Flugreise auf die Malediven (oder anderswohin) verzichtet und mit dem ersparten Geld dann teure Kleidung aus der EU kauft, dann wird die Luft recht dünn. Im Internet bzw. bei IT ganz allgemein geht es dann so ähnlich zu: Alle wollen Umweltschutz, kaum jemand tut etwas dafür.

Allerdings kommt bei moderner Technik ein weiteres Problem dazu: Eigentlich kennt sich damit niemand so wirklich aus, und ein unmündiges Publikum ist natürlich für die Hersteller ideal. Dem können sie alles ohne Vorbehalte verkaufen.

Hier eine kleine Auswahl an Fakten: Das Internet ist für ca. 2 % bis 4 % des planetaren Energieverbrauchs verantwortlich¹ und ist somit die größte und energieintensivste Maschine des Planeten. Die durchschnittliche Lebensdauer eines Smartphones ist deutlich kürzer als sie es – technisch – sein müsste,² und um ein durchschnittliches Smartphone zu bauen, benötigt man eine Unmenge verschiedener Metalle/Seltener Erden, von denen die meisten extrem umweltzerstörend durch Kinderarbeit und/oder in Kriegsgebieten durch Sklavenarbeit gewonnen werden³. Jährlich landen weltweit ca. 50.000.000 Tonnen Elektrogeräte im Schrott. Der Großteil von ihnen wird in Entwicklungsländer exportiert und dort oft von Kindern ohne Schutzausrüstung in Einzelteile zerlegt.

Jeder einzelne der angeführten Punkte wäre ja bereits für sich genommen skandalös, würde die ganze Problematik nicht im allgemeinen, medialen Grundrauschen untergehen. Dass sich im Grunde niemand mit dem modernen Technikram auskennt und daher in Zweifelsfall lieber das neuere, moderne Markengerät gekauft wird, macht es nicht gerade leichter all diese Trends umzukehren.

Gibt es auch einen Ausweg aus dem Dilemma? Ja klar! Ansatzpunkte zum Umweltschutz in IT und Internet gäbe es mehr als genug, aber es ist leider relativ kompliziert. Die Hersteller müssten bessere Informationen zur Verfügung stellen und die Verbraucherinnen und Verbraucher sich besser informieren. Auf alle Arten von Obsoleszenz müsste man halt verzichten. Ein langer Weg.

Wenn wir etwas kleinere Brötchen backen und auf individuelle Änderungen statt globales Umdenken setzen, können wir trotzdem eine Menge erreichen. Man kann das ganze moderne Technikzeug nämlich auch ökologisch(er) benutzen. Glücklicherweise gibt es viele Webseiten zu dem Thema und ein wenig Hausverstand hilft auch. Der wichtigste Faktor dabei: Vorher die Ressourcen bedenken! Daraus resultiert dann, dass man weniger surft und wirklich aktiv nutzt, was man konsumiert. Womit ich gute Erfahrungen gemacht habe:

1. Geräte immer gebraucht kaufen, sie möglichst oft reparieren (lassen),⁴ und sie verkaufen und/oder spenden, wenn man sie nicht mehr benötigt.
2. Es gibt einige (wenige!) zertifizierte Hersteller wie Fairphone. Die sollten natürlich bevorzugt werden.
3. Ganz allgemein sollte man sich vor jeder Tätigkeit im Web fragen, ob sie wirklich nötig ist. Sinnlos gestreamte Videos (beispielsweise als Hintergrundberieselung beim Arbeiten) oder das Schürfen von Bitcoins sind ressourcenlastig und sollten vermieden werden.
4. Auch Webseiten kann man übrigens so bauen, dass sie pro Aufruf deutlich weniger Energie benötigen. Ich biete das an, und in der Praxis merken die Nutzer keinen Unterschied. Die Rechenzentren des Hosters können ja auch mit erneuerbarer Energie betrieben werden, manche werben damit.
5. Linux ist langlebiger als Windows oder Mac.

Anmerkungen

- 1 Quelle: Die Zahlen zum Energieverbrauch schwanken etwas, je nachdem, was man jetzt als „Energieverbrauch des Internets“ bezeichnet. Z.B. ob man auch die Energie reinrechnet, die man benötigt um einen Computer zu bauen bzw. ihn nach der Fertigstellung zu transportieren. Im verlinkten Artikel wird von 1,7 % bis 3,7 % gesprochen, andere Quellen sagen 2 % bis 4 %. Z.B. <https://www.spektrum.de/news/das-internet-verbraucht-so-viel-energie-wie-der-flugverkehr/1693692>
- 2 Hier eine Quelle zu nennen ist schwierig. Theoretisch könnte ja jedes Elektrogerät „ewig“ halten, weil es immer wieder repariert werden kann. D.h. es gibt keine „offizielle Lebensdauer“ von Smartphones, die man dann mit der realen Lebensdauer vergleichen könnte. Zudem werden die Anforderungen an die Geräte ja tatsächlich immer höher und irgendwann könnte man (selbst wenn es unökonomisch wäre, weil das Neugerät günstiger ist) zwar noch immer reparieren, aber es hat keinen Sinn mehr, weil auf dem Gerät die aktuelle Software nicht mehr läuft.
- 3 Quelle: z.B. <https://utopia.de/ratgeber/handys-krieg-und-verwuestung-in-der-hosentasche/> oder <https://www.domradio.de/audio/bluthandys-warum-unsere-smartphones-so-gar-nicht-smart-sind>
- 4 Reparaturen: <https://de.ifixit.com>

Raphael Bolius

Raphael Bolius ist Webdesigner und -entwickler mit einem Faible für ökologische, soziale und kulturelle Projekte. Er betreibt ein Blog zum Thema Webdesign und hat im Oktober 2019 eine Linkliste mit Hintergrund-Information über nachhaltige Elektronik veröffentlicht (<https://gruenkraft.design/linkliste-nachhaltige-elektronik.pdf>).



Die Illustration ist eine Bearbeitung Raphaels dieser beiden Kupferstiche: <https://thegraphicsfairy.com/vintage-book-title-page-graphic/> und <https://thegraphicsfairy.com/vintage-clip-art-old-fashioned-sun-with-face/>



Paul Wielan

Nachhaltigkeit in IT, Beruf und Alltag

Ein paar kleine Ideen und Anregungen

Für die eilige Leserin/den eiligen Leser schreibe ich kurz auf, was wir in unserem Unternehmen tun. Dazu noch ein paar Ideen, die ich privat umsetze:

- Cloud-Verzicht so weit möglich und einen *Greenhoster* wie *BioHost* oder *Avalon Networks* mit beispielsweise *Nextcloud* nutzen. Mit *colo* können wir einen gebrauchten Server nutzen.
- Ökostrom für Büro und Zuhause, den liefern *Greenpeace* und andere.
- Auf Ökostrom folgend, natürlich das Selbsthosten.
- Eine vernünftige und verträgliche Menge der Arbeit zu Hause ermöglichen, dadurch und in Verbindung mit dem nächsten Punkt können die Büros kleiner sein.
- Für temporäre Projekte *Coworking Spaces* nutzen.
- Wo immer möglich gebraucht kaufen. Laptops, Drucker, Smartphones, Server etc. gibt es bei: *AFB social and green IT*.
- *Ecosia* als Suchmaschine, sie pflanzen Bäume. Wenn wir CO₂ schon nicht vermeiden können, ist ein Ausgleich dafür immerhin etwas.
- Telefon und Handytarife bei *Wetell*, *Inopla* oder *Goood*.
- Auf Reparierbarkeit bei Produkten achten. Wechselbare Akkus, große Auswahl an Ersatzteilen (Klassiker sind wohl die Business Laptops der drei großen Hersteller (*Thinkpad*, *Elitebook*, *Latitude*).
- Umweltfreundliche Reinigungsmittel stellen wir selbst her. Ein Beispiel ist der 50 : 50 gemischte Bildschirmreiniger aus weißem Essig (5 % Säure) und destilliertem Wasser.
- Prämien für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die mit dem Fahrrad zur Arbeit kommen.
- E-Mail-Anbieter wie *Posteo* oder *Mailbox.org*.
- Fahrradkuriere für Transporte.
- Eine regionale Ökokiste, wie *Brodowin*, *Märkische Kiste*, *Rübenretter*.
- Freie Software bzw. Open Source nutzen. Vorteile: OS-unabhängig, kein Cloud-, Aktivierungs- und Update-Zwang, kaum auslaufende Unterstützung. Beispiele sind *Firefox*, *Thunderbird*, *Nextcloud*, Custom ROMs wie *Replicant OS*, *Ubuntu Touch*, *Lineage OS* oder auch Linux/BSD-Distributionen.
- Ausgemusterte IT beispielsweise an *Labdoo.org* spenden.



Powerbank aus alten Akkuzellen, Foto Paul Wielan

Upcycling

Aus einem alten Laptop lässt sich noch so einiges machen. Etwa eine Powerbank aus den Akkuzellen, ein portabler Monitor oder eine Tageslichtlampe aus dem Monitor, die Webcam lässt sich als *smart-home*-Kamera nutzen und die Lautsprecher zu einer *BluetoothBox* umbauen. Das Mainboard kann mit einem Bildschirm zu einem *All-in-One* PC umgebaut werden. Siehe hierfür den Youtube Kanal von *DIY Perks*.

Referenzen

utopia.de
smarticular.de
invidio.us/search?q=DIY+Perks



Marcus Rohrmoser

Meine Werkzeuge

Energie- und datensparsam

Wie sich die Arbeit eines Schmieds von der eines Bäckers unterscheidet, so unterscheiden sich ihre Werkzeuge. Sie sind ihrer Aufgabe entsprechend speziell und oft selbst angefertigt oder angepasst. Ein Schmied hat einen stetig wachsenden Fundus an selbsterstellten Zangen, oft nur, um ein einziges Werkstück bei einem einzigen Bearbeitungsschritt zu halten. Die Werkzeuge an einem heutigen Computerarbeitsplatz sind dagegen von erstaunlicher Uniformität, aber dennoch mit seit Jahrzehnten exponentiell wachsendem Energie- und Speicherverbrauch. Man trifft das Quartett von Email-Client, Textverarbeitung, Präsentationserstellung und Tabellenkalkulation, meist vom Marktführer. Viele Benutzer haben niemals andere gesehen. In religiös anmutender Beharrlichkeit werden sie zweckentfremdet – wo man schon den Hammer hat, wird eben alles als Nagel behandelt. So werden selbst einfache Fließtexte mit dem DTP-fähigen Textverarbeitungsprogramm geschrieben und als Anhang per Email verschickt. Proprietäre Datenformate, deren Spezifikationen tausende Seiten füllen und mit der nächsten Softwareversion schon mal unlesbar wurden, anstatt einer simplen Abfolge von Buchstaben als Text einer Email.

Geht es auch anders?

Ich denke ja und möchte zeigen, wie das in meinem Alltag als Programmierer, Gewerbetreibender und Bürger aussieht.

Programmierung

Nach meinen Erfahrungen mit *Visual Studio* und *Android Studio* unter Windows empfinde ich *Xcode* zur Entwicklung von iOS Apps als angenehm zurückhaltend und wenig invasiv. Diese Entwicklerwerkzeuge werden stark durch die Zielplattform und die dafür notwendigen *Toolchains* bestimmt und ich nehme sie hin wie das Wetter. Davon abzuweichen erfordert engen Kontakt zur entsprechenden Community, ansonsten frickelt man sich ständig allein durch idiosynkratische Bugs. Das vermeide ich und folge bei den geschlossenen Plattformen dem Mainstream. Wenn ich die Wahl habe, vermeide ich GAFAM und komplexe Laufzeitabhängigkeiten und greife beispielsweise zu Linux (devuan.org, Manjaro, Ubuntu), *git*, *gogs*, *OCaml*, *fish*, *vim*, *lighttpd*, *ssh*, *mosh*, *rsync*. Das ist ein andauernder Prozess, hin zu kleinen, kooperierenden Monolithen und ohne Container. Wer dabei an die UNIX-Philosophie denkt, weiß genau, was ich meine.

Kaufmännisches und Steuer

Kontobewegungen und Buchungen, Liquidität und Einnahmenüberschuss für die Steuer bearbeite ich mit einer Tabellenkalkulation (LibreOffice). Ansonsten benutze ich keine weiteren Werkzeuge, hole Kontoauszüge online als CSV und reiche die Steuer über das Elster Webportal ein. Zur Zeiterfassung experimentiere ich mit *hledger*, das seine Daten in Klartextdateien hält.

Kommunikation

Hier komme ich gut mit Werkzeugen von Kleinfirmen und freier Software oder wenigstens Open-Source aus:

Zum Mailen benutze ich auf dem Mac seit kurzem *MailMate* eines dänischen Kollegen, der das seit 10 Jahren macht und einmalig 50 Euro verlangt. Bezug direkt von seiner Website. MailMate kann sofort ab Werk S/MIME und GPG.

Für gelegentliche Kurznachrichten verwende ich ausschließlich *Signal* oder selten *XMPP*. Außerdem blogge ich mit *Hugo* ohne PHP etc. oder Datenbank und benutze eine selbstgebaute Microblog-Software *ShaarliGo*, die nachgelagert in IndieWeb/

Marcus Rohrmoser

Marcus Rohrmoser *Ox4c.de*, App-Entwickler seit 2009, Mitglied in *F1FF*, CCC, GI, ACM (Association for Computing Machinery); Kurzvorträge beim CCC, zuletzt *Ox4c.de/36c3*: „Are You ready to sustain IT?“

POSSE-Manier automatisch *pinboard.in*, *Mastodon* und *Twitter* beliefert.

Zur Internet-Lektüre verwende ich Firefox mit einem sehr scharf eingestellten *uMatrix* und zusätzlich *Pi-Hole* im Netzwerk. Das ist so effektiv, dass z. B. IKEA meint: „Ihre Postleitzahl kann nicht beliefert werden“, vermutlich weil für das Scoring beim Abschluss der Bestellung einfach zu wenige Daten da sind. Aus anderen Netzen geht eine Bestellung an dieselbe PLZ problemlos.

Falls ich doch einmal einen Papierbrief schreiben muss, beispielsweise an Behörden, erledige ich das als reine Textdatei mit einem Schriftschnitt fester Laufweite und ohne jegliche Fett- oder Kursivschrift. Getippt mit *vim* und direkt über dessen Hardcopy-Funktion ausgedruckt. Was Homer zur Erzählung des Trojanischen Krieges an Textdarstellungsvarianten ausgereicht hat, finde ich für meine Geschäftsbriefe bisher ebenfalls ausreichend.

Hardware

Insgesamt betreibe ich vom 3-Euro/Monat Virtual Server über diverse Raspberry Pis (2012 bis aktuell), ein störrisches Asus-Eeebook mit Ubuntu, ein Pinebook Pro mit *Manjaro* ab Werk und ein 2012er Macbook mit MacOS High-Sierra. Lang ge-

nutzte Hardware spart Rohstoffe und Energie und sensibilisiert für schlanke Software.

Wozu das alles?

Um dauerhaft Besitz, Eigentum und Zugriff auf meine Texte und Dokumente zu behalten, mag ich sämtliche Primärquellen unter eigener Verantwortung und mit möglichst geringer technischer Komplexität. Idealerweise als reinen Text. Ich vermeide unzuverlässige Monopolisten als Primärquellen und benutze beispielsweise *github* nur noch als Zusatzablage – die primäre Ablage ist auf einer Domain, die mir gehört, und einem Server, der pro Monat 3 Euro kostet. Ich trage die Kosten selbst und vermeide deswegen exzessive Speichermengen oder Datentransfers. Das Gesamtvolumen bleibt sichtbar, das Wachstum gering. Außerdem gibt es so keine AGBs oder anderes Kleingedrucktes, dem meine Veröffentlichungen unterworfen sind – abgesehen von den Gesetzen der Bundesrepublik Deutschland als Server-Standort, Geschäftssitz meiner Provider und mir.

Dafür brauche ich nicht mehr als den Willen es zu tun. Benutzt man Werkzeuge, die keine dauerhafte Aufmerksamkeit erfordern, geht das mit geringstem technischen Risiko und seltenen Sicherheitsupdates.



Dagmar Boedicker

Technologie für oder gegen Ökologie?

Nachhaltigkeitsziele für die IT

Dieser Beitrag ist mein Versuch einige Anforderungen zusammenzufassen, die unser Arbeitsfeld bestimmen müssten, um es weniger schädlich für den Planeten zu gestalten. So wie IKT heute entwickelt und betrieben wird, schädigt sie nicht nur das Klima, sondern überfordert auch die Widerstandsfähigkeit der Erde. Was wir unserem Planeten zumuten, kann er weder erneuern noch abbauen oder reparieren. Der Lichtblick: Ein bisschen kritischer sind sowohl die Menschen geworden, die IKT nutzen, als auch die, die sie entwickeln. Das war vor wenigen Jahren noch ganz anders, als wir diverse Mythen in Tüten von interessierter Seite über diese angeblich umweltfreundliche, grüne Technik ertragen mussten. Ansätze für die Transformation zu einer nachhaltigen IT liegen vielmehr darin, das Potenzial von Ressourcen- und Klima-schonenden Kreisläufen zu analysieren und mögliche Synergien zu nutzen. Unser dominierendes Wirtschaftssystem wird Verlierer produzieren, nicht nur – wie jetzt – in den Entwicklungsländern, auch in den Industriestaaten. Für sie wird die Politik Gemeinwohl-orientierte Kompromisse finden müssen, mit denen alle leben können. Politik ist aber auf allen Ebenen – kommunal, national, international – noch weit entfernt von einer Integration ihrer Strategien.

Solange wir nicht ausschließlich erneuerbare Energien einsetzen und Rohstoffe in einer Kreislaufwirtschaft vollständig erhalten können, scheinen mir zwei Aspekte besonders wichtig: geringer Energieverbrauch und minimaler Einsatz von Rohstoffen bei maximaler Wiedergewinnung. Das ist der Weg, nicht das Ziel, und noch ist wenig Fortschritt erkennbar. Eine sorgfältige Beobachtung und wissenschaftliche Begleitung gibt es nur in wenigen Bereichen. Von einer *Technikfolgen-Abschätzung*, unter Umständen mit Moratorium, ganz zu schweigen.

Organisatorisches und Information

Die traditionelle Daten-Sammelwut widerspricht nicht nur Datenschutz-Zielen wie der *Datensparsamkeit*, sie ist ein Energiefresser. Cisco hat erhoben, dass „eine Stadt mit einer Million Einwohnern [...] 2020 bereits 200 Millionen Gigabyte Daten am

Tag erzeugt – [...] weiterverwendet werden aber in den meisten Bereichen gerade einmal 0,1 Prozent davon.“ Der Daten-auswerter *Splunk* stellte 2019 fest, dass Unternehmen 55 % ihrer Daten nicht kennen, nicht finden und nutzen können, es sind *dunkle Daten*.¹ Bloß: Wiegen wir uns nicht alle in der Illusion, dass die Gigabyte auf unseren Rechnern oder *in der Cloud* rumstehen wie die Einweckgläser in Omas Speisekammer? Übersichtlich und vor allem ohne Energie oder Rohstoffe zu verbrauchen? In Wirklichkeit produzieren allein die verwaisten Daten im Jahr 2020 6,4 Mio. t CO₂.²

Heute haben die Betreiber von Rechenzentren ihren Energieverbrauch deutlich reduziert und setzen viel erneuerbare Energie ein; sie tun das, weil sie damit Kosten sparen können. Wenn ihnen die Regulierung mehr Effizienz vorschreibt, werden sie sicher kreativer, was beispielsweise die Nutzung von Abwärme, die beim Bau verwendeten Materialien oder Ähnliches angeht.



„Wir benutzen Software, weil sie bestimmte Handlungen ermöglicht oder unterstützt. Die Wirkungen dieser Handlungen können einen wesentlich stärkeren (positiven oder negativen) Einfluss auf nachhaltige Entwicklung haben als alle energetischen und stofflichen Auswirkungen der Hardware, [...]“³



Solche Effekte höherer Ordnung sind Prozessoptimierung, Mediensubstitution und ortsunabhängige Kontrolle,⁴ sie könnten überaus positiv wirken. Wenn, ja wenn ... wachsende Ressourceneffizienz nicht wachsenden Verbrauch nach sich ziehen würde (Rebound-Effekt) und viele Zielkonflikte nicht wären. So operiert die ortsunabhängige Kontrolle mit Massendaten, über die ihre Lieferanten selbst keine Kontrolle mehr haben, beispielsweise beim Smart Grid oder dem Internet of Things. Gleichzeitig fehlt es an relevanten öffentlich zugänglichen Daten, um beispielsweise die Arbeit von Nichtregierungs-Organisationen oder die BürgerInnen-Forschung zu erleichtern. Das verwundert nicht, denn wo Daten das Öl der Zukunft sind, scheuen transnationale Konzerne keine Mühe, sie sich zu verschaffen und dann als Geschäftsgeheimnisse, auch geistiges Eigentum genannt, unter Verschluss zu halten. Eine Wirtschaftsform, die der Kreislaufwirtschaft nahe kommt, braucht aber dringend Informationen, beispielsweise über die Einsatzbereiche, Qualität und verfügbare Menge von Recyclaten, sowie die tatsächlichen Kosten von Rohstoffen – also auch die Kosten, die von der Allgemeinheit getragen werden und sich nicht im Marktpreis niederschlagen.



Plakat in der Ausstellung Hello, Robot, Museum für angewandte Kunst Wien 2017, Foto privat

Herstellen: Design, Produktion, Lebenszyklus

Der gesamte Lebenszyklus von Hardware und Software mit seinen Lieferketten und seiner *Schadschöpfung*⁵ statt Wertschöpfung muss sich verbessern. Die Herstellung verursacht 70 bis 80 % des CO₂-Fußabdrucks von persönlichen IT-Geräten,⁶ die sozialen und ökologischen Verheerungen sind monströs. Damit liegt hier auch ein wichtiger Ausgangspunkt für einen nachhaltigeren Einsatz der IKT. Auch hier fehlen Informationen: Was können wir gewinnen, wenn gutes Design die Lieferkette sozial und ökologisch nachhaltig und Wiederverwendung, Reparieren oder Recycling einfach und erschwinglich macht? Welche Werte ste-

cken im Elektro-Schrott, und wo ist überhaupt wie viel davon? Wie viel CO₂ ließe sich in der Wertschöpfungs-Kette einsparen? Welche verbindlichen Standards sind nötig?

Im März 2020 hat die EU-Kommission einen neuen Aktionsplan Kreislaufwirtschaft vorgelegt.⁷ Der mag etwas dürrig sein und gilt nicht für alle Elektronikprodukte,⁸ zeigt aber, in welche Richtung es gehen müsste. Das Design für die Kreislaufwirtschaft (*circular by design*) steckt noch in den Kinderschuhen, Ziel muss es sein, dass die Hard- oder Software wartungsfreundlich, langlebig, Energie- und Rohstoff-sparend und ungiftig in der Herstellung und nicht zerstörerisch in der Gewinnung der benötigten Vorprodukte ist. Das ist auch deshalb nötig, damit Europa als eine Weltregion mit geringen Rohstoff-Vorkommen weniger abhängig von den volatilen Märkten und ihrem Konfliktpotenzial wird. Fertige Hardware darf nur wenig Energie verbrauchen, möglichst gar keine fossile, und sie muss sich gut zerlegen lassen, damit die Komponenten sich weiter verwenden lassen (*cycling*) und am Ende ihres Lebenszyklus einfach im Up- oder Recycling sind. Bisher liegt die Rückgewinnungsrate zwischen 1 % für Lithium und Silizium und über 50 % für Silber und Blei.⁹ Für neue Produkte muss es eine verbindliche Quote für den Anteil recycelter Materialien (Sekundärmaterial) und Komponenten geben. Manche dieser Kriterien lassen sich auch an Software anlegen: Sie sollte offen sein, wartungsfreundlich und kompatibel mit alten Versionen von Hard- und Software auch anderer Hersteller. Kluge Köpfe fordern schon lange weitere Kriterien: Ressourceneffizienz, potenzielle Hardware-Lebensdauer und Nutzungsautonomie.

Es wird nötig sein, die Eigentumsfrage neu zu stellen: Warum sollten Nutzerinnen und Nutzer ein Hardware-Produkt kaufen müssen, wenn sie es genauso gut mieten können und für die Nutzung zahlen? Dann hätten die Hersteller ein eigenes Interesse daran, Produkte so zu entwickeln, dass sie als Vorstufen für die Herstellung neuer Geräte taugen und sich die Rohstoffe gut zurückgewinnen lassen. Ein Herkunftsnachweis der Materialien kann hier helfen, außerdem gehören gefährliche Stoffe nicht in die Prozesse, wo immer sich das vermeiden lässt. Heute gelangt nur ein Bruchteil des Elektroschrotts (WEEE¹⁰) ins Recycling, die toxischen Zusätze aber landen in Wasser, Boden und Luft. Auch deshalb müssen Hersteller verpflichtet werden, Rechenschaft über die gesamte Lieferkette abzulegen und für Schäden an Menschen und Umwelt zu haften. Das würde sie daran hindern, die Kosten einer toxischen und verantwortungslosen Produktion zu externalisieren. Es versteht sich von selbst, dass Hersteller keine Geräte vernichten dürfen, die weiterhin brauchbar sind.

Nutzen: So sparsam und lange wie möglich

Solange die Technik in Betrieb ist, kann sie zwar Feinstaub oder giftige Stoffe in die Luft entlassen, das ist aber nicht vergleichbar mit den Schäden während der Produktion. Im Wesentlichen geht es um den Energieverbrauch, der so gering wie möglich sein muss. Strom aus regenerativen Quellen kann helfen. Weniger hilfreich, aber besser als nichts ist die *Kompensation* des CO₂-Ausstoßes. CO₂ braucht einen hohen, stetig steigenden Preis, damit die Vermeidung sich auszahlt.

Neben einer möglichst langen Nutzung müssen wir die Zwecke sehr genau betrachten: Was bringt es, KI-Lösungen für Umwelt,

Klima und Natur auszutüfteln und einzusetzen, wenn die dafür nötige Rechenleistung mehr Energie verschlingt als die Lösungen jemals helfen können? Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) entwickelt Kriterien zur Bewertung von KI-Umweltwirkungen.

Software bestimmt, ob Hardware sich sparsam oder verschwenderisch betreiben lässt. Ihre EntwicklerInnen tragen dafür Verantwortung, kennen aber nur selten die Auswirkungen und brauchen Methoden und Werkzeuge, die sie beim Entwickeln nachhaltiger Software unterstützen. Sie und wir alle müssen uns endlich in die Debatte einmischen, welche Ziele wir mit IKT verfolgen wollen: Ist es sinnvoller Finanzkapital zu akkumulieren, oder müssen wir es verwenden, um Biodiversität zu erhalten und den Temperaturanstieg zu bremsen? Wollen wir die politischen Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDG) erreichen, die von den Vereinten Nationen zur Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung auf ökonomischer, sozialer sowie ökologischer Ebene erarbeitet wurden? Oder wollen wir die Reichen reicher und die Mächtigen mächtiger machen? Denn das ist es, was IKT vorwiegend unterstützt, die Konzentration politischer und wirtschaftlicher Macht, durch Werbung und Propaganda, *autonome* Autos und ebensolche Waffen, Kontrolle und Konsum. Wollen wir das? Oder wollen wir IKT-Werkzeuge, mit denen sich der ökologische Raubbau verhindern und sich die Menschenrechte stärken lassen? Wollen wir die Technik nutzen, um eine Gemeinwohl-Ökonomie zu erreichen, in der kommende Generationen in einer unversehrten Mitwelt leben?

Entsorgen: So wenig Abfall wie möglich

Für Elektroschrott ist Vermeidung der Schlüssel, denn das gesamte Recycling-System (Sammeln, Vor- und Nachverarbeiten, Herstellen und die Schnittstellen) ist unzulänglich. Vermiedenen Abfall müssen wir dagegen nicht recyceln. Toxische Chemikalien sind allgegenwärtig, entweichen mit der thermischen Verwertung und vergiften Boden, Wasser und Luft und mit ihnen Menschen, andere Tiere und Pflanzen. Der Recycling-Prozess muss weltweit systematisch reformiert und reguliert und diese Regulierung durchgesetzt werden.

Solange Rohstoffpreise nicht die wahren Kosten spiegeln, Elektroschrott unkontrolliert exportiert wird und das Deponieren erlaubt ist, bleibt Recycling oder Upcycling unwirtschaftlich und ist eine Frage des guten Willens. Das ändert sich, wenn schon bei der Entwicklung der gesamte Lebenszyklus beachtet und in die Verantwortung der Hersteller gelegt wird, die auch für die gesamten Kosten geradestehen müssen. Produkthaftung muss eine neue Bedeutung erhalten. Anders als von vielen befürchtet, kann Umweltpolitik auch Innovation freisetzen, besonders wenn ihre Regeln zwingend für die öffentliche Beschaffung sind. Sekundäre Rohstoffe sind wertvoll, ihre Rückgewinnung wird auch als *Urban Mining* bezeichnet. Anders als der Profit-trächtige Raubbau hinterlässt sie keine verwüsteten Landstriche. Ziel

des Stoffrecycling ist es, die Wertstoffe nicht mit undefinierten Eigenschaften zurückzugewinnen, sondern in einer genormten Qualität, die den unmittelbaren Wiedereinsatz als Werkstoff ermöglicht.¹¹ Das ist keine neue Idee, es gibt sie seit mindestens 40 Jahren. Sie ist nur nicht rentabel.



Graffito: *Capitalism Is Armed Robbery*, Foto privat

Leider ist das Prinzip *Cradle to Cradle* bei Metallen nicht die Lösung. Sie lassen sich nur begrenzt zurückgewinnen. Digitale Produkte bestehen aus 60 bis 70 Metallen, oft in Legierungen mit so geringen Spuren, dass sie sich nicht zurückgewinnen lassen. Auch die dafür aufgewendete Energie geht verloren. Bisher spielte es keine Rolle, welche Materialien und Materialmische die Hersteller verwenden, weil sie mit ihren Produkten am Ende von deren Leben so gut wie nichts mehr zu tun haben. Das muss sich ändern.

Fazit

Vor mehr als drei Jahrzehnten trafen die neoliberale Ökonomik und das Wissen über die Grenzen unseres blauen Planeten zusammen – ein Unglück! Denn seitdem verhindert die wirtschaftliche Ideologie, dass diese Erkenntnisse umgesetzt werden. Kaputtgesparte Daseinsvorsorge versagt bei Umweltkatastrophen, Profit geht vor Gemeinwohl. Vielleicht ist einer Mehrheit klar, dass wir auf ein Klimadesaster zusteuern? Potenzielle Kippelemente (Permafrost, Biosphäre, Strömungssysteme in Ozean und Atmosphäre, ...) mit möglicherweise kleinen Ursachen und gewaltigen Wirkungen lassen sich überhaupt nicht ermessen. An diesem entscheidenden Punkt, an dem uns hoffentlich zehn Jahre bleiben, um das Schlimmste abzuwenden, hängt der Erfolg nicht von der Technik ab, so sehr wir uns das vielleicht wün-

Dagmar Boedicker

Dagmar Boedicker ist Journalistin, technische Redakteurin und langjährige Redakteurin der *FIfF-Kommunikation*.



schen. Bei den Versprechen der Künstlichen Intelligenz ist die Bilanz enttäuschend, und es ist wohl kein Zufall, dass KI nur in zwei Beiträgen überhaupt erwähnt wird, dort aber mit einer Warnung vor ihrem unqualifizierten Einsatz. Unter Umständen bieten Simulationen oder Konzepte zum Risiko-Management für Organisationen Chancen im Transformations-Prozess, wenn politische und wirtschaftliche Akteure keine Ausreden fürs Nichtstun vorschieben.

Anders als beim Arbeitskreis *Fair-IT* des FlfF geht es uns im Schwerpunkt dieser *FlfF-Kommunikation* weniger um die fatalen Folgen der Digitalisierung für Menschen und Gesellschaft. Wir wollten andere Aspekte betrachten, und dabei den Fokus auf Menschen als Verursacher oder Assistenten in diesem Prozess richten und – wo möglich – auf ihre Rolle als mögliche Befreier von Zwängen hinweisen. *There Are Plenty of Alternatives – TAPA statt TINA – There Is No Alternative!* Dafür sind Geduld, Engagement und Achtsamkeit nötig. Und das haben wir glücklicherweise noch, auch und gerade im FlfF.

Dagmar Boedicker

Anmerkungen

- 1 Mirjam Hauck, *Die im Dunkeln sieht man nicht*. SZ vom 6.5.2020, S. 18
- 2 Ebenda, laut einer Veritas-Studie
- 3 Hilty, L. M. (2019). *Software und Nachhaltigkeit*. In: *Die Ökologie der digitalen Gesellschaft. Jahrbuch Ökologie 2019/2020*, Hirzel, Stuttgart 2019
- 4 Hilty, L. M. (2019). Ebenda.
- 5 Cradle to Cradle e. V.
- 6 Greenpeace Guide to Greener Electronics (2017)
- 7 https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf
- 8 *Der Plan gilt sogar nur für sehr wenige Produkte, wenn auch für mehr als der erste Aktionsplan Kreislaufwirtschaft.*
- 9 European Environment Agency, 2019. *Paving the way for a circular economy: insights on status and potentials*
- 10 Waste Electrical and Electronic Equipment
- 11 Wikipedia: Recyclinggerechte Konstruktion



Lesens- und sehenswerte Quellen

Viele Videos gibt es in unterschiedlicher Auflösung, meist genügt eine mittlere und HD ist völlig überflüssig. Wenn Ihr ein Video voraussichtlich nicht auf ein Mal ansehen könnt oder wollt, ladet Ihr es besser runter. Schon eine einzige Unterbrechung beim Streaming erhöht den CO₂-Ausstoß gegenüber dem Download.

Die beste CO₂-Bilanz bei Ton und Bild hat übrigens das olle terrestrische Fernsehen ...

Viele Links habt Ihr beigesteuert – ganz herzlichen Dank dafür. Ich habe viele, aber nicht alle angesehen. Weil wir alle glücklicherweise nicht in Schubladen denken, ist die folgende Systematik vielleicht auch nicht für jede oder jeden die richtige. In die rechte Spalte habe ich nur dann etwas geschrieben, wenn ein Link nicht selbsterklärend ist. Hoffentlich könnt Ihr die Links trotzdem halbwegs sinnvoll nutzen. Bei EU-Quellen gibt es die Texte meist auch in den anderen offiziellen EU-Sprachen.

Herstellen: Fairness und soziale Nachhaltigkeit

https://fairloetet.de/informieren/infoboerse/	Einstiegsseite zum Thema Faire Elektronik
http://blog.faire-computer.de/	Fair-IT, von Sebastian Jekutsch gepflegt
https://www.fairtrade.de	
https://www.enoughproject.org/conflict-minerals	Konfliktminerale: Fakten zu Dodd-Frank 1502
https://www.inkota.de/themen/ressourcengerechtigkeit/konfliktrohstoffe/	INformation, KOordination, TAGungen zu Themen des Nord-Süd-Konflikts
https://goodelectronics.org/	Einsatz gefährlicher Chemikalien in der Elektronikindustrie
https://www.walkfree.org/tackle-conflict-minerals-trade/	Regulierung Konfliktminerale in Europa
https://www.fairtrade-deutschland.de/service/newsroom/news/details/fairphone-2-mit-fairtrade-gold-398.html	von Fairtrade lizenziertes Produkt <i>Fairphone</i>
https://lieferkettengesetz.de/	ein Bündnis für das durch Corona vermutlich gefährdete Lieferketten-Gesetz
https://www.emas.de/fileadmin/user_upload/06_service/PDF-Dateien/Mit-EMAS-Mehrwert-schaffen_Vergleich-ISO14001.pdf	EMAS Umweltmanagement und Auditsystem
https://maziberlin.wordpress.com/	EU-gefördertes Projekt zu städtischen Räumen, sozialen Bewegungen und digitalen Technologien als Alternativen zu einer von großen Tech-Konzernen dominierten Smart City
https://fragdenstaat.de/	Umwelt- und andere Anfragen nach dem Informationsfreiheits-Gesetz (IFG)

Herstellen: Design für Reparatur/Recycling

https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/ecodesign_en	EU-Rahmenwerk mit Vorgaben auch zur öffentlichen Beschaffung, Abfallvermeidung, ...
https://tube.tchncs.de/accounts/bits_und_baeume_berlin/video-channels	Die Megatrends Digitalisierung & Klimawandel zusammen denken
https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/4d42d597-4f92-4498-8e1d-857cc157e6db	Anforderungen an das Design: Reparierbarkeit, Kreislaufwirtschaft, Entgiften der Herstellung, ...
https://link.springer.com/article/10.1007/s40831-014-0006-0	Product Centric Simulation Based Design for Recycling (DfR) (20131011summaryMARASdef3.pdf, by Dr. Antoinette van Schaik (MARAS), Prof. Markus Reuter (Outotec) en NVMP/Wecycle © 2013)
https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/20171016-greenpeace-guide-greener-electronics-englisch.pdf	Greenpeace Guide to Greener Electronics (2017)
https://www.fairphone.com/en/2017/08/08/examining-the-environmental-footprint-of-electronics-recycling/ https://www.fairphone.com/en/2017/02/27/recyclable-fairphone-2/	Fairphone's Report on Recyclability Does modularity contribute to better recovery of materials?
https://germanwatch.org/de/15871	Reichwein, Antonia; Sydow, Johanna: Wege aus der Reparaturkrise? Germanwatch. Berlin 2018
http://www.resourcepanel.org/reports/re-defining-value-manufacturing-revolution	Re-defining Value – The Manufacturing Revolution. Remanufacturing, Refurbishment, Repair and Direct Reuse in the Circular Economy report by Rochester Institute of Technology under auspices of United Nations



Herstellen: Hardware- und Software-Design

https://doi.org/10.1016/j.future.2018.02.044	Sustainable software products—Towards assessment criteria for resource and energy efficiency. 2018_Kern_Hilty_et_al_Sustainable_Software_Products_FGCS.pdf
https://www.electronicswatch.org/de	Produktempfehlungen für öffentliche Beschaffung
https://electronicsgoesgreen.org	Initiative des Fraunhofer IZM, beispielsweise mit Konferenzen alle vier Jahre, 2020 nur online vom 1. bis 4. September
https://sustainablesoftware.blogspot.com/	
https://discourse.bits-und-baeume.org/t/beschaffungskriterien-fuer-die-eigene-organisation/462	
https://www.dbu.de/ https://nachhaltig.digital/ https://www.dbu.de/umweltmonitor	Deutsche Bundesstiftung Umwelt, mit Kompetenzplattform für Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsstrategien von Mittelständlern
https://jahrbuch-oekologie.de/ausgabe-2020/	Hilty, L. M. (2029). Software und Nachhaltigkeit. In: Die Ökologie der digitalen Gesellschaft. Jahrbuch Ökologie 2019/2020, Hirzel, Stuttgart 2019
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0424&from=EN	Verordnung (EU) 2019/424 der Kommission zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Server und Datenspeicherprodukte
https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:285:0010:0035:de:PDF	Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte
https://ec.europa.eu/environment/gpp/eu_gpp_criteria_en.htm	The EU Green Public Procurement (GPP) criteria are developed to facilitate the inclusion of green requirements in public tender documents.
www.greenpeace.org/usa/reports/greener-electronics-2017	full 2017 Guide to Greener Electronics Company Report Card (gibt es einen neuen?), mit ausführlicher Link-Liste

https://doi.org/10.1016/j.future.2018.02.044 (umfangreiche weitere Quellen)	Sustainable software products — Towards assessment criteria for resource and energy efficiency (2018_Kern_Hilty_et_al_Sustainable_Software_Products_FGCS.pdf)
https://collectif.greenit.fr/ecoconception-web/ https://sustainablesoftware.blogspot.com/2019/04/free-checklist-for-repository-of-115.html	GreenIT.fr developed a repository of 115 Web eco-design practices.
http://green-software-engineering.de/kriterienkatalog	Vergabekriterien für den Blauen Engel
https://cr.yip.to/bib/1995/wirth.pdf	Wirth, Niklaus: A Plea for Lean Software. IEEE Computer, Vol. 28 (2), 1995
https://www.thegreenwebfoundation.org/	

Nutzen: So lange wie möglich

https://repaircafe.org/de/ https://www.reparatur-initiativen.de/	Wegwerfen? Denkste! Zwei Tipps von Raphael Bolius zum Thema IT-reparieren.
https://www.zukunftsstadt-dresden.de/2020/05/online-sprechstunde-zum-thema-nachhaltige-it-nutzung-von-bits-und-baume-dresden/	
https://dresden.bits-und-baeume.org/sprechstunde	montags 18.30-19.30 Uhr
https://anstiftung.de/	Information zu Repair-Cafes

Nutzen: So sparsam wie möglich

https://www.oeko.de/ https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Energie-und_Ressourcenverbraeuche_Digitalisierung.pdf	Öko-Institut e.V. Energie & Ressourcenverbräuche der Digitalisierung (Kurzgutachten A.R. Köhler, Jens Gröger und Ran Liu)
https://utopia.de/ratgeber/standby-die-wichtigsten-fakten/	
https://gruenkraft.design/webdesignblog/wie-viel-co2-produziert-ihre-webseite/	Einblick von Raphael Bolius in die CO ₂ -Freisetzung durch Websites und wie man ihn minimieren kann
https://www.websitecarbon.com/	Messen des Energieverbrauchs/der CO ₂ -Emissionen von Websites

Entsorgen: So wenig Abfall wie möglich

https://www.deutschlandfunk.de/rohstoffe-aus-abfall-goldgrube-muelldeponie.697.de.html?dram:article_id=279084	
https://www.zeit.de/2010/42/U-Muellsortierung/komplettansicht	
https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/muellentsorgung-zu-wenig-deponien-deutschland-weiss-nicht-mehr-wohin-mit-dem-abfall/22755388.html?ticket=ST-4333563-udgvxsM1bWBBr9o2mNCRW-ap3	
https://m.imdb.com/title/tt8116550/	Film <i>Welcome to Sodom</i>
https://m.imdb.com/title/tt2018129/	<i>Taste the waste</i>

Hintergrund: Klima

Permalink https://p.dw.com/p/3LZAr	Infofilm: Klimawandel – Wie sich die Welt verändert
https://newsletter.fraunhofer.de/-link2/15812/703/23/63/7459/SdPDTw7R/vJ3KoGWMh7/0 https://newsletter.fraunhofer.de/-link2/15812/705/7/29/13771/SdPDTw7R/4eqjsblHag/0	Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM zu Ökobilanzen Deutsch und Englisch
www.theshiftproject.org www.decarbonizeurope.org	Nine proposals to take europe into the next era
https://www.ipcc.ch/srocc/home/	IPCC Special Report: Choices made now are critical for the future of our ocean and cryosphere (2019)



https://berlin.bits-und-baeume.org/ https://tube.tchncs.de/videos/watch/274ba32c-3350-4cd2-8b00-d8659f664ad3	<i>Bits und Bäume</i> Berlin: Die Megatrends Digitalisierung & Klimawandel zusammen denken
https://www.emas.de/aktuelles/2018/11-06-18-flyer-7-gruende/	Umweltmanagementsystem nach EMAS; Klimaschutz, Ressourceneffizienz, Rechtssicherheit, Absatz, Mitarbeiterbeteiligung, Vertrauen und Nachhaltigkeit
https://www.swr.de/odyso/oekobilanz-des-internets/-/id=1046894/did=21791748/nid=1046894/1jsu4be/index.html (2018)	
https://www.umweltbundesamt.de/	u. a. Blauer Engel, Surfen, Internetanbieter
https://wirlernenonline.de/	eine Art Suchmaschine für Open-Educational-Ressources (OER) für Lernende und Lehrende
https://media.ccc.de/v/36c3-11172-leaving_legacy_behind	Die Titel der Vorträge vom 36c3 sind hoffentlich selbsterklärend.
https://media.ccc.de/v/36c3-10852-wie_klimafreundlich_ist_software	
https://media.ccc.de/v/36c3-131-the-dire-reality-of-the-climate-crisis	
https://media.ccc.de/v/36c3-10506-the_planet_friendly_web	
https://media.ccc.de/v/36c3-91-helping-wordpress-users-build-climate-friendly-websites	
https://media.ccc.de/v/36c3-11155-mathematical_diseases_in_climate_models_and_how_to_cure_them	
https://media.ccc.de/v/36c3-10571-nutzung_offentlicher_klimadaten	
https://media.ccc.de/v/36c3-10924-the_sustainability_of_safety_security_and_privacy	
https://media.ccc.de/v/36c3-11237-framing_digital_industry_into_planetary_limits_and_transition_policies	
https://media.ccc.de/v/36c3-11113-reducing_carbon_in_the_digital_realm	
https://media.ccc.de/v/36c3-10896-climate_modelling	
https://media.ccc.de/v/36c3-10991-science_for_future	
https://media.ccc.de/v/36c3-140-developersforfuture	
https://www.ufz.de/	Department Umwelt- und Planungsrecht im Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)
https://www.resourcepanel.org/reports/10-key-messages-climate-change	International Resource Panel (IRP)-Report

Hintergrund: Energieverbrauch und Rohstoffe

https://www.bgr.bund.de/DE/Home/homepage_node.html	BGR Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
https://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/Sustainability_Schemes_for_Mineral_Resources.pdf?__blob=publicationFile&v=6	Sustainability Schemes for Mineral Resources: A Comparative Overview
https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/studie_Laendervergleich_2017.pdf?__blob=publicationFile&v=7	Vorkommen und Produktion mineralischer Rohstoffe – ein Ländervergleich (2017)
https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Projekte/Bergbau-Nachhaltigkeit-abgeschlossen/Beurteilungssystem_Nachhaltigkeit.html?nn=1542202	Sustainability Schemes for Mineral Resources: A Comparative Overview
http://gcep.stanford.edu/pdfs/DyUMPHW1jsSmjoZfm2XEg/1.3-Hermann.pdf	Earth's Exergy Resources
https://www.resourcepanel.org/file/1736/download?token=l_ziqFOY	International Resource Panel (IRP) Building Resilient Societies after the Covid-19 Pandemic
https://www.resourcepanel.org/reports/resource-efficiency-and-climate-change	IRP-Report



https://www.resourcepanel.org/reports/mineral-resource-governance-21st-century	IRP-Report
https://www.resourcepanel.org/reports/green-technology-choices	IRP-Report
https://www.resourcepanel.org/reports/resource-efficiency	IRP-Report
https://www.resourcepanel.org/reports/resource-efficiency-and-climate-change	IRP-Report
https://www.resourcepanel.org/reports/options-decoupling-economic-growth-water-use-and-water-pollution	IRP-Report
https://www.resourcepanel.org/reports/green-energy-choices-benefits-risks-and-trade-offs-low-carbon-technologies-electricity	IRP-Report
https://www.resourcepanel.org/reports/environmental-risks-and-challenges-anthropogenic-metals-flows-and-cycles	IRP-Report
https://www.resourcepanel.org/reports/recycling-rates-metals	IRP-Report
https://www.resourcepanel.org/reports/metal-stocks-society	IRP-Report
https://www.wbgu.de/de/publikationen/alle-publikationen	u. a. Studie zu Energie- und Ressourcenverbräuchen der Digitalisierung (2018)
https://www.umweltrat.de/EN/home/home_node.html	Sachverständigenrat für Umweltfragen
https://www.iass-potsdam.de/	Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung, IASS Potsdam
http://aspo-deutschland.de/	ASPO Deutschland – Association for the Study of Peak Oil and Gas, Tagung im Oktober 2019 zu: Kobalt, Kupfer, Lithium & Co. Das gleichzeitige Phase-Out von Erdöl und Phase-In von Metallen (ASPO-Jahrestagung20191022.pdf)
https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/03/Lean-ICT-Report_The-Shift-Project_2019.pdf	Studie der französischen Denkfabrik The Shift Project (2019)
https://www.journals.elsevier.com/procedia-cirp	Boyden, A., Soo, V. K. u. Doolan, M.: The Environmental Impacts of Recycling Portable Lithium-Ion Batteries. Procedia CIRP 48 (2016), S. 188–193
https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/elektrogeraete/surfen-internetanbieter#textpart-2	Tipps zum digitalen Stromsparen
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2017.198.01.0001.01.DEU	DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) 2019/2013 DER KOMMISSION zur Ergänzung der Verordnung (EU) 2017/1369 des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Energieverbrauchskennzeichnung elektronischer Displays
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX:32019R2021	VERORDNUNG (EU) 2019/2021 DER KOMMISSION zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an elektronische Displays
https://media.ccc.de/v/36c3-10598-kritikalitat_von_rohstoffen_-_wann_platzt_die_bombe	
https://media.ccc.de/v/36c3-10517-megatons_to_megawatts	
https://media.ccc.de/v/36c3-11030-degrowth_is_coming_-_be_ready_to_repair	
https://media.ccc.de/v/36c3-11119-energiespeicher_von_heute_fur_die_energie_von_morgen	
https://media.ccc.de/v/36c3-10666-wandel_im_braunkohlerevier_lithium-ionen-batterierecycling	
https://media.ccc.de/v/36c3-11236-the_internet_of_rubbish_things_and_bodies	
https://media.ccc.de/v/36c3-10800-creating_resilient_and_sustainable_mobile_phones	
https://ressourcen.fm/	umfangreiches Blog von Martin Hillenbrand mit Podcasts
https://www.unep.org/resourcepanel/Publications/MetalRecycling/tabid/106143/Default.aspx	Metal Recycling: Opportunities, Limits, Infrastructure, A Report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel (2013)



https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/176310/	Dematerialisierung durch Digitalisierung, Anspruch und Wirklichkeit (2019_Hilty_Dematerialisierung_durch_Digitalisierung.pdf)
https://www.wbgu.de/de/service/publikationen-herunterladen	Kurzgutachten des Öko-Institut e. V. Energie- und Ressourcenverbräuche der Digitalisierung (2018)
https://files.ifi.uzh.ch/hilty/p/2018_Hilty_Internal-Error-Systemdenken-fehlt.pdf	Hilty, Lorenz M., Internal Error: Systemdenken fehlt. Green IT im Kontext der Digitalisierung. Politische Ökologie, 155/2018

Hintergrund: Schadstoffe u. a.

https://www.emas.de/ueber-emas	Umweltmanagement
gamma-sense.org	GammaSense – Citizens Measuring Gamma Radiation
tdrm.fiff.de/index.php/strahlungspegel/andere-messnetze-de	Übersicht über Citizen-Sensing-Netze auf den TDRM-Webseiten
ecocurious.de/projekte/multigeiger-2	EcoCurious, „Geigerzähler löten und eigenes Strahlungs-Meßnetz aufbauen“
https://ressourcen.fm/	umfangreiches Blog von Martin Hillenbrand mit Podcasts

Hintergrund: Kreislaufwirtschaft

https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/DE/1-2016-601-DE-F1-1.PDF	Aktionsplan der Union für die Kreislaufwirtschaft, KOM(2015) 614 endgültig
https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf	Aktionsplan der Union für die Kreislaufwirtschaft vom 11.3.2020
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN	Kreislaufwirtschaft – neuer Aktionsplan zur Steigerung des Recyclings und der Wiederverwendung von Produkten in der EU
https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf	Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe (2020)
https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/circular-economy_en	Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy
https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/news-and-events/all-news/ecesp-coordination-group-shares-its-views-new-ceap 2020-03-26-EcopreneurEU-response-to-new-CEAP.pdf	ECESP (European Circular Economy Stakeholder Platform): Joint statement on the new Circular Economy Action Plan (CEAP) by members of the Coordination Group (CG) of the European Circular Economy Stakeholder Platform
https://ecopreneur.eu/wp-content/uploads/2019/09/Ecopreneur-Circular-Economy-Update-report-2019.pdf	PPPs, durch die EU-Kommission eingerichtet, die Unternehmen beim Design und Kommunen bei der Beschaffung unterstützen. Ergebnis sollen regionale Innovations-Zentren sein.
https://www.bmu.de/digitalagenda	Umweltpolitische Digitalagenda des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)
https://www.c2c-congress.org/kontakt/	Cradle to Cradle e. V.
www.c2ccertified.org	Überblick über Cradle-to-Cradle-Produkte
http://www.resourcepanel.org/reports/metal-recycling	Metal recycling. Opportunities, limits, infrastructure / International Resource Panel. Nairobi: UNEP.
https://www.eea.europa.eu/publications/circular-economy-in-europe-insights	European Environment Agency, 2019. Paving the way for a circular economy: insights on status and potentials
https://doi.org/10.19080/IJESNR.2017.07.555725	Henning W, Holger B. The Digital Circular Economy: Can the Digital Transformation Pave the Way for Resource-Efficient Materials Cycles? Int J Environ Sci Nat Res. 2017; 7(5): 555725.
https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10451.89125	Huisman, Jaco et al. Prospecting Secondary Raw Materials in the Urban Mine and mining wastes (ProSUM). Final Report. Brussels 2017

Im FfF haben sich rund 700 engagierte Frauen und Männer aus Lehre, Forschung, Entwicklung und Anwendung der Informatik und Informationstechnik zusammengeschlossen, die sich nicht nur für die technischen Aspekte, sondern auch für die gesellschaftlichen Auswirkungen und Bezüge des Fachgebietes verantwortlich fühlen. Wir wollen, dass Informationstechnik im Dienst einer lebenswerten Welt steht. Das FfF bietet ein Forum für eine kritische und lebendige Auseinandersetzung – offen für alle, die daran mitarbeiten wollen oder auch einfach nur informiert bleiben wollen.

Vierteljährlich erhalten Mitglieder die Fachzeitschrift FfF-Kommunikation mit Artikeln zu aktuellen Themen, problematischen

Entwicklungen und innovativen Konzepten für eine verträgliche Informationstechnik. In vielen Städten gibt es regionale AnsprechpartnerInnen oder Regionalgruppen, die dezentral Themen bearbeiten und Veranstaltungen durchführen. Jährlich findet an wechselndem Ort eine Fachtagung statt, zu der TeilnehmerInnen und ReferentInnen aus dem ganzen Bundesgebiet und darüber hinaus anreisen. Darüber hinaus beteiligt sich das FfF regelmäßig an weiteren Veranstaltungen, Publikationen, vermittelt bei Presse- oder Vortragsanfragen ExpertInnen, führt Studien durch und gibt Stellungnahmen ab etc. Das FfF kooperiert mit zahlreichen Initiativen und Organisationen im In- und Ausland.

FfF-Mailinglisten

FfF-Mailingliste

An- und Abmeldungen an:

<http://lists.fiff.de/mailman/listinfo/fiff-L>

Beiträge an: fiff-L@lists.fiff.de

FfF-Mitgliederliste

An- und Abmeldungen an:

<http://lists.fiff.de/mailman/listinfo/mitglieder>

Mailingliste Videoüberwachung:

An- und Abmeldungen an:

<http://lists.fiff.de/mailman/listinfo/cctv-L>

Beiträge an: cctv-L@lists.fiff.de

FfF online

Das ganze FfF

www.fiff.de

Twitter FfF e.V. – [@FfF_de](https://twitter.com/FfF_de)

Cyberpeace

cyberpeace.fiff.de

Twitter Cyberpeace – [@FfF_AK_RUIN](https://twitter.com/FfF_AK_RUIN)

Faire Computer

blog.faire-computer.de

Twitter Faire Computer – [@FaireComputer](https://twitter.com/FaireComputer)

Mitglieder-Wiki

<https://wiki.fiff.de>

FfF-Beirat

Ute Bernhardt (Berlin); **Peter Bittner** (Kaiserslautern); **Dagmar Boedicker** (München); Dr. **Phillip W. Brunst** (Köln); Prof. Dr. **Wolfgang Coy** (Berlin); Prof. Dr. **Wolfgang Däubler** (Bremen); Prof. Dr. **Christiane Floyd** (Berlin); Prof. Dr. **Klaus Fuchs-Kittowski** (Berlin); Prof. Dr. **Michael Grütz** (München); Prof. Dr. **Thomas Herrmann** (Bochum); Prof. Dr. **Wolfgang Hesse** (München); Prof. Dr. **Wolfgang Hofkirchner** (Wien); Prof. Dr. **Eva Hornecker** (Weimar); **Werner Hülsmann** (München); **Benjamin Kees** (Berlin); **Ulrich Klotz** (Frankfurt am Main); Prof. Dr. **Klaus Köhler** (Mannheim); Prof. Dr. **Jochen Koubek** (Bayreuth); Prof. Dr. **Herbert Kubicek** (Bremen); Dr. **Constanze Kurz** (Berlin); Prof. Dr. **Klaus-Peter Löhr** (Berlin); Prof. Dr. **Dietrich Meyer-Ebrecht** (Aachen); **Werner Mühlmann** (Calau); Prof. Dr. **Frieder Nake** (Bremen); Prof. Dr. **Rolf Oberliesen** (Paderborn); Prof. Dr. **Arno Rolf** (Hamburg); Prof. Dr. **Alexander Rossnagel** (Kassel); **Ingo Ruhmann** (Berlin); Prof. Dr. **Gerhard Sagerer** (Bielefeld); Prof. Dr. **Gabriele Schade** (Erfurt); **Ralf E. Streibl** (Bremen); Prof. Dr. **Marie-Theres Tinnefeld** (München); Dr. **Gerhard Wohland** (Mainz); Prof. Dr. **Eberhard Zehendner** (Jena)

FfF-Vorstand

Stefan Hügel (Vorsitzender) – Frankfurt am Main
Rainer Rehak (stellv. Vorsitzender) – Berlin
Michael Ahlmann – Kiel / Blumenthal
Maximilian Hagner – Jena
Alexander Heim – Berlin
Sylvia Johnigk – München
Prof. Dr. **Hans-Jörg Kreowski** – Bremen
Kai Nothdurft – München
Jens Rinne – Mannheim
Prof. Dr. **Britta Schinzel** – Freiburg im Breisgau
Ingrid Schlagheck – Bremen
Anne Schnerrer – Berlin
Prof. Dr. **Werner Winzerling** – Fulda

FfF-Geschäftsstelle

Ingrid Schlagheck (Geschäftsführung) – Bremen
Philip Love – Bremen

Impressum

Herausgeber	Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e. V. (FIfF)
Verlagsadresse	FIfF-Geschäftsstelle Goetheplatz 4 D-28203 Bremen Tel. (0421) 33 65 92 55 fiff@fiff.de
Erscheinungsweise	vierteljährlich
Erscheinungsort	Bremen
ISSN	0938-3476
Auflage	1 200 Stück
Heftpreis	7 Euro. Der Bezugspreis für die FIfF-Kommunikation ist für FIfF-Mitglieder im Mitgliedsbeitrag enthalten. Nichtmitglieder können die FIfF-Kommunikation für 28 Euro pro Jahr (inkl. Versand) abonnieren.
Hauptredaktion	Dagmar Boedicker, Stefan Hügel (Koordination), Sylvia Johnigk, Hans-Jörg Kreowski, Dietrich Meyer-Ebrecht, Ingrid Schlagheck
Schwerpunktredaktion	Dagmar Boedicker, Sebastian Jekutsch, Dietrich Meyer-Ebrecht
V.i.S.d.P.	Stefan Hügel
Retrospektive	Beiträge für diese Rubrik bitte per E-Mail an redaktion@fiff.de
Lesen, SchlussFIfF	Beiträge für diese Rubriken bitte per E-Mail an redaktion@fiff.de
Layout	Berthold Schroeder, München
Cover	The Metal Wheel, Blanpain et al. 2019, Reuter et al. 2019
Druck	Meiners Druck, Bremen Heftinhalt auf 100 % Altpapier gedruckt.



Die FIfF-Kommunikation ist die Zeitschrift des „Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e. V.“ (FIfF). Die Beiträge sollen die Diskussionen unter Fachleuten anregen und die interessierte Öffentlichkeit informieren. Namentlich gekennzeichnete Artikel geben die jeweilige Autor.innen-Meinung wieder.

Die FIfF-Kommunikation ist das Organ des FIfF und den politischen Zielen und Werten des FIfF verpflichtet. Die Redaktion behält sich vor, in Ausnahmefällen Beiträge abzulehnen.

Nachdruckgenehmigung wird nach Rücksprache mit der Redaktion in der Regel gern erteilt. Voraussetzung hierfür sind die Quellenangabe und die Zusendung von zwei Belegexemplaren. Für unverlangt eingesandte Artikel übernimmt die Redaktion keine Haftung.

Wichtiger Hinweis: Wir bitten alle Mitglieder und Abonnenten, Adressänderungen dem FIfF-Büro möglichst umgehend mitzuteilen.

Aktuelle Ankündigungen

(mehr Termine unter www.fiff.de)

Virtuelle FIfF-Konferenz 2020 und Mitgliederversammlung 14. November 2020

FIfF-Kommunikation

4/2020 „Digitalisierung“ (Arbeitstitel)

Stefan Hügel u. a.

Redaktionsschluss: 15. Oktober 2020

Zuletzt erschienen:

3/2019 Cyberpeace und IT-Security

4/2019 Überwachungs-Gesamtrechnung

1/2020 Künstliche Intelligenz als Wunderland

2/2020 Gesundheitswesen im Datenrausch

W&F – Wissenschaft & Frieden

3/19 Hybrider Krieg?

4/19 Ästhetik im Konflikt

1/20 Atomwaffen – Schrecken ohne Ende?

2/20 Frieden begreifen

3/20 Der kranke Planet

vorgänge – Zeitschrift für Bürgerrechte und Gesellschaftspolitik

#228 Wohnen als soziales Grundrecht

#229 Sterbehilfe

#230 30 Jahre Deutsch-Deutsche Wiedervereinigung

#231 Drei Jahre Praxiserfahrung – Evaluation der DSGVO

#232 Berliner Gespräche – Staat, Religion und Weltanschauung

#233 Informationsfreiheit

DANA – Datenschutz-Nachrichten

1/20 Gesundheitsdaten – Geheim oder Gemeingut?

2/20 E-Payment

3/20 E-Government – Datenschutz in öffentlichen Stellen

4/20 Mobilität

Das FIfF-Büro

Geschäftsstelle FIfF e. V.

Ingrid Schlagheck (Geschäftsführung)

Philip Love

Goetheplatz 4, D-28203 Bremen

Tel.: (0421) 33 65 92 55, Fax: (0421) 33 65 92 56

E-Mail: fiff@fiff.de

Die Bürozeiten finden Sie unter www.fiff.de

Bankverbindung

Bank für Sozialwirtschaft (BFS) Köln

Spendenkonto:

IBAN: DE79 3702 0500 0001 3828 03

BIC: BFSWDE33XXX

Kontakt zur Redaktion der FIfF-Kommunikation:

redaktion@fiff.de

Schluss $E...I...f...F...$



Taken by Apollo 8 crewmember Bill Anders on December 24, 1968, at mission time 075:49:07 (16:40 UTC), while in orbit around the Moon, showing the Earth rising for the third time above the lunar horizon. The lunar horizon is approximately 780 kilometers from the spacecraft. Width of the photographed area at the lunar horizon is about 175 kilometers.

Geeignete Texte für den SchlussFIfF bitte mit Quellenangabe an redaktion@fiff.de senden.