

# Digitalisierung und die Klimakatastrophe

Gefahren und Chancen von  
Künstlicher Intelligenz,  
Blockchain & Co

Marc Winkelmann

16



**Die Erlöse aus dem Verkauf dieser Publikation fließen den gemeinnützigen Zwecken des Netzwerks Weitblick zu.**

**ISBN: 978-3-949407-04-8**

**Impressum**

Netzwerk Weitblick – Verband Journalismus & Nachhaltigkeit e.V., Rotenhäuser Str. 75, 21107 Hamburg

Autorinnen: Marc Winkelmann

Redaktion: Elke Gersmann, Heike Janßen, Isabel Renner

Covergestaltung: Daniel S. Bergius & Julius Höhne

Foto Cover: Clint Adair, Unsplash

Satz & Layout: Julius Höhne

Netzwerk Weitblick e. V. (Hrsg.)



Journalismus & Nachhaltigkeit

Band 16

# Digitalisierung und die Klimakatastrophe

**Gefahren und Chancen von Künstlicher Intelligenz,  
Blockchain & Co**

**Marc Winkelmann**

© 2021

Für die Richtigkeit der Inhalte sind die jeweiligen Autor\*innen verantwortlich.

Meinungsäußerungen und Gewichtung der Themen spiegeln die Ansicht der Autor\*innen wider, und nicht notwendigerweise die des Netzwerks Weitblick. Wissenschaftliche Erkenntnisse und politische Entwicklungen schreiten stetig voran. Redaktionsschluss dieses Buches: April 2021

## Vorwort des Netzwerks Weitblick e. V.

Brennende Regenwälder, vermüllte Ozeane, Überflutungen und Dürren, hungernde Menschen und Tiere – die Bilder davon sind schon bedrückender Medienalltag. Die Ursachen wie Klimawandel, Umweltzerstörung und hemmungsloser Konsum und auch die Folgen wie Ressourcenknappheit, Migration und Pandemien sind die größten Herausforderungen der Gegenwart und werden sich in Zukunft verschärfen.

Was bei der Medienberichterstattung über diese Ereignisse oft fehlt, ist die Einordnung in globale oder wissenschaftliche Zusammenhänge und in langfristige Entwicklungen. Die umfassende Darstellung dieser Themen erfordert es, sich über Ressortgrenzen hinweg damit zu befassen, um Zusammenhänge, Hintergründe und Lösungsansätze aufzuzeigen. Die verbindenden Begriffe dafür sind Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung.

Viele dieser Themen sind so komplex, dass sie gründliche Recherche und Fachwissen erfordern. Regelmäßige Weiterbildung ist notwendig, weil es im Bereich der nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs) ständig neue wissenschaftliche Erkenntnisse, technologischen Fortschritt sowie politische und gesellschaftliche Veränderungen gibt, also viel Diskussionspotential.

Aufgabe der Medien ist es, die Menschen über wichtige Themen zu informieren. Die Relevanz einer global nachhaltigen Entwicklung, und damit auch die Notwendigkeit der kompetenten Berichterstattung darüber, zeigt sich in den 17 Zielen, zu denen sich die internationale Staatengemeinschaft mit der Agenda 21<sup>1</sup> und der Agenda 2030<sup>2</sup> verpflichtet hat. Auf politischer Ebene besteht zumindest auf dem Papier weltweit Einigkeit darüber, wie notwendig eine nachhaltige gesellschaftliche Transformation ist. Wer die Ziele der Agenda 21 mit der Realität vergleicht, wird allerdings feststellen, dass es hier bei vielen Punkten noch eine große Kluft zwischen Anspruch und Wirklichkeit gibt – Stoff für spannende, journalistische Recherchen. Außerdem ist der Weg zu mehr Nachhaltigkeit nicht klar vorgegeben, sondern ein Such-, Lern-, Diskussions- und Veränderungsprozess – ein guter Anlass für (gesellschafts-)politische Berichterstattung. Schließlich ist die Aufgabe von Journalist\*innen, so zu informieren, dass Menschen eine Grundlage für eine fundierte Diskussion und Meinungsbildung haben und zur Partizipation angeregt werden.

1 <https://www.bmz.de/de/service/glossar/A/agenda21.html>

2 [https://www.bmz.de/de/themen/2030\\_agenda/](https://www.bmz.de/de/themen/2030_agenda/)

Das Netzwerk Weitblick will Medienschaffende mit seiner Qualifizierungsinitiative bei dieser Aufgabe unterstützen und sie für das Querschnittsthema Nachhaltigkeit sensibilisieren - mit Informationsveranstaltungen, der Vernetzung mit Wissenschaftlern, mit Seminaren und unseren Publikationen. Ziel ist nicht, dass Medienschaffende ständig explizit über Nachhaltigkeit berichten, sondern dass sie Nachhaltigkeitsaspekte stets kompetent mit untersuchen – in jedem Ressort und bei jedem Thema: Sei es Mode, Wirtschaft, Reisen, Sport, Politik oder Kultur. Wir wollen daran mitwirken, dass Nachhaltigkeitsaspekte genauso selbstverständlich mitgedacht werden wie zum Beispiel die Einhaltung der Menschenrechte, mit denen die SDGs eng verbunden sind. Dabei ist uns wichtig, nicht nur Probleme zu thematisieren, sondern auch Perspektiven, Handlungsoptionen und Lösungen aufzuzeigen.

Unsere Mitglieder geben Seminare in ihren jeweiligen Fachbereichen und schreiben dazu Handbücher. Dabei legen sie selbst die Schwerpunkte fest und sind für die Inhalte verantwortlich.

1	<b>Die materielle Basis des Digitalen</b> Wieso selbst YouPorn jetzt grün werden will	6
2	<b>Trügerische Sicherheit</b> Warum man Studien (zum Teil) misstrauen muss	10
3	<b>Der Aufstieg des Digitalen</b> Kaum etwas läuft noch ohne Bits & Bytes	14
4	<b>Die Karriere der Nachhaltigkeit</b> Ein alter Begriff als Paradigma der Zukunftsgestaltung	18
5	<b>Digitalisierung &amp; Nachhaltigkeit</b> Zwei Megatrends wachsen (langsam) zusammen	22
6	<b>Maschinelle Schnappatmung</b> Die Vor- und Nachteile der Künstlichen Intelligenz	30
7	<b>Zu viel und doch zu wenig</b> Die Datenflut ist nicht nachhaltig	44
8	<b>Schmutzige Software</b> Das unethische Geschäft des Programmierens	50
9	<b>Unterschätzte Energiefresser</b> Die Bedeutung der Rechenzentren	58
10	<b>Übernutzung als Standardeinstellung</b> Das ungelöste Problem des Reboundeffekts	62
11	<b>Milliarden auf der Müllhalde</b> Der Elektroschrottberg wächst und wächst	70
12	<b>Begrenztes Wissen</b> Die blinden Flecken der Forschung	74



# 1 Die materielle Basis des Digitalen

## Wieso selbst YouPorn jetzt grün werden will

Am 20. September 2019, als Greta Thunberg zusammen mit Millionen Jugendlichen in über 150 Ländern beim ersten globalen Klimamarsch auf die Straße ging, um von den Regierungen mehr Klimaschutz zu fordern, schalteten auch etliche Unternehmen, NGOs und Initiativen ihre Homepage in den Protestmodus. „Unsere Webseite streikt heute. Wir sind morgen wieder für Dich da“, konnte man an dem Tag vielfach lesen, in weißer Schrift auf grünem Hintergrund.

Die konzertierte Aktion war von Digitalaktivisten vorbereitet worden. Sie hatten Designvorlagen für Profilbilder, Plug-ins und Java-Script-Codes programmiert und den Teilnehmern zum Herunterladen zur Verfügung gestellt.<sup>1</sup> Inspiriert wurde der Onlineprotest durch den „Red Alert“ ein Jahr zuvor, als zahlreiche Firmen ihre Seiten zeitgleich auf rot schalteten, um eine drohende Aufhebung der Netzneutralität durch Politiker in den USA abzuwenden.<sup>2</sup>

Zu den Unterstützern gehörte, neben gemeinnützigen Organisationen wie Greenpeace, Change.org und der Wikimedia Stiftung, auch YouPorn, eine der weltweit meistgeklickten Seiten, die nach eigenen Angaben mehr als 60 Milliarden Visits jährlich zählt. „Aus Solidarität mit dem globalen Klimastreik geben wir Tipps, wie man den Energieverbrauch reduziert, der beim Besuch von Youporn entsteht“, schrieb das Unternehmen auf seiner Homepage. Und führte aus, dass Smartphones energieeffizienter als Fernseher und Laptops seien, man vorzugsweise über seine WLAN-Verbindung surfen und es sich beim Streamen seiner HD-Videos – alleine oder zu zweit – im Bett gemütlich machen sollte, im Dunkeln und bei heruntergedrehter Heizung.<sup>3</sup>

Die Anleitung war ein PR-Gag. Nennenswerte Konsequenzen ließ das Unternehmen bis heute nicht folgen. Trotzdem überraschte die in den Zeilen angedeutete Selbstkritik. Die Industrie gilt als ausgesprochen technologieaffin und war immer schon Treiber und Profiteur von Innovationen. Weil ihre Kunden stets bereit waren, für Nachschub zu zahlen, konnte sie früher als andere in Erfindungen wie Videochats und Virtual Reality investieren und sie für den konventionellen Massenmarkt

1 <https://digital.globalclimatestrike.net/>

2 Clint Finley, Your Favorite Websites Are Rallying in a Last-Ditch Effort to Save Net Neutrality, <https://www.wired.com/story/your-favorite-websites-are-rallying-in-a-last-ditch-effort-to-save-net-neutrality/>

3 Curtis Silver, YouPorn offers energy saving tips in solidarity with the Global Climate Strike, <https://knowtechie.com/youporn-offers-energy-saving-tips-in-solidarity-with-the-global-climate-strike/>

testen – ihr erster Clip ging bereits 1994 im Motion-Jpeg-Format online, elf Jahre vor dem Start von Youtube.<sup>4</sup> Auf den Energiehunger seines Produkts aufmerksam zu machen, das passte deshalb bislang weder zum Selbstverständnis noch zum Geschäftsmodell der Branche.

Inzwischen hat sich aber etwas geändert. Nachdem eine breitere Öffentlichkeit in den vergangenen Jahren sukzessive lernte, welche Folgen etwa das Fliegen, die Finanzwirtschaft, unser Plastikkonsum oder die Fleischproduktion haben, steht jetzt auch die Digitalisierung in der Kritik. Immer mehr Menschen merken, dass es eine materielle Basis – also Rohstoffe und Energie – braucht, um virtuelle Welten zu erschaffen, Videos zu streamen, Social Media am Leben zu halten und Geräte wie Laptops, Tablets und Smartphones herzustellen. Und sie erfahren, dass dies nicht mit den nachhaltigen Zielen vereinbar ist, wie sie die Vereinten Nationen 2015 beschlossen haben und bis 2030 erreichen wollen.

Einige finden dafür drastische Worte. Tristan Harris, Googles ehemaliger Designethiker, nennt das, was durch die fortschreitende Technologisierung unseres privaten und beruflichen Alltags passiert, eine „menschliche Herabstufung“. Ihm zufolge machen wir uns abhängig von Twitter, Facebook, Clubhouse & Co., verlieren unser Gespür für angemessenes Verhalten, verlernen es, soziale Beziehungen zu führen und setzen unsere Demokratien aufs Spiel. Wir degradieren uns selbst, so Harris, genau so, wie wir die Ökologie degradieren. Transformationsforscherin Maja Göpel, formuliert es so: „Technologischer Fortschritt um des technologischen Fortschritts oder der möglichst hohen ökonomischen Gewinne willen wirken selten besonders rücksichtsvoll auf die Systeme, in die sie eingebettet sind.“<sup>5</sup>

Ganz neu ist diese Perspektive nicht. Bereits 2007 stellte das Marktforschungsinstitut Gartner beim Weltwirtschaftsforum in Davos eine Untersuchung zum Thema „Green IT“ vor und kam zu dem Schluss, dass der IT-Sektor so viel Kohlendioxid emittiert wie die Luftfahrtindustrie.<sup>6</sup> Andere Marktforscher setzten das Thema mit weiteren Untersuchungen ebenfalls auf die öffentliche Agenda, und ein Jahr später trafen sich an gleicher Stelle beispielsweise führende Köpfe von Silicon Valleys Konzernen, darunter Microsoft Co-Gründer Bill Gates, um auszuloten, ob und wie sie ihre Bemühungen für mehr Nachhaltigkeit koordinieren könnten,<sup>7</sup> auch, weil die

4 Jürgen Schmieder, Innovationen, die aus der Porno-Industrie kamen, <https://www.sueddeutsche.de/digital/technologie-und-sex-innovationen-die-aus-der-porno-industrie-kamen-1.3424485>

5 Maja Göpel, Unsere Welt neu denken, Ullstein, 2020, S. 115 ff.

6 Bill Tomlinson, Greening through IT, MIT Press, 2010, S. 3

7 Reena Jana, Green IT: Corporate Strategies, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2008-02-11/green-it-corporate-strategiesbusinessweek-business-news-stock-market-and-financial-advice>

Kritik an der Branche wuchs.<sup>8</sup> In den darauf folgenden Jahren geriet die Frage aus dem Fokus. Im Vordergrund stand vor allem eins: digitales Wachstum. Sowohl bei den Daten als auch bei den Endgeräten. Das Smartphone, im Januar 2007 erstmals von Apple präsentiert, zum gleichen Zeitpunkt wie die Gartner-Studie, trat seinen Siegeszug rund um die Welt an, wurde von vielen Konkurrenten kopiert und von Milliarden Menschen gekauft.

Anders als bei Plastikprodukten, unserem Fleischverzehr und dem Fliegen ist das Verhältnis von Digitalisierung und Nachhaltigkeit allerdings ambivalent. Die Folgen sind nicht nur negativ. Sie können auch positiv sein. Stimmen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, die das betonen, sind in den vergangenen Jahren immer lauter geworden. Sie kommen von Forschungsinstituten aus Europa oder dem Silicon Valley, aus dem Bundesumweltministerium, vom Weltwirtschaftsforum, von den großen Techkonzernen und Nichtregierungsorganisationen. Demnach böten Künstliche Intelligenz, Blockchain, Big Data und all die Sensoren, die verbaut werden, Chancen für das Erreichen der Sustainable Development Goals. Und die müsse man jetzt nutzen.

Die Corona-Pandemie zeigt, in welche Richtung es gehen könnte. Mehr Videokonferenzen und weniger Dienstreisen, mehr Homeoffice statt Präsenzpfllichten im Büro – das unter anderem könnte dazu beitragen, dass der Ausstoß von Treibhausgasen reduziert und die Erderwärmung verlangsamt wird. Zugleich gilt es natürlich, den ansteigenden Datenverkehr in die richtigen – also grünen – Bahnen zu lenken. Auch das wird durch Covid-19 deutlich. Der Internetknoten in Frankfurt am Main DE-CIX verzeichnete einen Durchsatz von 32 Trillionen Byte Daten im Jahr 2020 – in Spitzenzeiten im März und im November wurden 9 Terabit sowie 10 Terabit pro Sekunde erreicht. Das alles sind Werte, wie sie zuvor nie erreicht wurden. Der Betreiber beschrieb die neue Dimension mit einem Vergleich: Der Jahreswert würde einem acht Millionen Jahre andauernden Video-Anruf gleichen.<sup>9</sup>

Auf den folgenden Seiten werden die Wechselwirkungen zwischen den beiden Megatrends Nachhaltigkeit und Digitalisierung betrachtet, sowohl die Vorzüge als auch die Nachteile. Die Versprechungen, die in den Technologien der Vierten Industriellen Revolution liegen genau so wie die negativen Folgen für Umwelt und Klima. Auf sämtliche Aspekte kann dabei nicht eingegangen werden, das ist in diesem

8 Computing's carbon footprint gets bigger, <https://www.nytimes.com/2009/01/15/technology/15iht-carbon.4.19401563.html>

9 Number of the year 2020: 32 exabytes of data traffic at DE-CIX Internet Exchanges worldwide, <https://www.de-cix.net/en/about-de-cix/media-center/press-releases/number-of-the-year-2020-32-exabytes-of-data-traffic-at-de-cix-internet-exchanges-worldwide-1>

---

kompakten Überblick schlicht nicht möglich. Auf ausführliche Zahlenreihen und Grafiken wurde ebenfalls verzichtet, weil diese häufig schon nach kurzer Zeit nicht mehr aktuell sind. Das Ziel war vielmehr, Schlaglichter auf relevante Themen zu werfen und Zusammenhänge darzustellen.

## 2 Trägerische Sicherheit

### Warum man Studien (zum Teil) misstrauen muss

Zahlen sind präzise. Beständig. Unverrückbar. Sie weichen nicht von ihrem Kurs ab, sondern dienen uns als Konstanten. Eine 5 ist eine 5 und keine 7. Überall auf der Welt wird das so verstanden, genauso wie die Noten in der Musik.

Diese Eigenschaft macht Zahlen so attraktiv für die Vermittlung nachhaltiger Themen. Da „Nachhaltigkeit“ kein geschützter Begriff ist und die Definition von Person zu Person variiert, je nach Interesse, Bildung, Kultur und Herkunft, versprechen Daten Sicherheit und eine allgemein verständliche Basis, auf der Entscheidungen gefällt werden können. Das gilt sowohl für das Pariser Abkommen (die Erderwärmung soll auf deutlich unter 2° und idealerweise auf 1,5° Celsius begrenzt werden) als auch die regelmäßigen Veröffentlichungen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), dem sogenannten Weltklimarat, auf die sich Politiker, Aktivisten und Bewegungen wie „Fridays for Future“ berufen.

In der Debatte über die Chancen und Folgen der Digitalisierung für die nachhaltige Transformation sieht es nicht anders aus. Um die Zunahme des Internetkonsums oder die Treibhausgasemissionen durch die Nutzung einer Künstlichen Intelligenz zu verdeutlichen, werden gemessene, erhobene Daten herangezogen und zur besseren Veranschaulichung in Grafiken oder weniger abstrakte Beispiele aus dem Alltag übersetzt. Ein Beispiel: Im Frühjahr 2021 verkündete Netflix, bis Ende 2022 klimaneutral werden zu wollen. 1,1 Millionen Tonnen Kohlendioxid habe das Unternehmen nach eigenen Angaben im Jahr zuvor produziert – den Ausstoß seiner Kunden nicht eingerechnet. Netflix gehe davon aus, so zitierte es die Deutsche Presse-Agentur, dass eine Stunde Streaming „deutlich unter 100 Gramm CO<sub>2</sub>“ verursacht habe, was „etwa der Fahrt eines benzinbetriebenen Autos über 400 Meter entspreche“.<sup>10</sup>

Es ist wichtig festzuhalten, dass Angaben wie diese, auch wenn sie anschaulich sein mögen, mit einer gewissen Vorsicht betrachtet werden sollten. Die Zahlen, die in Medien berichtet oder in Studien und Reports von Unternehmen und Forschern genannt werden, können Fehler, Unsicherheiten oder veraltete Annahmen enthalten. Weil sich die Digitalisierung dynamisch entwickelt, sind Aussagen über den Status quo und vor allem Prognosen schwer.

10 Netflix will 2022 klimaneutral werden, <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/medien-netflix-will-2022-klimaneutral-werden-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-210330-99-30025>

Das zeigt sich zum Beispiel im Sommer 2019. Damals veröffentlichte der französische Think Tank The Shift Project eine Untersuchung („Climate Crisis: The Unsustainable Use of Online Video“), in der die Autoren zu dem Ergebnis kamen, dass eine Stunde Streaming-Videos zu einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 3,2 Kilogramm führt. Das würde einer Autofahrt von 8 Meilen entsprechen. Oder anders ausgedrückt: Im Jahr 2018 summierte sich die durch das globale Streaming verursachten Menge Kohlendioxid auf mehr als 300 Millionen Tonnen, also etwa so viel wie Frankreich in demselben Jahr produzierte. Vor allem Portale wie Netflix und Youtube sowie das große Angebot an Pornofilmen sei schuld.

Redaktionen weltweit griffen die zentrale Botschaft der Studie auf und verbreiteten sie, darunter die „Deutsche Welle“ („Is Netflix bad for the environment? How streaming video contributes to climate change“),<sup>11</sup> „New York Post“ („Why climate change activists are coming for your binge watch“),<sup>12</sup> „CBC“<sup>13</sup>, „Gizmodo“ („Your Binge-Watching of Netflix and Porn Is Contributing to Millions of Tons of Emissions a Year“) und „Yahoo“ („Two-hour Netflix binge worse for emissions than 15 miles of driving“)<sup>14</sup>. Auch „Süddeutsche Zeitung“<sup>15</sup> und „Riffreporter“<sup>16</sup> zitierten aus dem Bericht.

Das Problem: Die Annahmen, die der Kernaussage zugrunde lagen, stammten aus einem wissenschaftlichen Papier von 2015. Als das Shift Project sie zur Basis seiner Berechnungen machte, waren sie bereits vier Jahre alt. Und damit offensichtlich zu alt. Wie George Kamiya, Analyst bei der Internationalen Energie Agentur (IEA) in einem Faktencheck Monate später erklärte, hätte The Shift Project zu einem deutlich niedrigeren Ergebnis kommen müssen, weil sich die Technologie seitdem weiterentwickelt habe und sparsamer im Energieverbrauch geworden sei.<sup>17</sup> Auf seine Kritik hin revidierten die Shift-Autoren ihre Zahlen und erklärten, dass ihre erste Aussage fälschlicherweise achtmal zu hoch ausgefallen sei. Tatsächlich läge der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Stunde Netflix & Co. bei 0,4 Kilogramm. Nochmal später, im

11 Jeannette Cwienk, Is Netflix bad for the environment? How streaming video contributes to climate change, <https://www.dw.com/en/is-netflix-bad-for-the-environment-how-streaming-video-contributes-to-climate-change/a-49556716>

12 Hannah Sparks, Why climate change activists are coming for your binge watch, <https://nypost.com/2019/10/28/why-climate-change-activists-are-coming-for-your-binge-watch/>

13 Thomas Daigle, ‚Completely unsustainable‘: How streaming and other data demands take a toll on the environment, <https://www.cbc.ca/news/technology/data-centres-energy-consumption-1.5391269>

14 Ethan Jupp, Two-hour Netflix binge worse for emissions than 15 miles of driving,

<https://uk.news.yahoo.com/two-hour-netflix-binge-worse-150703253.html?guccounter=1>

15 Nele Spandick, Klicks fürs Klima, <https://www.sueddeutsche.de/medien/digitales-klicks-fuers-klima-1.4570845>

16 Daniela Becker, Wie die Digitalisierung die Klimakrise weiter anheizt, <https://www.riffreporter.de/de/umwelt/becker-digitalisierung-heizt-klimakrise-an>

17 George Kamiya, The carbon footprint of streaming video: fact-checking the headlines, <https://www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines>

Dezember 2020, gab die IEA sogar an, dass sie für das Jahr 2019 von einer Emission von nur noch 36 Gramm CO<sub>2</sub> pro Stunde Streaming ausgehe.

Von 3,2 Kilogramm runter auf 36 Gramm. Wahrscheinlich hätte diese – deutlich kleinere – Zahl nicht zu einem vergleichbar großen medialen Interesse geführt, wie es das Shift Project nach seiner Studie im Sommer 2019 erlebt hat. Und auch nicht zu den markigen Aussagen, die der Think Tank publizierte. Er forderte unter anderem, dass die Politik künftig zwischen einem guten, sinnvollen Nutzen des Internets und einem verschwenderischen, klimaschädlichen unterscheiden und letzteres politisch unterbinden müsse. Ein problematischer Ruf nach Zensur, der sich in der Praxis kaum durch- und umsetzen lassen dürfte. Zumindest nicht in Staaten mit einer liberalen Demokratie.

Hinsichtlich der globalen Digitalisierung existieren viele Kennziffern, und laufend kommen neue dazu. Trotzdem ist längst nicht alles bekannt und transparent. In vielen Fällen sind auch Wissenschaftler auf Angaben von privat-wirtschaftlichen Unternehmen angewiesen, die die technische Infrastruktur für das globale Netz stellen oder eine der beliebten, dominierenden Plattformen betreiben. Darauf berief sich im Juni 2016 zum Beispiel Simon Ponsford, damals Chief Technology Officer des Cloud-Dienstleisters Yellow Dog im britischen Bristol. In dem Blog seines Unternehmens zitierte er eine Aussage von Google aus dem Jahr 2011, derzufolge eine Minute Streaming 0,002 kWh Strom verbrauchen würde. Von dort ausgehend rechnete er hoch, wie groß der Energieverbrauch allein des damals sehr beliebten Musikvideos „Gangnam Style“ sei, das – Stand damals – 2,6 Milliarden Mal angesehen wurde im Netz. Ponsford schätzte, dass insgesamt 3,1 GWh Strom verbraucht wurden. Zugleich räumte er eine immense Unsicherheit ein. Seine Berechnungen könnten aufgrund der gemachten Annahmen – Auflösung des Videos? Wahl des Endgerät? Länge des angesehenen Videos? Wlan- oder Mobilfunk-Verbindung? – um das 100-fache vom tatsächlichen Wert abweichen. Und tatsächlich verwies er nicht nur auf einen anderen Blogger, der bei derselben Frage auf einen Wert von 4,8 Gigawattstunden (GWh) kam, sondern auch auf die British Computer Society, die 312 GWh schätzte.<sup>18</sup>

Wie im Kapitel über die Rechenzentren später noch erklärt wird, können Berechnungen und Studien auch von renommierten Wissenschaftlern und Instituten bis heute zu verschiedenen, zum Teil eklatant unterschiedlichen Ergebnissen kommen. Ralph Hintemann, Gesellschafter und Senior Researcher am Berliner Borderstep

<sup>18</sup> Simon Ponsford, The Shocking Amount of Energy Used to Stream Gangnam Style, <https://yellowdog.co/2016/06/23/energy-consumed-watching-gangnam-style>

Institut für Innovation und Nachhaltigkeit, der zu den klimatischen Folgen von Rechenzentren arbeitet, erklärt das mit einem „Nachholbedarf“, den die Forschung insgesamt hätte. „Es liegen bislang nur wenig belastbare Zahlen und zum Teil nur ältere Zahlen zu Rechenzentren vor. Hinzu kommen die dynamischen Entwicklungen der Technologien und Nutzerzahlen, unterschiedliche Berechnungsansätze von Wissenschaftlern und, auch das, Berechnungsfehler.“<sup>19</sup>

Heißt: Da die Schnittstelle „Digitalisierung und Nachhaltigkeit“ noch vergleichsweise wenig ausgeleuchtet ist (siehe auch das Kapitel über die zahlreichen Forschungslücken), aktuelle Zahlen für externe Beobachter nicht immer verfügbar sind, der Markt sich schnell entwickelt, Effizienzgewinne möglich sind und die technologische Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist, sollte man Aussagen wie „IT now 10 percent of world’s electricity consumption“<sup>20</sup> stets mit einem Restzweifel betrachten. Und auch nicht davon ausgehen, dass sich die Entwicklung der Vergangenheit zwangsläufig in der Zukunft fortsetzt. Es gibt zu viele Faktoren, die diesen Kurs beeinflussen können.

---

<sup>19</sup> Mailverkehr mit Ralph Hintemann, Januar 2021

<sup>20</sup> Jack Clark, IT now 10 percent of world’s electricity consumption, report finds, [https://www.theregister.com/2013/08/16/it\\_electricity\\_use\\_worse\\_than\\_you\\_thought/](https://www.theregister.com/2013/08/16/it_electricity_use_worse_than_you_thought/)

## 3 Der Aufstieg des Digitalen

### Kaum etwas läuft noch ohne Bits & Bytes

Auf die Frage, wann und mit wem die Digitalisierung begann, kommen verschiedene Daten und Menschen infrage, je nach Perspektive. War es 1746, als der Franzose Jean-Antoine Nollet die Elektrizität entdeckte? Oder 1843, als Ada Lovelace ihre „Notes“ über die „analytische Maschine“ veröffentlichte, die hundert Jahre später wichtig werden sollten? Auch andere Startpunkte sind denkbar. 1854 entwickelte der britische Mathematiker George Boole das binäre System, die Basis moderner Programmiersprachen. 1941 präsentierte Konrad Zuse den ersten programmierbaren, digitalen Computer, „Z3“ genannt. 1947 wurden die Transistoren erfunden, die grundlegend für die Mikroelektronik wurden. 1969 verbanden sich in den USA erstmals Universitäten über das Arpanet, aus dem später das „World Wide Web“ entstand. 2002 lagen erstmals mehr digital gespeicherte Informationen vor als analoge. Die Liste ließe sich sehr lange fortsetzen.

Das verdeutlicht vor allem zwei Dinge. Zum einen verdanken wir die Digitalisierung nicht bloß ein paar Geniestreichen, sondern der aufeinander aufbauenden Arbeit unzähliger Männern und Frauen. Und abgeschlossen ist sie ebenfalls nicht. Digitale Technologien werden wahrscheinlich immer neue Formen annehmen, Ideen aufkommen lassen, Geschäftsmodelle ermöglichen und unseren Alltag noch weiter durchdringen. Schon heute muss man ja angesichts der immer fließender werdenden Übergänge fragen, „wo etwas eigentlich noch ohne Digitalisierung läuft“.<sup>21</sup>

Technisch betrachtet fällt die Definition leichter. Digitalisierung bedeutet, dass analoge Informationen in maschinenlesbare Daten umgewandelt werden, um diese speichern, weiterverarbeiten und wieder zugänglich machen zu können. Der Zweck der Endgeräte, die das ermöglichen, ist dabei nicht vorherbestimmt. Anders als bei einem Radio oder Rasierer sind Computer Universalmaschinen, einsetzbar für die verschiedensten Anwendungen, abhängig davon, was der oder die Nutzer\*in machen möchte. Mit einem Laptop können DJs ganze Stadien zum Tanzen bringen, Forscherinnen Klima-Daten auswerten und Finanzbeamte Steuererklärungen berechnen. Um die Hardware für die jeweiligen Tätigkeiten zu programmieren, braucht es Software. Sie übersetzt die menschlichen Befehle, die dem Rechner etwa über die Tastatur mitgeteilt werden in einen binären Code aus Nullen und Einsen, Byte genannt. Jedes Byte besteht aus acht Bits, und allen Buchstaben und Ziffern ist eine individuelle Abfolge von jeweils acht Bits zugeordnet. Über sie

21 Felix Sühlmann-Faul, Stephan Rammler, Der blinde Fleck der Digitalisierung, Oekom, 2018, S. 29

erfährt der Computer, wann er keinen Stromimpuls („0“) oder einen Stromimpuls („1“) weiterleiten soll.<sup>22</sup>

Über diesen – stark vereinfacht dargestellten – Mechanismus können Computer inzwischen aufwändige und hochkomplexe Rechenoperationen durchführen. Maßgeblich dafür war der Einsatz von Silizium und die Erfindung des Transistors Mitte des 20. Jahrhunderts gewesen. Diese Halbleiterelemente können elektrische Spannungen und Ströme steuern. Hatte der erste Schaltkreis mit sechs Transistoren noch die Größe eines Fingernagels, enthalten heutige Computerchips Milliarden Transistoren. Dass es zu dieser Miniaturisierung kommen würde, hatte Mitte der 60er-Jahre Intel-Mitgründer Gordon Moore vorausgesagt. Seiner Meinung nach würde sich die Menge der auf einen Chip passenden Transistoren jedes Jahr verdoppeln, erklärte er. Nach zehn Jahren änderte er sein mittlerweile von einem Kollegen „Moore’s Law“ genanntes Gesetz ab – die Verdopplung würde fortan nur noch alle zwei Jahre möglich sein. Hinzu kamen Variationen von Moores ursprünglicher Aussage. Im Kern aber hat die Aussage bis heute Bestand.<sup>23</sup>

Die Erfindung des Mikrochips und die fortlaufende Verbesserung seiner Leistungsfähigkeit leitete nicht nur die Entwicklung hin zum Personal Computer und später zum Smartphone ein, die nach und nach an jedem Arbeitsplatz, in jedem Haushalt und in jeder Hosentasche zur jederzeitigen Verfügung standen. Sie zeigte auch, wie die unterschiedlichsten Akteure zusammen arbeiteten und die Gewerke ineinander griffen. Waren es in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts die Politik und das Militär, die neue technologische Entwicklungen zusammen mit Wissenschaftlern anschoben, spielte die Privatwirtschaft in der zweiten Hälfte eine zunehmend größere Rolle. Banken, Versicherungen und andere Industrien, die einen Vorteil in der neuen Rechenkraft sahen, automatisierten Prozesse und ersetzten Menschen durch Maschinen, woraufhin Hersteller mehr Endgeräte fertigten und in immer mehr Ländern vertrieben.

Das „World Wide Web“ entstand auf ähnlichem Weg. Finanziell unterstützt von militärischen Forschungseinrichtungen in den USA, fanden Akteure unterschiedlichster Disziplinen zueinander. Ende der 50er-Jahre gründete das US-Verteidigungsministerium die „Advanced Research Projects Agency“ (ARPA), Ende der 1960er dann ging das ARPANET in Betrieb, mit einigen wenigen angeschlossenen Universitäten als erste Teilnehmer, die fortan Informationen via Computer unter sich austauschen konnten. Bis auch Heim-PCs via Modem angeschlossen werden und private Nutzer sich intuitiv im Netz bewegen konnten, dauerte es noch mehr

22 Christian Stöcker, *Das Experiment sind wir*, Blessing, 2020, S. 100 ff.

23 Walter Isaacson, *The Innovators*, Simon & Schuster, 2014, S. 183 ff.

als zwei Jahrzehnte. 1991 war es Tim Berners-Lee, der an der Großforschungseinrichtung CERN in der Schweiz tätig war und das grundlegende Programmierdesign (Hypertext Transfer Protocol, HTTP; und Hypertext Markup Language, HTML) entwarf, mit dem wir seitdem von Seite zu Seite surfen und Links als Querverweise zu jeder beliebigen Stelle im Netz nutzen können. Es war der Durchbruch für die dann folgende Kommerzialisierung des „WWW“. Waren zu Beginn des Jahres 1993 noch 50 Webserver in Betrieb weltweit, hatte sich die Zahl bis Oktober verzehnfacht.<sup>24</sup> Bilder, Grafiken, Sound und Videos kamen dazu, Suchmaschinen, Magazine, Portale entstanden. Zunächst war es wie in der Geschichte häufig zu beobachten: Das neue Medium ahmte alten Medien nach. Wie beim Kino, das zu Beginn seiner Entstehung nur Theateraufführungen abfilmte, kopierte das Web bekannte Dienstleistungen und digitalisierte sie: aus dem analogen Brief wurde die E-Mail, Youtube ersetzte das Fernsehen, Amazon begann als Online-Buchhandlung. Mit der Zeit dann entstanden durch Unternehmen entwickelte Anwendungen und Kulturtechniken, die zuvor unbekannt und nicht möglich gewesen waren: Die Interaktion in Echtzeit mit einer großen Menge von weltweit verstreuten Menschen via Social Media ist eines der prägnantesten Beispiele.

So finanziell und gewinnmaximierend getrieben der Technologiesektor heute in vielen Fällen ist – Santarius und Lange weisen darauf hin, dass es zu Beginn der Kommerzialisierung auch eine Gegenbewegung von Hippies gab, die Ende der 1960er, Anfang der 70er-Jahre die Digitalisierung mitprägten. Sogenannte „kleinmaßstäbliche“, „konviviale“ Technologien wurden als wichtig erachtet, um sich von den entstehenden Industrien abzugrenzen und unabhängig sein zu können. „Der ‚Whole Earth Catalogue‘ von 1968 etwa, der Kommunard\*innen Informationen und Instrumente zur Selbstversorgung an die Hand gab, gilt als wichtiger analoger Vorläufer des Internets. Die Werte und Ideale der ‚Alternative-Szene‘ prägten die ‚Computer-Szene‘ von Anfang mit: Etliche IT-Firmen wurden von langhaarigen Hippies in Hinterhöfen hochgezogen. Steve Jobs gründete Apple als ‚Councultural Computer Company‘. Und es wuchs eine ganze Generation von Hackern heran, die einer strengen normativen Ethik folgten ... Es nimmt nicht wunder, dass sowohl Spionageversuche von Militär und Geheimdiensten als auch die digitalen Giganten – allen voran der Konzern Microsoft – in der digitalen Alternativszene von jeher Feindbilder waren und als Abtrünnige bekämpft wurden.“<sup>25</sup>

Diese Ambivalenz ist bis heute Bestandteil digitaler Technologien. Einerseits war der Kalte Krieg ein wesentlicher Treiber für ihren Anschub und ihre Entwicklung – die Geldgeber im Pentagon waren zumindest in der Anfangszeit bestrebt, durch das

24 Isaacson, S. 415

25 Steffen Lange, Tilmann Santarius, *Smarte Grüne Welt? Oekom*, 2018, S. 17

ARPANET einen krisensicheren Kommunikationskanal für militärische Operationen aufzubauen, der auch im Falle eines atomaren Schlags durch die Sowjetunion Stand halten würde. Als es andererseits aber zu der konkreten Umsetzung kam, waren die beteiligten Wissenschaftler vielmehr an einer friedvollen Nutzung und an der Dezentralisierung von Machtstrukturen interessiert.

Diesem Gedanken folgend kann man digitale Werkzeuge auch künftig nutzen. Sie lassen sich für mehr Nachhaltigkeit einsetzen, können Unterdrückten eine Stimme geben, Demokratie fördern und Ideen eine Plattform bieten, die sonst kaum oder gar nicht sichtbar wären. Andererseits konkurrieren diese Ideale mit den Zielen privatwirtschaftlicher Unternehmen, die Geld mit Technologien und im Internet verdienen wollen. Beides miteinander zu vereinen, gelingt bislang nur in seltenen Fällen.

Dass sich die Digitalisierung durchsetzen und bis in viele Winkel unseres Alltags vordringen konnte, hat allerdings nur zum Teil mit globalen und mächtigen Konzernen zu tun. Der Soziologe Armin Nassehi weist darauf hin, dass der Aufstieg der Digitalisierung auch deshalb erfolgen konnte, weil sie früh auf fruchtbaren Boden fiel und eine Antwort auf unsere immer komplexer werdende Moderne darstellt. Mit ihrer Hilfe sind wir in der Lage, in einer zunehmend unübersichtlichen Welt den Überblick zu behalten. Sie befriedigt menschliche Bedürfnisse, indem sie uns die Möglichkeit gibt, unsere Umwelt zu strukturieren und Ordnung zu wahren. Die Basis dafür sind die Daten. Sie verdoppeln die Welt, bilden unsere analoge Wirklichkeit zum Teil neu ab und lassen sich, weil sie so schlicht und vielfältig einsetzbar sind, immer wieder anders kombinieren.

Mit dieser Fähigkeit, durch die eigene Komplexität zur Komplexitätsbewältigung beizutragen, sieht Nassehi zum Beispiel auch Chancen für nachhaltige Fragestellungen wie den Klimawandel. Er schreibt: "Die Umsetzung von Pollution-Zielen und die Umstellung auf alternative Energie- und Verkehrskonzepte folgen eben den brutalen Regeln einer komplexen, funktional differenzierten Gesellschaft – sie müssen gleichzeitig (sic!) politisch, ökonomisch, rechtlich, wissenschaftlich, technisch, medial und alltagskompatibel praktikabel sein. Folglich können es auch nur komplexe Reaktionsformen sein, mit denen man regulieren und Prozesse aufeinander abstimmen kann. Hierbei wird die Digitalisierung eine entscheidende Rolle spielen ..."<sup>26</sup>

26 Armin Nassehi, Muster, C.H. Beck, 2019, S. 322

## 4 Die Karriere der Nachhaltigkeit

### Ein alter Begriff als Paradigma der Zukunftsgestaltung

*„In den letzten Jahren ist die Klage über die ‚inflationäre Verwendung‘, die Verwässerung, die Begriffsverwirrung zum Mantra geworden. Aus meiner journalistischen Arbeit kenne ich Leute, die das Wort nicht in den Mund nehmen, ohne dabei mit gekrümmten Zeige- und Mittelfingern Gänsefüßchen in die Luft zu malen. Das Wort ist in das mediale Feuerwerk der Reklamesprache geraten. ‚Nachhaltigkeit der Diät‘, ‚nachhaltige Befreiung der Kopfhaut von Schuppen‘, ‚nachhaltiger Ausbau der Kapitalkraft‘ – nichts ist unmöglich. In der Schweiz weihte man einen Monat vor dem Kopenhagener Klimagipfel ‚Die nachhaltigste Autobahn aller Zeiten‘ ein.“<sup>27</sup>*

Ulrich Grobers Beobachtung stammt aus dem Jahr 2010. Aus einer Zeit also, als die Katastrophe von Fukushima noch ein Jahr und der Klimavertrag von Paris sowie die Verabschiedung der „Sustainable Development Goals“ fünf Jahre entfernt in der Zukunft lagen. Schon damals hatte der Autor, der sich vielfach mit ökologischen Themen auseinandersetzt, das Gefühl, dass das Wort „Nachhaltigkeit“ missbraucht wird, sowohl absichtlich als auch irrtümlich. Um dem etwas entgegenzusetzen, zeichnete er die historischen Wurzeln in einer „Kulturgeschichte des Begriffs“ nach, wie es im Untertitel seines Buchs „Die Entdeckung der Nachhaltigkeit“ heißt.

Folgt man ihm, hat die Idee der Nachhaltigkeit eine erstaunliche Karriere hinter sich. Sie ist, schreibt Grober, „weder eine Kopfgeburt moderner Technokraten noch ein Geistesblitz von Ökofreaks der Generation Woodstock. Sie ist unser ursprünglichstes Weltkulturerbe.“<sup>28</sup> Er geht zurück bis zu Ötzi Lebzzeiten vor 5000 Jahren, als es möglicherweise schon erste Klimakriege um schrumpfende Weidegebiete gab; thematisiert die Mondlandung 1969, die auch dazu diente, uns die Zerbrechlichkeit unseres Planeten vor Augen zu führen; und widmet sich verschiedenen weiteren Protagonisten und Epochen: der Umweltaktivistin Rachel Carson ebenso wie Woodstock, Martin Luther, dem Surfer und Sänger Jack Johnson (und dessen Song „Reduce, Reuse, Recycle“), Urtexten aus dem Mittelalter sowie natürlich Hans Carl von Carlowitz, jenen sächsischen Oberberghauptmann, der heute als Schöpfer des Nachhaltigkeitsbegriffs gilt. In seiner umfangreichen Schrift „Sylvicultura Oeconomica“ von 1713, auch „Haußwirthliche Nachricht und Naturgemäße Anweisung zur Wilden Baum-Zucht“ genannt, fiel der Begriff „Nachhaltigkeit“ nur einmal. Aber

<sup>27</sup> Ulrich Grober, Die Entdeckung der Nachhaltigkeit, Kunstmann, 2010, S. 16

<sup>28</sup> Grober, S. 13

der Gedanke, geschlagene Waldbestände konsequent wieder aufzuforsten und nachzupflanzen, wurde hier so pointiert zusammengefasst, dass sich das Wort in der Forstwirtschaft fortan durchsetzte. Zugleich zeigte sich schon Mitte des 18. Jahrhunderts eine Doppeldeutigkeit, die bis heute charakteristisch ist: Der Begriff ist ein „Kind der Krise“, der zugleich auch immer „die Entstehung eines neuen Bewusstseins markiert“.

Dass er im 20. Jahrhundert den Sprung in weitere Lebensbereiche schaffte, hat maßgeblich mit der Digitalisierung zu tun. Zwar gab es etwa in Deutschland ab 1961 ganz analog erste zarte öffentliche Debatten über den Umweltschutz, nachdem Willy Brandt auf einem SPD-Parteitag erklärte, dass „der Himmel über dem Ruhrgebiet wieder blau werden“ muss.<sup>29</sup> Der „Spiegel“ schrieb 1969 über die „Apokalypse 1979 – Der Mensch vergiftet seine Umwelt“. 1971 legte die Bundesregierung erstmals ein Umweltprogramm vor und die FDP hinterfragte im selben Jahr – und damit deutlich vor Gründung der Grünen – den bisherigen Kapitalismus mit einem sozialliberalen Parteiprogramm. In diesen sogenannten „Freiburger Thesen“ hieß es unter anderem: „Umweltschutz hat Vorrang vor Gewinnstreben und persönlichem Nutzen.“<sup>30</sup>

Langfristig und auf internationaler Ebene hatte allerdings die Veröffentlichung von „Die Grenzen des Wachstums“ mehr Einfluss. Der „Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit“, der heute als wichtige Wegmarke gilt, skizzierte die Gefahren, die entstehen, wenn die Bevölkerung und die Umweltverschmutzung exponentiell wachsen, zugleich aber die Rohstoffvorräte rapide schwinden. Die Forscher blickten weit nach vorne, bis zum Jahr 2100, und möglich wurde das durch ein neues Computermodell des MIT-Ingenieurs Jay Forrester, dem die Autor\*innen des Reports als einem von drei Männern ausdrücklich dankten. Er habe „durch die Entwicklung seiner Methode ‚System Dynamics‘ und das damit erstellte erste ‚Weltmodell‘ die wissenschaftlichen Grundlagen für unsere Arbeit bereitgestellt“.<sup>31</sup> Die globalen Zusammenhänge, über die Medien heute fast täglich berichten, wurden in dem Buch erstmals dargelegt und von einer größeren Leserschaft wahrgenommen. Natürlich nicht immer positiv. In der „New York Times“ kommentierten drei Wirtschafts- und Jura-Professoren den Report beim Erscheinen als „Public Relations Stunt“, der bloß die „Neuentdeckung der ältesten Maxime der Computerwissenschaft“ belegen würde: „Garbage in, Garbage out“. Schon Thomas Malthus

29 Frank Stolze, Anna Petrlc, Nachhaltigkeit für Einsteiger, Oekom, 2016, S. 27

30 siehe dazu: <https://cloud.liberal-demokraten.de/index.php/s/izxY49y8YyzHjP>; [https://de.wikipedia.org/wiki/Freiburger\\_Thesen](https://de.wikipedia.org/wiki/Freiburger_Thesen). Das Programm wurde ein paar Jahre später durch einen wirtschaftsliberaleren Kurs ersetzt

31 Dennis Meadows et al, Die Grenzen des Wachstums, DVA, 1972, S. 7

hätte 200 Jahre zuvor die Gefahren des ungebremsten Wachstums erkannt – „ohne Computerausdrucke und blinkende Lichter“.<sup>32</sup>

Kritik wie diese, die in den folgenden Jahrzehnten zum Teil auch zu Desinformationskampagnen von Leugnern des Klimawandels und Angriffen auf Wissenschaftler führten,<sup>33</sup> konnte nicht verhindern, dass die Beschäftigung mit Umwelt, Natur, Klimawandel und Nachhaltigkeit als Paradigma für unsere gesellschaftliche Weiterentwicklung eine immer größere Rolle einnahm. Der sogenannte Brundtland-Report „Unsere gemeinsame Zukunft“ (Namensvorbild für den WBGU-Bericht „Unsere gemeinsame digitale Zukunft“ von 2019) legte 1987 eine bedeutende Definition von Nachhaltigkeit vor („Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs“). 1992 begann die bis heute anhaltende Serie von UN-Klimakonferenzen, 1994 wurde Umweltschutz in Deutschland zum Staatsziel erklärt, seit 2002 gilt eine – regelmäßig aktualisierte – Nachhaltigkeitsstrategie. Seit 2014 müssen Unternehmen ab einer gewissen Größe über ihre Bemühungen für mehr Nachhaltigkeit berichten, ein Jahr später wurde das Pariser Klimaabkommen unterzeichnet und die „Sustainable Development Goals“ von den Vereinten Nationen verabschiedet, die jeden Staat in Sachen Nachhaltigkeit zum Entwicklungsland erklären.

Die zivilgesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bewegungen hin zu mehr Nachhaltigkeit, die im Vergleich dazu wesentlich sichtbarer und greifbarer sind, stehen in einem doppelten Verhältnis zum politisch-offiziellen Handeln. Einerseits sind sie eine Folge von rechtlichen Rahmen und Gesetzen, andererseits entstehen sie aus einer Unzufriedenheit mit dem von der Politik gestalteten Status quo, der nicht weit genug geht. Die Jugendbewegung „Fridays for Future“ ist dafür ebenso ein Beispiel wie die verschiedenen mikro- und makroökonomische Ansätze und Theorien, darunter die Nachhaltige Ökonomie, die Gemeinwohlökonomie, die Plurale Ökonomie und die Postwachstumsökonomie. Daran anknüpfend gibt es seit Jahrzehnten auch immer wieder Versuche, das herkömmliche Instrument für die nationale Messung des Wohlstands, das Bruttoinlandsprodukt, durch eine Erweiterung oder einen ganz neuen Index zu ersetzen. Bislang konnte sich aber keins der Modelle durchsetzen.

Für den Dreiklang Ökonomie, Soziales und Ökologie – im Englischen griffig mit „People, Planet, Profit“ umschrieben – fehlt es weiterhin an einer allgemeingültigen

32 Peter Passell, Marc Roberts, Leonard Ross, „The Limits to Growth“, in: New York Times, 2.4.72, <https://www.nytimes.com/1972/04/02/archives/the-limits-to-growth-a-report-for-the-club-of-romes-project-on-the.html>

33 mehr dazu beispielsweise in Susanne Götze, Annika Joeres, Die Klimaschmutzlobby, Piper, 2020 und in Michael Mann, The New Climate War, Scribe UK, 2021

Definition. Und wahrscheinlich kann es diese auch gar nicht geben. Zu komplex sind die vielfachen Wechselwirkungen, zu unterschiedlich die Herkünfte derjenigen, die darüber befinden könnten. Ulrich Grober kommt in seiner Kulturgeschichte zu dem Fazit, dass der Begriff „Nachhaltigkeit“ trotz seiner Sperrigkeit zukunftsfähig fürs 21. Jahrhundert ist. Er habe dafür „die nötige Gravität und Elastizität. In diesem Wort ist alles enthalten, worauf es ankommt.“ In ihm sei sowohl die Ökologie, als auch die Lebensqualität und die globale Gerechtigkeit „aufgenommen und gespeichert“. Zugleich dränge er einem kein starres System, kein Rezept auf, nach dem man handeln müsste. „Schon der Brundtland-Bericht forderte: Keep the options open. Vorausschauen und vorsorgen heißt keineswegs, kommenden Generationen vorzugeben, wie sie zu leben haben, sondern: die Optionen offenhalten, dass sie sich ihren Bedürfnissen gemäß entfalten können.“<sup>34</sup>

Für die anstehende Ära der umfassenden Digitalisierung, von der noch keiner mit Gewissheit sagen kann, was sie bringt, könnte das eine angemessene Leitplanke zur Orientierung sein.

## 5 Digitalisierung & Nachhaltigkeit

### Zwei Megatrends wachsen (langsam) zusammen

*„Die Idee zu diesem Buch kam erst vor wenigen Monaten, als ich ein neues öffentliches Interesse an der Beziehung zwischen IT oder IKT (Informations- oder Informations- und Kommunikationstechnologie) und Nachhaltigkeit bemerkte. Viele Konferenzen befassen sich mit dem Energieverbrauch von IKT, und Schlagworte wie ‚Green IT‘ und ‚Green Computing‘ nehmen zu. Informations- und Kommunikationstechnologien werden zunehmend von den Medien und von Entscheidungsträgern in Wirtschaft und Politik mit Fragen der Energie, des Klimawandels und der Nachhaltigkeit in Beziehung gesetzt. Endlich werden IKT und nachhaltige Entwicklung zusammen gesehen, während sie bis vor kurzem als getrennte Bereiche betrachtet wurden.“*

Diese Zeilen von Lorenz Hilty könnten aus dem Jahr 2018 oder 2020 sein. Was er darin anspricht – die Konferenzen, das öffentliche Interesse von Medien, Wirtschaft und Politik – trifft auf die letzten Jahre zu. Nach einer Phase der massiven Verbreitung von digitalen Geräten wie Smartphones und Tablets im Alltag und Sensoren und Big Data in der Wirtschaft im letzten Jahrzehnt, haben mehr Wissenschaftler, Berater und Politiker als je zuvor Digitalisierung und Nachhaltigkeit miteinander verknüpft und zum Thema gemacht. Was sich in Artikeln und Interviews in regionalen und überregionalen Tageszeitungen, Publikumszeitschriften und TV-Sendungen niedergeschlagen hat.

Tatsächlich aber stammen Hiltys Sätze aus dem Mai 2008. Er hat sie für das Vorwort seines Buchs „Information Technology and Sustainability“ geschrieben, in dem er Artikel, Manuskripte und Reports der vorigen Jahre zusammengefasst und das er – aus Gründen der Nachhaltigkeit – als „Book on Demand“ herausgebracht hat.<sup>35</sup> Hilty hat früh begonnen, sich für die Schnittstelle der beiden Megatrends zu interessieren. Seit mehr als 20 Jahren ist er schon damit befasst, heute als Professor der Universität von Zürich, wo er die Forschungsgruppe Informatik und Nachhaltigkeit leitet. Ganz so jung ist die Disziplin also nicht, auch wenn man das angesichts der noch offenen wissenschaftlichen Fragestellungen (siehe Kapitel 11) und des erst kürzlich aufgekommenen Interesses von Journalisten und größeren Medien annehmen könnte.

<sup>35</sup> Lorenz M. Hilty, Information Technology and Sustainability, BoD GmbH, 2008, S. 9

Vergleicht man Hiltys damalige Texte mit aktuellen Artikeln und Reports, muss man feststellen, dass sich an den Problemen und wie sie gelöst werden müssten, wenig geändert hat. Hilty geht auf den Reboundeffekt der zunehmenden Digitalisierung ein, weist auf die Methode der Lebenszyklusanalyse („Lifecycle Assessment“) hin, um Geräte und Technologien hinsichtlich ihrer Lebensdauer und ihres ökologischen und klimatischen Fußabdrucks vergleichen zu können. Und er schreibt über den Wunsch und die Hoffnung der Dematerialisierung, die der Digitalisierung grundsätzlich inne wohnt. „Grundsätzlich hat die Idee einer Informationsgesellschaft ein großes Potenzial, das Dilemma der nachhaltigen Entwicklung zu lösen: alle Menschen mit Lebensqualität zu versorgen, ohne das Ökosystem zu stark zu nutzen. Dieses Dilemma kann nur gelöst werden, wenn es der Gesellschaft gelingt, mit viel weniger Material- und Energieeinsatz Wert zu schaffen. Wie bereits seit Jahrzehnten diskutiert, ist eine „Entmaterialisierung“ des Wirtschaftssystems um den Faktor 4-10 eine Voraussetzung für Nachhaltigkeit.“<sup>36</sup> Am Ende des Bandes gibt er zudem Empfehlungen ab, was User, Hardware- und Softwareentwickler und die Politik ändern sollten: Informations- und Kommunikationstechnologien länger nutzen, offene Standards einsetzen, weniger Rohstoffe verwenden, die Materialien recyclefähig verarbeiten, Programme schlank programmieren und Software nicht unnötig aufblähen.

Ein anderes Buch aus der Zeit, „Greening through IT“, legt seinen Schwerpunkt auf die Potenziale. Ohne die negativen Folgen zu ignorieren, zitiert der Autor Bill Tomlinson, Professor für Informatik und Bildung der University of California, Irvine, aus mehreren Studien und Reports; einer davon wurde 2007 bereits während des Weltwirtschaftsforums in Davos vorgestellt. Bemerkenswert ist für ihn beispielsweise, dass IT in Echtzeit über Energieverbrauch und Emissionen in der Wirtschaft berichten und damit diese dann letztlich auch optimieren und reduzieren kann; dass IT in der Landwirtschaft hilft, Verschwendung aufzudecken und zu reduzieren sowie Nahrungsmittelkrisen zu lösen; oder dass in Transport und Logistik Car-Sharing-Programme durch Online-Reservierungen und mobile Kommunikation den Bedarf an Autos zurückgehen lassen werden. Auch indirekte Zusammenhänge ließen sich erkennen, schreibt Tomlinson. Online-Diät-Programme etwa könnten den Spritverbrauch reduzieren. Weil die US-Amerikaner im Vergleich zu 1960 mehr wiegen würden und pro Jahr deshalb zusätzlich 3,5 Milliarden Liter Benzin für Pkw, Pick-up-Trucks und öffentliche Busse benötigten, könnte die digitale Hilfe bei der Gewichtsabnahme fossile Brennstoffe einsparen. Und dass 57 Nackte am 14. Juli 2007 durch Seattle radelten, hielt er für eine neue Form des Protests. Nicht, weil sie Teil des „World Naked Bike Ride“ waren und keine Kleidung trugen, sondern weil sie ihre Demo digital mit zahlreichen anderen Städten weltweit koordinierten,

um gemeinsam gegen die Vormacht von Autos und die Abhängigkeit von Erdöl zu demonstrieren. „Statt sich auf Papierbroschüren oder andere traditionelle Medien zu verlassen, nutzte die Organisation das World Wide Web, E-Mail und andere Informationstechnologien, um die Planung, Koordination und Durchführung von Veranstaltungen auf der ganzen Welt zu unterstützen“, schrieb Tomlinson.<sup>37</sup>

In seinem Fazit listet der Autor eine Reihe von Gründen auf, warum IT ein wesentlicher Pfeiler der grünen Transformation werden könnte. Einer davon: ihre Verbreitung. Drei Milliarden Handys und Smartphones sind zu dem Zeitpunkt weltweit bereits verkauft, dazu wurde die notwendige Infrastruktur aufgebaut, die man also nicht neu errichten müsste. Für den Wissenschaftler ist das ein Hinweis darauf, dass digitale Kommunikationsmedien zur massenhaften Aufklärung und Vermittlung von Natur-, Umwelt- und Klimathemen genutzt werden sollten. „Die Menschen fühlen sich mit einer bereits vorhandenen Technologie möglicherweise wohler und könnten bei der Nutzung deshalb eher bereit sein, Umweltaktivitäten in Betracht zu ziehen.“<sup>38</sup>

Heute, mehr als zehn Jahre später, spricht nicht viel dafür, dass Tomlinsons Hoffnung eingelöst werden konnte. Die Digitalisierung ist seit 2010 rasant vorangeschritten – und mit ihr hat sich der Zustand der Welt nicht verbessert, sondern verschlechtert, wenn man beispielsweise die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre, die abnehmende Biodiversität, die schrumpfenden Fischbestände oder die Daten zur globalen Migration betrachtet. Der WBGU kommt in seinem umfangreichen Gutachten „Unsere gemeinsame digitale Zukunft“ zu dem Schluss: „Nur wenn es gelingt, die digitalen Umbrüche in Richtung Nachhaltigkeit auszurichten, kann die Nachhaltigkeitstransformation gelingen. Digitalisierung droht ansonsten als Brandbeschleuniger von Wachstumsmustern zu wirken, die die planetarischen Leitplanken durchbrechen.“ Und weiter: Es muss „nüchtern festgestellt werden, dass die Digitalisierung von Wirtschaft und Alltag sich bislang nur marginal an Nachhaltigkeitsaspekten orientiert. Es mangelt zwar nicht an rhetorischen Bezügen, insbesondere durch die Anwendung des Begriffs ‚smart‘ auf jedes klimafreundlich zu transformierende Teilsystem der Industriegesellschaft: Smart Grids, Smart Cities, Climate-Smart Agriculture usw. Die digitalen Ressourcen und Projekte werden jedoch bisher überwiegend für konventionelles Wachstum auf etablierten Märkten im internationalen Wettbewerb eingesetzt. Sinn und Zweck des digitalen Fortschritts in diesen Zusammenhängen ist nicht in erster Linie die

37 Tomlinson, S. 1 ff.

38 Tomlinson, S. 174

Nachhaltigkeit.“<sup>39</sup> In den Sustainable Development Goals kommt die Digitalisierung „nur am Rande vor“.<sup>40</sup>

Im Rückblick ist das erstaunlich. Immerhin wurden die SDGs von den Vereinten Nationen im Jahr 2015 verabschiedet, zu einem Zeitpunkt, als sich deutlich abzeichnete, dass die Digitalisierung unseren beruflichen und privaten Alltag künftig stark prägen wird. Zudem hatten Wissenschaftler – nicht nur Lorenz Hilty und Bill Tomlinson – schon zu der Schnittstelle der beiden Megatrends gearbeitet und hätten die positiven wie negativen Potenziale benennen und erläutern können. Auf der anderen Seite zeugt die fehlende Erwähnung des Digitalen von einer passiven Selbstverständlichkeit. Die 17 SDGs beschreiben, wie die Welt im Jahr 2030 aussehen soll (kein Hunger, keine Armut etc) und was die Staaten weltweit zu tun haben, um die 169 Unterziele zu erreichen. Messen und dokumentieren lässt sich der Fortschritt aber natürlich nicht mit Zollstock, Bleistift und Papierblock. Dafür werden digitale Werkzeuge benötigt, mit denen Daten erhoben, zusammengetragen und analysiert werden können. So betrachtet ist die Digitalisierung omnipräsent in dem Abkommen. Nur dass sie nicht explizit genannt, sondern stillschweigend vorausgesetzt wird. Ganz so, als dürfe man sich ihrer bedienen, könne aber nicht bewusst auf sie einwirken und ihre Entwicklung gestalten.

Dass die beiden Welten – Digitalisierung und Nachhaltigkeit – häufig noch getrennt voneinander betrachtet und nicht zusammen gedacht werden, bestätigt auch der WBGU. Demnach „bedarf es eines Brückenschlags zwischen den Digitalisierungs- und den Nachhaltigkeitsnetzwerken – in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik gleichermaßen. Beide Netzwerke sind bisher kaum miteinander verbunden, werden aber in Zukunft aufeinander angewiesen sein, wenn ein Übergang zur Nachhaltigkeit unter den Bedingungen des digitalen Wandels gelingen soll.“<sup>41</sup> Einer der ersten großen Versuche, die deutsche Tech- und die Umweltszene zusammenzubringen, fand im November 2018 an der TU Berlin statt. Auf der Konferenz „Bits & Bäume“ boten die Veranstalter über den Verlauf von zwei Tagen 130 Workshops, Vorträge und Podiumsdiskussionen an. Eingeladen hatten mehrere Umwelt-, Hilfs- und Techorganisationen, unter ihnen der Chaos Computer Club, die Open Knowledge Foundation, Brot für die Welt, und BUND. Seit dem Wochenend-Event wird das Format in unregelmäßigen Workshops fortgesetzt.

Etwa zum selben Zeitpunkt begann auch die Politik, beide Themen zusammenzudenken. Davor sah es lange so aus: Für die Digitalisierung ist die vom Kanzleramt

39 Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), Unsere gemeinsame digitale Zukunft, 2019, S. 1 ff.

40 WBGU, S. 31

41 WBGU, S. 27

eingesetzte Staatsministerin als Beauftragte der Bundesregierung zusammen mit verschiedenen Ministerien zuständig, die je nach eigenem Ressortblick an fachlichen Themen arbeiten, darunter das Forschungs-, Innen- und Wirtschaftsministerium. Fragen zu Klima, Umwelt und Natur werden dem Umweltministerium überlassen. Bis zum Jahr 2017/2018 interessierten sich in dem Haus deshalb auch nur vereinzelte Referenten für die „neue“ Schnittstelle. Dann aber nahm man die Verknüpfung systematisch auf, was zu einer Zusammenarbeit mit der Digitalkonferenz re:publica 2019, einer Workshopreihe und im Frühjahr 2020 zur Vorstellung der ersten „Umweltpolitischen Digitalagenda“ führte. Kern des Vorhabens ist seitdem, nicht nur auf die negativen Effekte aufmerksam zu machen und auf Regulierungen zu drängen, sondern die Digitalisierung – ähnlich wie es andere Ministerien machen – zu seinem Vorteil zu nutzen und etwa Projekte und Start-ups fördern, die Künstliche Intelligenz für mehr Nachhaltigkeit einsetzen.<sup>42</sup> Dirk Meyer, Ministerialdirektor im Bundesumweltministerium, empfand es zu Beginn allerdings als „extrem mühligen Prozess“, die Bedeutung der Digitalisierung sowohl in negativer als auch in positiver Hinsicht in seinen Geschäftsbereichsbehörden zu vermitteln. Die meisten im Natur- und Umweltschutzbereich hätten die Digitalisierung erst sehr spät entdeckt und seien davon ausgegangen, dass das Themenfeld so weit von ihrer eigentlichen Arbeit entfernt liegen würde, dass sie sich darum nicht kümmern müssten.<sup>43</sup>

Dass es dem gemeinwohlorientierten Sektor, zu dem Non-Profits, Vereine und Stiftungen mit den verschiedensten Themen und Aufgaben gehören, noch schwer fällt, digitale Tools in den Alltag zu integrieren, sie zu nutzen und damit die eigenen Arbeit voranzubringen und womöglich neue Wege als bisher zu erschließen, zu diesem Ergebnis kamen in den vergangenen Jahren auch zwei Untersuchungen. Im „Digital-Report 2020“ gab jede zweite befragte Organisation an, dass die Digitalisierung allgemein „eine große oder sehr große Herausforderung“ sei. Künstliche Intelligenz, 3D-Druck, Blockchain, Internet der Dinge, Virtual Reality und Chatbots werden demnach sehr skeptisch betrachtet – nur zehn Prozent sehen ein Potenzial für sich. Einzig beim Cloud Computing ist die Akzeptanz größer.<sup>44</sup> Der Report „Digitalisierung braucht Zivilgesellschaft“ kam zu dem Schluss, dass die Mehrheit der Nonprofits in Deutschland noch „Digitale Novizen“ sei. Sie stünden bei Fragen der Technik, Infrastruktur und Kultur erst am Anfang eines Veränderungsprozesses.<sup>45</sup>

42 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Umweltpolitische Digitalagenda, <https://www.bmu.de/digitalagenda/>

43 Marc Winkelmann, Prima Klima mit KI, in: Kursbuch 202, Donner. Wetter. Klima, S. 194

44 Haus des Stiftens, Digital-Report 2020, <https://www.digital-report.org/report>

45 Robert Bosch Stiftung et al, Digitalisierung braucht Zivilgesellschaft, [https://www.bosch-stiftung.de/sites/default/files/publications/pdf/2019-01/Report\\_Digitalisierung\\_braucht\\_Zivilgesellschaft\\_2019.pdf](https://www.bosch-stiftung.de/sites/default/files/publications/pdf/2019-01/Report_Digitalisierung_braucht_Zivilgesellschaft_2019.pdf)

Constance Kurz, Informatikerin und Sprecherin des Chaos Computer Clubs, hält es für wichtig, diese Prozesse zu verstehen, anzunehmen und den Dialog zu suchen. „Die Ökos können von uns auf jeden Fall lernen, Technik zu verstehen. Ich glaube, dass man wirklich sehr viel besser debattieren kann, wenn man verstanden hat, wie Technik geht und sich nicht von denjenigen, die sie anbieten, irgendwas erzählen lassen muss.“ Das gleiche würde aber auch für die Techszene gelten. „Umgekehrt glaube ich, dass wir als Techies eine Menge lernen können von der Umweltbewegung. Sie ist immer noch eine Bewegung von unten, die in relativ kurzer Zeit – drei Jahrzehnte sind ja nicht furchtbar lang für ein Umdenken – eine Veränderung in Politik und Gesellschaft herbeigeführt hat.“ Während es im Umweltbereich beispielsweise mehr Transparenz, Regeln und Siegel existieren, fehlen solche Orientierungshilfen im Digitalen. „Da haben wir mehr Schwierigkeiten mit der Vergleichbarkeit und der Risikoeinschätzung. Es geht nicht nur darum, wo die Daten hin übertragen werden, sondern auch darum, wie sicher die Software eigentlich ist.“ Insgesamt, so sagt sie, „werden Nachhaltigkeit und Digitalisierung noch nicht so oft zusammengedacht, scheint mir. Aber ich beobachte, dass es auf allen Kontinenten immer mehr interessante interdisziplinäre Projekte in der akademischen Welt gibt.“<sup>46</sup>

Weniger akademisch, dafür sehr konkret und praktisch, setzen die Kinder und Jugendlichen, die sich bei Fridays for Future engagieren, die Digitalisierung für ihre Ziele ein. Ihre Bewegung wäre ohne E-Mails, WhatsApp-Gruppen und Facebook-Posts nicht möglich gewesen. Was ihre Vorläuferbewegung, die von Bill Tomlinson erwähnten nackten Radler in Seattle, 2007 noch nicht in Echtzeit machen konnten – das iPhone war erst ein paar Monate zuvor vorgestellt worden, die Welt begann gerade erst zu lernen, wofür Social-Media-Apps genutzt werden können –, bietet den jungen Aktivisten die Chance, jederzeit spontan und tagesaktuell zu reagieren und mit Abgeordneten oder Vorstandschefs via Twitter direkt zu kommunizieren. Vorbei an den etablierten Medien, den ehemaligen Torwächtern öffentlicher Debatten.

Auch in anderer Hinsicht ist das Digitale essentiell für Fridays for Future und den öffentlichen Umwelt- und Klimadiskurs. Sämtliche wissenschaftlichen Analysen und Vorhersagen zum Zustand der Welt – ob rückblickend zur Lage vor 100 Jahren oder vorausschauend auf die Entwicklung in 20, 30 oder 80 Jahren – basieren auf Modellen, die von Computern errechnet werden. Was für Jugendliche Anlass zum Protest ist und Politiker möglicherweise in Erklärungsnot bringt, ist in analoger Form nicht erfassbar. Menschen in Australien oder Kalifornien haben die Feuerkatastrophen in ihren Regionen in den vergangenen Jahren möglicherweise hautnah

46 Anke Oxenfarth, „Den inneren Schweinehund müssen beide überwinden“, in: Politische Ökologie, Smartopia – Geht Digitalisierung auch nachhaltig?, Oekom, 2018, S. 33

miterlebt – die Aussagekraft von punktuellen Ereignissen ist aber nur begrenzt. Was es bei globalen Phänomenen wie der Klimaerwärmung braucht, sind wissenschaftliche, rechnergestützte Methoden, um der Komplexität annähernd Herr werden zu können. Nur auf diesem Weg lassen sich anschließend IPCC-Reports, das Pariser Klimaabkommen von 2015 oder die Sustainable Development Goals verfassen und verabschieden.

Dass Menschen begannen, besondere Wetterereignisse wie Stürme oder Fluten händisch aufzuzeichnen, liegt schon tausende Jahre zurück. Im Mittelalter kamen Instrumente wie das Barometer und Thermometer dazu, 1817 erstellte Alexander von Humboldt eine der ersten Klimakarten (neben der des Physikers Heinrich Wilhelm Brandes ein Jahr zuvor), in der er auch Daten von Messstationen aus China und den Falklandinseln berücksichtigte.<sup>47</sup> Im späten 19. Jahrhundert wurden Messwerte über größere Distanzen hinweg per Morsecode kommuniziert. Je mehr Daten die Forscher aber über das Wetter und das Klima zusammentrugen und je mehr sie über den Einfluss von Temperaturen, Druck, Winden, Niederschlägen und den Treibhausgaseneffekt lernten, desto komplexer wurden ihre Berechnungen. Mit Hilfe von physikalischen Gleichungen versuchten sie, Vorhersagen zu treffen. Das händische Ausrechnen beanspruchte allerdings viel Zeit. Um das Wetter in Europa für einen Zeitraum von acht Stunden vorherzusagen, braucht der britische Mathematiker Lewis Richardson, ein Pionier auf seinem Gebiet, Anfang des 20. Jahrhunderts sechs Wochen. Während des Zweiten Weltkriegs übernahmen die ersten Computer die Arbeit. Weil die Militärs der Alliierten für ihre Operationen zuverlässige Wetterprognosen verlangten, steckten vor allem die USA Geld in die technologische Entwicklung. Das Ergebnis: 1950 benötigte ein Computer für eine 24-stündige Prognose 24 Stunden.<sup>48</sup> Für Berechnungen des Klimas reichte das noch nicht. Zu wenig Power, zu viele Kriterien, die berücksichtigt werden mussten. In den 1960ern änderte sich das. An der Princeton University gelang es dem Physiker Syukuro Manabe und dem Klimaforscher Richard Wetherald, ein schlank programmiertes Klimamodell zu schreiben, das die Wärmestrahlung und das Auf- und Absteigen von warmer oder erkalteter Luft berücksichtigt.<sup>49</sup>

Die Pionierarbeit von damals ist heute Standard. Forscher übersetzen die komplexen physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse und Wechselwirkungen aus der Natur in Rechenoperationen, füttern damit ihre Hochleistungscomputer und versuchen so, sich der klimatischen Zukunft unter bestimmten Fragestellungen anzunähern: Welche Folgen haben die Kipppunkte? Was passiert in der

47 Birgit Schneider, Klimabilder, Matthes & Seitz, 2018, S. 118 ff.

48 Arian Bastani, Der Klima-Code, <https://www.republik.ch/2018/12/11/der-klima-code>

49 Susanne Ehlerding, Was Klimamodelle können (mehr als Sie denken), <https://background.tagesspiegel.de/was-klimamodelle-koennen-mehr-als-sie-denken>

Atmosphäre, wenn wir weiter Treibhausgase in großen Mengen ausstoßen? Die Modelle machen sich dabei einen Kniff zunutze, den Lewis Richardson zur Zeit des Ersten Weltkriegs erstmals einsetzte. Sie unterteilen die Welt in dreidimensionale Gitternetze, die einzeln berechnet werden können. Je feiner das Raster, desto präziser die Projektion. Nachteil: Die Rechenzeit kann sich um ein Vielfaches vergrößern und auch die schnellsten Computer an ihre Grenzen bringen. Zugleich benötigen sie selbst viel Energie, von Generation zu Generation mehr als zuvor, weil die Effizienzgewinne den Mehraufwand nicht immer kompensieren können. Die Berechnung des Klimas, die zu mehr Nachhaltigkeit führen soll, ist selbst eine Methode, die das Klima belastet.

## 6 Maschinelle Schnappatmung

### Die Vor- und Nachteile der Künstlichen Intelligenz

Der Barcode auf dem Sack mit den Kartoffeln ist deutlich sichtbar auf der Vorderseite angebracht. Wenn man ihn mit seinem Smartphone scannt, lässt sich der Preis ablesen, 2,59 Euro für 1,5 Kilogramm, aber nicht nur das. Aufgezeigt wird auch die komplette Lieferkette: die Adresse des Landwirts, der die Samen gepflanzt hat; die Menge des Pflanzenschutzmittels, das er einsetzen musste; die Beschaffenheit des Bodens; wann die Ware geerntet wurde; auf welchem Transportweg sie in den Supermarkt gekommen ist. Wenn man ganz nach unten scrollt, lässt sich das Ergebnis ablesen: „150 Gramm CO<sub>2</sub>e“, steht dort. So viele Treibhause sind bei der Produktion dieser Kartoffeln insgesamt entstanden.

Das muss man aber nicht mit jedem einzelnen Produkt so machen. Leichter ist es, den Kassenzettel nach dem Einkauf zu fotografieren und seiner Monatsbilanz hinzuzufügen. Die App erkennt alle Produkte anhand der Schrift automatisch. Sie zieht sich die notwendigen Informationen zu Herkunft und Klimafolgen, die täglich aktualisiert werden, selbst aus dem Netz, rechnet sie zusammen und gibt einem abends an, wie viel des individuellen CO<sub>2</sub>-Restbudgets noch zur Verfügung steht. Das gleiche macht die Software auch mit den Online-Käufen. Sobald man einen Flug bucht oder ein paar Sneaker bestellt, erkennt das Programm die Vorgänge anhand der Bestätigungsmails und Kontobewegungen und übernimmt die Daten – Flugzeugtyp, Flugdistanz, Material der Schuhe, Arbeitsbedingungen in der Fabrik – aus dem Netz, wo sie täglich aktualisiert werden. Natürlich kann man sich auch schon vor dem Kauf ökofaire und klimafreundliche Alternativen vorschlagen lassen.

Wer sich noch mehr engagieren will, kann auch den „Erziehungs-Modus“ wählen. Nach einer kurzen Eingewöhnungsphase, in der man dem Algorithmus seine persönlichen Vorlieben und Schwächen beibringt, wird das System von Monat zu Monat strenger. Dann kann es passieren, dass man kein Taxi mehr bekommt, wenn die Strecke kürzer als fünf Kilometer ist. Oder wenn alle verfügbaren Wagen nur mit Benzin oder Diesel angetrieben werden und noch keinen Elektromotor haben.

Sieht so das Shoppen der Zukunft aus? Werden wir unterstützt von einer personalisierten App, die mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz (KI) im Hintergrund Entscheidungshilfen beisteuert, damit man als mündiger Verbraucher bewusster und gezielter einkaufen kann als heute? Vorhersagen zu den Möglichkeiten von KI haben sich in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder als zu voreilig und großspurig herausgestellt. Wenn man die momentanen Arbeiten von Forschern aber

ein wenig weiterdenkt und in praktische Tools für den Alltag übersetzt, scheint das oben skizzierte Supermarktszenario nicht mehr aus der Luft gegriffen zu sein. Sollte es Wirklichkeit werden, dürfte sich so einiges zum Positiven verändern. Vorausgesetzt, man löst auch die Probleme, die aus dem damit einhergehenden Sammeln und Nutzen der privaten Daten entstehen.

Von allen Technologien, die derzeit öffentlich diskutiert, wissenschaftlich erforscht und von Unternehmen eingesetzt werden, ist die Künstliche Intelligenz die bekannteste und schillerndste. Optimisten trauen ihr eine geradezu revolutionäre Kraft zu, die nur mit der Entdeckung des elektrischen Stroms vergleichbar sei: Sie ermöglicht Produktivitätssprünge, bewirkt eine Steigerung des globalen Bruttoinlandsprodukts in zweistelliger Billionenhöhe<sup>50</sup> – und wird dabei helfen, die Sustainable Development Goals bis 2030 zu erreichen. Davon gehen beispielsweise die Vereinten Nationen aus, die in Genf jährlich einen „AI for Good Global Summit“ veranstalten.<sup>51</sup> Kritiker hingegen warnen. Die Entwicklung müsse mit großer Vorsicht erfolgen, damit autonome Roboter sich dank ihrer erlangten „Superintelligenz“ nicht selbstständig machen, einen Großteil aller Arbeitsplätze vernichten und sich auch sonst gegen uns, ihre menschlichen Erschaffer, richten. Utopie auf der einen Seite, Dystopie auf der anderen – zwischen diesen Extremen schwanken die Debatten über die Künstliche Intelligenz häufig.

Erstmals aufgetaucht ist der Begriff 1956 im Vorfeld einer Konferenz am Dartmouth College im US-Bundesstaat New Hampshire. Mathematiker, Psychologen, Ökonomen, Informationstheoretiker und Kybernetiker trafen sich, um darüber nachzudenken, wie eine Maschine konstruiert sein muss, die menschliche Intelligenz simulieren kann, also in der Lage ist, neue Fähigkeiten zu lernen und Probleme durch eigenständige Entscheidungen zu lösen.<sup>52</sup> Und zunächst sah es so aus, als ob die Forscher zügig vorankommen, weil Arthur Samuel einen Rechner vorstellte, der ihn in dem Spiel „Dame“ schlug. Der Programmierer hatte die Maschine gegen sich selbst spielen lassen, wodurch sie in der Lage war, sich die nötigen Regeln und Strategien anzueignen – dieser Prozess wird seitdem als „maschinelles Lernen“ bezeichnet. 1966 präsentierte Joseph Weizenbaum das Sprachanalyse-System „Eliza“, einen ersten Vorläufer heutiger Chatbots, das sich selbstständig schriftlich mit Menschen austauschen konnte. Damit schien Weizenbaum einem – bis heute wegweisenden – Gedankenexperiment Alan Turings aus dem Jahr 1950 nahezukommen. Der britische Mathematiker hatte in einem Aufsatz einen Test entworfen, um die Fähigkeiten von Maschinen testen zu können: Sollte es ihr gelingen, einem Menschen in

50 WEF, Unlocking Technology for the Global Goals, 2020, <https://www.weforum.org/reports/unlocking-technology-for-the-global-goals>, S. 10

51 <https://aiforgood.itu.int/>

52 Thomas Ramge, Mensch und Maschine, S. 32 ff

einer schriftlichen Unterhaltung vorzuspielen, dass sie ein Mensch ist, dann wäre das der Beweis für die Intelligenz der Maschine.

Die einzelnen Erfolge konnten mit der Zeit aber nicht verbergen, dass die Versprechen, die auf der Künstlichen Intelligenz basierten und viele Forschungsgelder nach sich zogen, zu hoch gegriffen waren und sich nicht erfüllen ließen. Die damals zur Verfügung stehende Hardware rechnete zu langsam und bot zu wenig Speicherplatz. Außerdem gab es nicht genügend maschinenlesbare Daten. Die sogenannte vierte industrielle Revolution änderte das. Sie gab den alten Hoffnungen ab Mitte der 90er-Jahre neue Nahrung. Die Computer wurden leistungsfähiger, das Internet breitete sich aus, die Miniaturisierung führte zum Smartphone – und damit wurde eine regelrechte Datenexplosion losgetreten. Die jetzt zur Verfügung stehenden – und sich laufend vervielfachenden – digitalen Informationen sind ideal, um KI-Programme zu trainieren.

Damit ein Rechner nämlich eigenständig erkennt, wann es sich im Straßenverkehr um ein Stoppschild handelt oder wie er die englische Frage „How are you?“ ins Französische zu übersetzen hat, muss er zuvor aus Vorlagen die dazugehörigen Muster erlernt haben. Das geht, indem Programmierer künstliche neuronale Netze nach dem Vorbild der komplexen Verknüpfungen im menschlichen Gehirn anlegen. Diese Netze analysieren das Bild eines Stoppschildes, indem sie es in seine einzelnen Merkmale – Form, Farbe, Zeichen, Größe etc – zerlegen und damit noch weitere Informationen verbinden, etwa wie das Schild genannt wird und was man zu tun hat, wenn man vor einem steht. Ist eine Teilinformation korrekt, löst dies ein Signal aus, das von Neuron zu Neuron weitergereicht wird. Ist sie falsch, wird die Signalkette unterbrochen. Über dieses assoziative Lernen bilden sich nach und nach Pfade im System aus, ähnlich wie beim Menschen.

Im Alltag finden sich inzwischen zahlreiche Anwendungen wieder. Sprachassistenten wie „Alexa“ oder „Siri“ basieren ebenso auf KI wie automatische Text- und Gesichtserkennungen, etwa um sein Smartphone zu entsperren. Wer eine Webseite anweist, einen Text in eine andere Sprache zu übersetzen, sich von Streamingdiensten Serien, Filme oder Musikbands empfehlen lässt oder Werbung angezeigt bekommt, die zugeschnitten ist auf das im Netz hinterlassene, individuelle Profil, hat es auch mit Künstlicher Intelligenz zu tun. Für nachhaltige Lösungen gibt es ebenfalls prägnante Beispiele:

Der Gründer der US-Organisation Rainforest Connection sammelt ausrangierte Smartphones, um sie hoch in Bäumen von Regenwäldern aufzuhängen, wo ihnen von einer Solarzelle angetrieben ein zweites Leben eingehaucht wird: als Wanze,

die Geräusche jeder Art aufnimmt und überträgt. Eine KI-Software im Hintergrund erkennt, sobald Motorengeräusche zu hören sind, die auf Kettensägen von illegalen Rodungen hindeuten. Einwohner, deren Lebensraum gefährdet ist, können so schneller und zielgerichteter als zuvor Gegenmaßnahmen ergreifen.<sup>53</sup>

- Die NGO Global Fishing Watch hat es sich zum Ziel gesetzt, die globale Überfischung einzudämmen. Die Organisation bezieht aus verschiedenen Quellen Daten über Schiffe und deren Bewegungen rund um den Globus und speist sie in ihre Analyseprogramme ein. Erkennen die Rechner auffällige Muster, die typisch für illegale Fischer sind und dem menschlichen Auge angesichts von zigtausenden Fahrten täglich verborgen bleiben, schlägt das System Alarm.<sup>54</sup>
- Die Welthungerhilfe hat eine Smartphone-App entwickelt, mit der Kinder zwischen 6 Monaten und 5 Jahren vermessen werden sollen, um ihre Unter- und Mangelernährung früh erkennen zu können. Bislang werden ihr Gewicht, ihre Körpergröße und der Armumfang händisch erhoben – das aber ist zeitaufwändig und häufig kompliziert, weil Kinder häufig nicht still halten; die Corona-Pandemie erschwert den Zugang zu den Familien noch mehr. Der „Child Growth Monitor“ scannt die Kinder von vorne und von hinten, das Prozedere ist innerhalb von wenigen Minuten vorbei und die Daten liegen sofort digital vor, woraus schneller als zuvor Maßnahmen entstehen können, um den Kindern und Familien zu helfen.<sup>55</sup>
- Die 2012 gegründete US-Initiative Thorn setzt eine Bilderkennungssoftware ein, um Kinder in den Tiefen des Internets zu finden, die zum Sex gezwungen und Pädophilen gegen die Zahlung von Geld angeboten werden. Weil die Täter, die neben den Fotos von Kindern auch immer Kontaktdaten hinterlassen, jederzeit befürchten müssen, aufzufliegen, sind die Anzeigen immer nur für sehr kurze Zeit online, was die strafrechtliche Verfolgung extrem erschwert. Die Künstliche Intelligenz kann die Aufgabe, das Web zu durchsuchen, wesentlich schneller und zielgerichteter erledigen als die menschlichen Ermittler.<sup>56</sup>

Die Plattform Reset hat in einem „KI Greenbook“<sup>57</sup> weitere mögliche Anwendungen gesammelt und diese in verschiedene Kategorien unterteilt. Dazu zählen der Schutz und Erhalt von Ökosystemen und Biodiversität – Tier- und Pflanzenarten lassen sich via KI und die Auswertung von Satelliten-, Unterwasser- oder Audioaufnahmen besser quantifizieren und Veränderungen nachverfolgen. Beim Klimaschutz

53 Marc Winkelmann, Tech for Good: Rainforest Connection, <https://marcwinkelmann.de/rainforest-connection/>

54 Marc Winkelmann, Tech for Good: Global Fishing Watch, <https://marcwinkelmann.de/global-fishing-watch/>

55 <https://childgrowthmonitor.org>

56 <https://www.thorn.org>

57 Reset, Reset Greenbook: Künstliche Intelligenz, [https://reset.org/files/RESET\\_KI\\_Greenbook\\_01.pdf](https://reset.org/files/RESET_KI_Greenbook_01.pdf)

lässt sich die Landnutzung durch Luftaufnahmen überwachen, Drohnenbilder und KI können etwa Baumbestände nach Krankheitserregern absuchen und ihr Potenzial für die Speicherung von Kohlendioxid erkennen. In der Landwirtschaft ist die Umsetzung des „Precision Farming“ möglich, das anhand von Wetterdaten, Bodenanalysen, den Niederschlägen oder den Mengen von Saaten, Dünger und Pflanzenschutzmitteln den idealen Zeitpunkt für die Ernte vorhersagt. Die seit Jahrzehnten von Umweltaktivisten propagierte Kreislaufwirtschaft bekommt Auftrieb, weil KI dabei helfen kann, den Einsatz von Ressourcen präziser vorauszuberechnen und Produkte so zu konstruieren, dass ihre einzelnen Komponenten sich nach dem Gebrauch wiederverwenden lassen. Die Energiewende wird durch KI unterstützt, weil beispielsweise Effizienzkonzepte von Gebäuden erstellt werden können – so ist es Google mit seiner KI-Firma DeepMind gelungen, den Energieeinsatz in Rechenzentren um 40 Prozent zu reduzieren. In der Medizin kann KI bei Ausbrüchen einer Epidemie Voraussagen treffen – Covid-19 etwa wurde durch den Algorithmus des kanadischen Unternehmens BlueDot bereits am 31. Dezember 2019 erkannt – und damit früher als durch die Mitarbeitenden der Weltgesundheitsorganisation (WHO).

So eindrücklich diese Projekte, Initiativen und Start-ups sind: Insgesamt betrachtet muss man feststellen, dass Künstliche Intelligenz erst noch am Anfang steht wenn es darum geht, einen nennenswerten positiven Beitrag zu nachhaltigen Zielen zu leisten. Wie das Umweltbundesamt in einer Kurzstudie betonte, ist die allgemeine KI-Forschung gegenüber den ersten Jahrzehnten seit 1950 zwar deutlich intensiviert worden. Für den Zeitraum zwischen 1998 und 2017 wies die Datenbanksuche nach Fach- und Review-Artikeln und Konferenzpräsentationen mehr als 600.000 KI-Beiträge von internationalen Wissenschaftlern aus. Zwischen 2013 und 2017 ist die Zahl um jährlich knapp 13 Prozent gewachsen, auf zuletzt rund 60.000 Publikationen pro Jahr. Und eine Suche bei Crunchbase ergab, dass zunehmend mehr Unternehmer\*innen auf Künstliche Intelligenz setzen, wenn sie eine Firma gründen: Knapp 12.000 Start-ups mit KI-Bezug fanden sich bei der Recherche. Aber: Nur 155 davon hatten zugleich auch einen Bezug zu einem nachhaltigen Themenfeld.<sup>58</sup> Die (wissenschaftlichen) Untersuchungen, die sich mit dem Zusammenspiel von KI und Nachhaltigkeit befassen (deren Zahl wächst), berichten deshalb auch weniger von der konkreten Wirkung aktueller Projekte, sondern beurteilen vielmehr, wie groß die Chancen sind und welche Risiken drohen.

<sup>58</sup> Umweltbundesamt, KI im Umweltbereich, 2019, S. 17 ff

## Chancen von KI für Nachhaltigkeit:

Eine in „Nature Communications“ publizierte Literaturstudie kam zu dem Schluss, dass Künstliche Intelligenz sich positiv auf 134 der 169 Unterziele der Sustainable Development Goals auswirken würde. Für einen tieferen Blick in den Impact unterteilten die Forscher die 17 SDGs in drei Gruppen – Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft. Von den Umweltzielen würden demnach 93 Prozent, von den Wirtschaftszielen 70 Prozent und von den Gesellschafts-Zielen 82 Prozent profitieren.<sup>59</sup>

Berater von PricewaterhouseCoopers (PwC) ermittelten im Auftrag des Weltwirtschaftsforums ebenfalls, welche „Technologien der Vierten Industriellen Revolution“ für die SDGs infrage kommen, darunter Blockchain, Internet of Things (Iot), 3D-Druck, Robotics, Drohnen und der 5G-Mobilfunk. Ihr Ergebnis: Daten spielen in allen Fällen eine große Rolle, ohne die Digitalisierung von Informationen geht nichts. An zweiter Stelle: Künstliche Intelligenz. In mehr als 50 Prozent aller Anwendungsfälle spiele KI eine „zentrale Rolle“.<sup>60</sup> In einer anderen Arbeit mit Microsoft kam PwC zu dem Schluss, dass KI bis zu vier Prozent der heutigen Treibhausgasemissionen bis 2030 reduzieren könnte, verglichen mit einem Weiter-so-Szenario. In Nordamerika wäre das Potenzial am größten (-6,1 Prozent), in Europa wären -4,9 Prozent möglich, in Ostasien -4,8 Prozent, im Mittleren Osten und Nordafrika -1,7 Prozent.<sup>61</sup>

Ein McKinsey-Report analysierte 160 „AI social impact use cases“ und identifizierte über alle 17 SDGs hinweg Herausforderungen, bei denen Künstliche Intelligenz einen großen Unterschied machen könnte für potenziell hunderte Millionen Menschen weltweit, so die Autor\*innen. Technologisch seien ihrem Urteil nach vor allem die Bild- und Spracherkennung und -verarbeitung relevant, und diese könnten in den Bereichen Gesundheit, Abschaffung des Hungers, Bildung, Sicherheit und Justiz sowie Gleichheit und Inklusion besonders wirkungsvoll eingesetzt werden. Konkrete Anwendungen könnten sein: das Erkennen von Waldbränden auf Satellitenbildern; das Aufspüren und Hassreden in Texten, Bildern und Videos in sozialen Netzwerken; das Entdecken und Schützen von gefährdeten Wildtieren; Übersetzungstools für Menschen mit Seh- und Hörbehinderungen; das Produzieren von Inhalten für die Bildung und Fortbildung von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen.<sup>62</sup>

59 Ricardo Vinuesa, The Role of AI in Achieving the Sustainable Development Goals, Nature Communications, 2020, <https://www.nature.com/articles/s41467-019-14108-y>

60 WEF, 2020, S. 12

61 Celine Herweijer et al, How AI can enable a sustainable Future, <https://www.pwc.co.uk/sustainability-climate-change/assets/pdf/how-ai-can-enable-a-sustainable-future.pdf>, S. 8 ff.

62 McKinsey, Applying AI for Social Good, 2018, <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/applying-artificial-intelligence-for-social-good>, S. 10 ff.

Die Kurzstudie des Umweltbundesamts verfolgte das Ziel, sechs „Entwicklungskorridore zu benennen, in denen KI-Technologien und Anwendungen einen entscheidenden Beitrag zu einer nachhaltigen Transformation der Gesellschaft liefern können“. Herausgehoben wurden unter anderem die Chancen für eine ressourcen-effiziente Industrie (Predictive Analytics, intelligente Automatisierung und Sensorik etc), für den Wandel einzelner Sektoren (Mobilität, Energie, Landwirtschaft), als Sicherheits- und Warnsystem für den Umweltschutz und als „Betriebssystem für das Raumschiff Erde“. Mit Letzterem ist gemeint, dass zwar in allen Bereichen und Lebenslagen Daten produziert und erhoben werden und wir auch immer präziser den Zustand der Erde vermessen. Trotzdem findet „eine umfassende Verknüpfung der verfügbaren Datenmengen bisher nicht statt. Der Einsatz einer leistungsstarken, selbstlernenden, immer komplexer werdenden KI kann die technologischen Grundlagen für diese Verknüpfung herstellen und dazu beitragen, die großen Zusammenhänge des Systems Erde zu erfassen“.<sup>63</sup>

### **Risiken von KI für Nachhaltigkeit:**

Kaum eine Studie kommt ohne Hinweise darauf aus, dass Künstliche Intelligenz nicht einseitig betrachtet werden darf. Drohende negative Folgen müssen bedacht und vermieden und die Forschung insgesamt noch intensiviert werden, so der Tenor. In der Arbeit von PcW und Microsoft heißt es dazu: „Die positiven Szenarien werden nicht von alleine entstehen ... Sowohl der öffentliche als auch der private Sektor, insbesondere die Techunternehmen und die Firmen, die intensiv mit ihrer digitalen Transformation befasst sind, müssen sich für den verantwortungsvollen Einsatz von Technologien einsetzen und die sozialen und ökologischen Folgen sowie die langfristige Wertschöpfung berücksichtigen.“<sup>64</sup>

Die Autor\*innen der „Nature Communications“-Studie äußern sich konkreter. Sie ermittelten, dass sich KI negativ auf 59 der 169 SDG-Unterziele auswirken könnte, über alle drei Gruppen (Umwelt, Wirtschaft, Gesellschaft) hinweg. Und sie weisen auf weitere kritische Punkte hin. Demnach zeige sich in der wissenschaftlichen Literatur ein ungesundes Eigeninteresse. Bereits existierende KI-Anwendungen würden vor allem SDGs adressieren, die auch in jenen (westlichen) Ländern wichtig sind, in denen die KI-Forscher selbst leben und arbeiten. Dementsprechend ungleich verteilt ist der Zugang zur Technologie derzeit auch. Kleinbauern im Globalen Süden könnten noch weiter abgehängt werden, während Landwirte in anderen Regionen der Welt KI anwenden könnten, so die Autoren. Sie befürchten auch, dass die potenzielle, kommerzielle Verwertung von Ergebnissen stärkeren

63 Umweltbundesamt, 2019, S. 29

64 Celine Herweijer et al, S. 11

Einfluss auf die Finanzierung künftiger Forschungen und Projekte haben wird. Dem müsse entgegengewirkt werden.

Eine weitverbreitete Kritik betrifft den Energieaufwand, der für KI nötig ist. Häufig genannt wird eine Studie der University of Massachusetts Amherst, wonach das Trainieren eines Sprachassistenten wie „Alexa“ oder „Siri“ Treibhausgasemissionen in Höhe von 284 Tonnen CO<sub>2</sub>e nach sich ziehen kann;<sup>65</sup> ein Deutscher produziert durch seinen Konsum im Schnitt pro Jahr knapp 12 Tonnen CO<sub>2</sub>e – ein Wert, der künftig bis auf Null schrumpfen muss. Zudem haben Recherchen von Journalisten und Umweltorganisationen gezeigt, dass Google, Amazon und Microsoft ihre Künstliche Intelligenz längst nicht immer nur für Effizienzsteigerungen der eigenen Rechenzentren einsetzen. Sie verkaufen ihre Technologien auch an Konzerne der fossilen Energien, um Ölförderungen effizienter zu machen und neue unterirdische Quellen zu erschließen.<sup>66</sup>

In „Governing Artificial Intelligence: Upholding Human Rights“ fasst Mark Latonero die Ideen eines Multi-Stakeholder-Workshops zusammen, an dem Teilnehmer\*innen der Silicon-Valley-Konzerne ebenso beteiligt waren wie Vertreter\*innen von renommierten Universitäten, Stiftungen und NGOs. Ihre Kernaussage lautet: „Wenn KI-Forscher, Entwickler und Designer daran arbeiten, die grundlegenden Menschenrechte zu schützen und zu respektieren, könnten sie den Weg für einen breiten sozialen Nutzen ebnen.“ Die Frage der Veranstaltung – wie könnte ein Rahmenwerk für die KI-Forschung und -Anwendung aussehen? – wird in dem Papier positiv-konstruktiv beantwortet. Kurzfristig sollten Unternehmen effiziente Kanäle der Kommunikation zu den zivilen Gruppen in ihrer Region aufbauen; sie sollten regelmäßig wiederkehrende Folgenabschätzungen ihrer Technik einrichten; UN-Menschenrechtsforscher\*innen und Sonderberichterstatter\*innen sollten die Auswirkungen von KI-Systemen auf die Menschenrechte untersuchen und bekannt machen; es sollten zudem verstärkte interdisziplinäre Kooperationen eingerichtet werden zwischen Menschenrechtsanwält\*innen, politischen Entscheidungsträgern, Sozialwissenschaftler\*innen, Informatiker\*innen und Ingenieur\*innen, damit die Menschenrechte in den neuen Geschäftsmodellen, Abläufen und im Produktdesign operationalisiert werden. Die Mahnung, dass alle Beteiligten sich bei ihrer Arbeit an den Menschenrechten zu orientieren hätten, gibt einen Hinweis darauf, dass eben diese sehr grundlegenden – und hinsichtlich der Entwicklung von

65 Emma Strubell et al, Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP, <https://arxiv.org/pdf/1906.02243.pdf>

66 Greenpeace, Oil in the Cloud, 2020, <https://www.greenpeace.org/usa/reports/oil-in-the-cloud/>

KI immer noch mit Lücken behafteten – Regeln des Zusammenlebens noch nicht einmal Konsens sind.<sup>67</sup>

Der McKinsey-Report weist auf grundlegende Fragen hin, die beachtet werden müssen. So könne KI von Regierungen und Behörden missbraucht werden und Kriterien für den Einsatz auch deshalb aufgestellt werden, weil menschlich vorgegebene und programmierte Vorurteile („bias“) durch KI-Modelle leicht verstärkt werden können; man denke beispielsweise an die Diskriminierung von Programmen zur Gesichtserkennung, die zum Teil große Probleme haben, nicht-weiße Menschen zu identifizieren. Zudem müssten vor der Skalierung von KI-Projekten „erhebliche Engpässe“ behoben werden. Probleme bereitet vor allem der Zugang zu notwendigen Daten. In den meisten Fällen wurden diese noch gar nicht erhoben und gesammelt. Falls doch, seien sie überwiegend im privatwirtschaftlichen Besitz, stünden also nur im kommerziellen Zusammenhang zur Verfügung und müssten bezahlt werden. In anderen Fällen blockiert die Bürokratie den Einsatz. Ein weiterer „Bottleneck“ sei der Mangel an KI-Experten, nicht zuletzt, weil der Wettbewerb unter Techfirmen groß ist und diese damit auch den gemeinwohlorientierten Initiativen, Projekten und Start-ups Konkurrenz machen.<sup>68</sup>

Um das zu ändern, hat eine Gruppe von Forschern die Organisation Climate Change AI gegründet und – mit Beteiligung der KI-Koryphäen Andrew Ng und Yoshua Bengio – in einem Papier 13 Bereiche skizziert, in denen maschinelles Lernen eine positive Rolle hinsichtlich der SDGs spielen könnte. Dazu zählen unter anderem Landwirtschaft und Wälder, CO<sub>2</sub>-Beseitigung, Klimavorhersagen, Bildung, Finanzen, Industrie, Elektrizität, Transport sowie Bauen und Städte.<sup>69</sup> Gerichtet ist die Arbeit an Kollegen aus der „Machine Learning Community“, um ihnen eine Plattform für den Austausch und die gemeinsame Forschung zu geben; davor waren KI-Forscher mit einem beruflichen Interesse an Klima-, Natur- und Umweltfragen Einzelkämpfer. Außerdem will Climate Change AI Nachwuchskräften eine Perspektive außerhalb der kommerziellen Anwendung aufzeigen – junge Talente und Absolventen werden von Techkonzernen momentan mit zum Teil sehr hohen Gehältern in die Wirtschaft abgeworben, um dort beispielsweise Algorithmen für die Schaltung personalisierter Werbung zu optimieren.

Gemessen an den Anfragen von Medien und Angeboten zu Vorträgen findet die Initiative von Climate Change AI auch außerhalb der Community immer mehr

67 Mark Latonero/Data & Society, *Governing Artificial Intelligence: Upholding Human Rights*, 2018, [https://datasociety.net/wp-content/uploads/2018/10/DataSociety\\_Governing\\_Artificial\\_Intelligence\\_Upholding\\_Human\\_Rights.pdf](https://datasociety.net/wp-content/uploads/2018/10/DataSociety_Governing_Artificial_Intelligence_Upholding_Human_Rights.pdf), S. 24 ff.

68 McKinsey, S. 35 ff

69 David Rolnick et al, *Tackling Climate Change with Machine Learning*, 2019, <https://arxiv.org/pdf/1906.05433.pdf>

Interesse in der Öffentlichkeit, sagt Mitgründerin Lynn Kaack; beim Digitaltag 2020 des Bundeswirtschaftsministeriums wurde sie interviewt und auf der wichtigsten Machine-Learning-Konferenz, NeurIPS, organisierte sie mit Kollegen einen Workshop-Tag. Manche Erwartungen an KI seien überzogen, sagt sie – Kaack wurde bereits gefragt, ob die Technologie in der Lage sei, grundlegende, politische Klima-Strategien zu entwerfen. Und häufig beobachtet sie auch eine polarisierte Debatte, die in Extremen geführt wird. Wenn man aber davon ausginge, dass maschinelles Lernen keine „Silver Bullet“ sei, keine Wunderwaffe, sondern eine Methode von mehreren, die man im Kampf gegen zum Beispiel den Klimawandel einsetzen könnte, dann würden sich zahlreiche Möglichkeiten bieten. Zumal manche Kritik wie die Frage nach dem Energiekonsum einerseits gerechtfertigt sei, man andererseits aber von Fall zu Fall urteilen müsse. Wird eine KI einmal trainiert, danach aber vielfach angewendet, verbessert sich ihre Energiebilanz deutlich. Pauschale Aussagen lassen sich dazu nicht treffen.<sup>70</sup> Und klar sei ohnehin: Die Technik allein kann es nicht richten. Die Menschheit muss sich ebenfalls bewegen und handeln.<sup>71</sup> Allen Wissenschaftlern empfiehlt Climate Change AI, nicht in ihren eigenen Blasen zu verharren, sondern zu lernen, zu kollaborieren, zuzuhören und sich und ihre Entwicklung für das Gemeinwohl bereitzustellen. „We call upon the machine learning community to use its skills as part of the global effort against climate change.“<sup>72</sup>

Weil die Disziplin noch so jung ist und bislang nur Einzelbeispiele vorliegen, die wenig Aussagekraft über den allgemeinen Erfolg bieten, haben vier Wissenschaftler\*innen von der University of Oxford und dem Londoner Alan Turing Institute sieben Kriterien aufgestellt, die in der praktischen Ausgestaltung beachtet werden sollten. Als Checkliste, die positive Ergebnisse garantiere, wollen die Autor\*innen ihre Liste nicht verstanden wissen. Aber weil neue Anwendungen von „AI4SG“ („AI for Social Good“) fast täglich bekannt würden und sich diese leicht in „good-AI-gone-bad“-Szenarien verwandeln könnten, müsse man äußerst vorsichtig sein.<sup>73</sup> Drei ihrer Empfehlungen lauten: Erstens sei es essentiell, sich nicht auf die Theorie zu verlassen, sondern Annahmen laufend und in alle Richtungen hin empirisch zu testen und bei der Umsetzung in inkrementellen Schritten vorzugehen („Falsifiability and Incremental Deployment“). Zweitens müssen AI4SG-Entwickler im Austausch mit jenen Menschen sein, für die die technologische Lösung gebaut wird und sie müssen deren Meinungen und Forderungen hinsichtlich der Anwendung berücksichtigen („Receiver-Contextualised Intervention“). Drittens: Der

70 Marc Winkelmann, AI is not a silver Bullet against Climate Change, [https://marcwinkelmann.de/interview\\_lynn\\_kaack\\_climate-change-ai/](https://marcwinkelmann.de/interview_lynn_kaack_climate-change-ai/)

71 Rolnick et al, S. 4

72 Rolnick et al, S. 59

73 Luciano Floridi et al, How to Design AI for Social Good: Seven Essential Factors, 2020, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11948-020-00213-5>

Datenschutz sollte geachtet und die Verwendung von Daten sollte mit denjenigen, die hinter diesen Daten stehen, geklärt werden. Das ist nicht neu und trifft nicht nur auf KI-Projekte zu, wird in diesem Zusammenhang aber noch relevanter als zuvor, weil ethische Fragen zu häufig missachtet werden („Privacy Protection and Data Subject Consent“).

**Ausblick:**

Dass diese offenen Flanken stärker ins Visier kommen, deutet darauf hin, dass bislang fast ausschließlich technologische Fragen im Zentrum der Überlegungen und Konzepte stehen. Wenn die zwei Megatrends – Digitalisierung und Nachhaltigkeit – aber zusammenwachsen sollen, bedeutet das, dass Techunternehmen, Programmierer, Machine-Learning-Experten etc. Know-how bei sozial-ökologischen, humanitären und klimawissenschaftlichen Themen haben müssen. Andersherum müssen Nachhaltigkeitsexperten, die zu Klima, Umwelt, Natur und Biodiversität arbeiten oder in humanitären Krisen helfen, Kenntnisse über Blockchain, Big Data, Internet der Dinge und eben Künstliche Intelligenz erlangen. Das ist kein Selbstläufer, sondern erfordert auch Kooperationen, gegenseitiges Lernen und Arbeiten auf Augenhöhe.

Das offenbart sich exemplarisch an den Techkonzernen aus dem Silicon Valley. Google, Amazon Web Service, Microsoft, Intel, Salesforce und weitere haben „Tech for Good“-Programme ausgerufen, in denen Cloud-Lösungen und KI eine maßgebliche Rolle spielen. Die Initiativen sehen vor, dass die Unternehmen ihre Technologien Stiftungen, Social Start-ups oder Non-Profit-Organisationen anbieten, zum Teil kostenlos, um die Technik als Plattformangebote für gesellschaftliche Ziele zur Verfügung zu stellen und „zu demokratisieren“, wie sie sagen. Der US-Autor Clive Thompson, der unter anderem für „Wired“ berichtet, hält das nicht für Greenwashing. Es gäbe, so sagt er, sehr wohl Mitarbeiter\*innen in allen Konzernen, denen das Voranschreiten des Klimawandels Sorgen bereitet und die sehr wohl die negativen Folgen ihrer Arbeit für Gesellschaften weltweit sehen. Diese engagierten Kollegen wollen, dass sich ihre Arbeitgeber verstärkt diesen Problemen widmen. Dem stehen aber zwei Herausforderungen gegenüber. Zum einen leben und arbeiten Programmierer weiterhin in einer homogenen Blase. Es sind weitgehend weiße Männer, deren Horizont zum Teil nicht weit über den eigenen Tellerand hinausragt, die darüber mitbestimmen, wie Soziale Medien, die von hundert Millionen oder gar mehreren Milliarden Menschen weltweit benutzt werden. Zugleich liegen dem obersten Managements der Konzern die philanthropischen Engagements nicht immer am Herzen. Da die Projekte kaum Geld erwirtschaften, ist es denkbar, dass sie bei einem Führungswechsel oder einem Strategieschwenk nicht mehr berücksichtigt und also finanziert werden. Was dann zu Lasten der

gemeinwohlorientierten Organisationen geht, die ohne die Unterstützung womöglich Schwierigkeiten bekämen, die Technologie selbst einzusetzen.<sup>74</sup>

Selbst ein Projekt wie der „Child Growth Monitor“ der Welthungerhilfe würde sich in dem Fall mindestens verzögern. Die Hilfsorganisation kooperiert unter anderem mit Microsoft und kann deshalb auf Rechner und Clouds zurückgreifen, die die Entwicklung, die aufgrund ihrer Komplexität bereits seit 2017 läuft, deutlich beschleunigen. Ohne die Unterstützung würde der Prozess noch länger dauern. Das ist bemerkenswert, denn die Welthungerhilfe gehört zu den Schwergewichten der NGO-Szene. Sie ist seit fast 60 Jahren in dutzenden von Ländern aktiv und wirbt Finanzmittel in Höhe von rund 250 Millionen Euro jährlich ein. Die Transformation hin zu einer Organisation, die digitale Werkzeuge wie eine KI-basierte App baut und nutzt, ist aber auch für sie ein Kraftakt. Zu Beginn waren weder die notwendigen technischen Kompetenzen vorhanden noch passte der iterativ angelegte Prozess einer Softwareentwicklung dazu, wie humanitäre Arbeit bislang organisiert ist. Inzwischen haben schon mehr als 150 Machine-Learning-Experten ihr Wissen zu der App beigesteuert.<sup>75</sup>

Wie groß das Interesse an derartigen Projekten vonseiten von Non-Profits ist, zeigt ein Report von Google.org. Der gemeinwohlorientierte Ableger des Konzerns rief im Herbst 2018 eine „AI Impact Challenge“ mit dem Ziel aus, 20 Organisationen mit insgesamt 25 Millionen US-Dollar zu fördern, in dem auch Coachings, Zugänge zur Google-Cloud und ein sechsmonatiges „Accelerator“-Programm enthalten sein konnten. 2602 Bewerbungen aus 119 Ländern von 6 Kontinenten gingen ein. 55 Prozent der sich bewerbenden Non-Profits und 40 Prozent der For-Profits erklärten, noch keine KI-Erfahrung zu haben. Mehr als die Hälfte der Einreichungen kam von Organisationen mit weniger als 25 Mitarbeiter\*innen, und sie stellten Projekte vor, die alle 17 Sustainable Development Goals abdeckten.<sup>76</sup>

Die Bewerbungen machten aber auch deutlich, dass längst noch nicht zusammenpasst, was zusammenarbeiten will. Eine Reihe von Organisationen schlug Projekte vor, bei denen maschinelles Lernen gar nicht die ideale Lösung wäre. Der Zugang zu notwendigen Daten war längst nicht in allen Fällen gewährleistet und stellt, so die Autoren des Reports, ein durchgehendes Hindernis dar. Einigen fiel es schwer, qualifizierte Mitarbeiter für ihr Projekt zu finden. Andere beachteten nicht, dass

74 Marc Winkelmann, Very few young techies are trying to do the big hard things, [https://marcwinkelmann.de/coders\\_clive\\_thompson\\_interview/](https://marcwinkelmann.de/coders_clive_thompson_interview/)

75 Marc Winkelmann, Coden für eine bessere Welt, t3n, Nr. 62, <https://t3n.de/magazin/ai-for-good-coden-fuer-eine-welt-250205/>

76 Google, Accelerating Social Good with Artificial Intelligence. Insights from the Google AI Impact Challenge, 2019, <https://ai.google/static/documents/accelerating-social-good-with-artificial-intelligence.pdf>

ihr Vorhaben auch in der Offline-Welt eine Wirkung erzielen muss und nicht nur ein theoretisches Experiment bleiben darf. Und die meisten Bewerbungen benötigten eine Partnerschaft, weil zu wenig Personen in den Teams sowohl Tech- als auch Nachhaltigkeitswissen mitbrachten. Brigitte Hoyer Gosselink, Head of Product Impact von google.org sagt: „Die besten Ideen kamen von Teams, die sowohl technologisch fit sind als auch sozialökologisches Know-how mitbringen. Aber davon gibt es nicht so viele.“<sup>77</sup>

Wenn das Bundesumweltministerium also Start-ups, universitäre Ausgründungen und Projekte mit KI-Bezug als Leuchttürme auswählt und fördert und ein „Anwendungslabor KI“ aufbaut, wie das in der „Umweltpolitischen Digitalagenda“<sup>78</sup> angekündigt wurde, dann muss es auch um die Schaffung dieser Kompetenzen gehen. Gelingt das, könnte so ein weiterer Gegenpol zu den gängigen Erzählungen und Arbeiten geschaffen werden. Wie die Bertelsmann Stiftung in einer Untersuchung von Leit-, Fach- und sozialen Medien feststellte, nimmt die Bedeutung von Algorithmen und künstliche Intelligenz in der Berichterstattung und Diskussion zwar zu. „Die Darstellung der Themen ist jedoch sehr einseitig und konzentriert sich mehr auf wirtschaftliche Potenziale als auf gemeinwohlorientierte Akteure und Perspektiven.“ Insbesondere seit 2018 kommt es im medialen Diskurs zu dem Ungleichgewicht.<sup>79</sup> Carla Hustedt von der Stiftung plädiert grundsätzlich auch für eine verbale Abrüstung. Zum einen muss es nicht in jedem Anwendungsfall Künstliche Intelligenz sein – häufig ginge es auch einfacher. Und dann vermeiden sie und ihre Kolleg\*innen den Begriff KI bewusst und bevorzugen es, stattdessen von Algorithmen und automatisierten Entscheidungssystemen zu sprechen, aus zwei Gründen. „Zum einen, weil wir der Meinung sind, dass nicht die technische Komplexität, sondern die gesellschaftliche Wirkung, die ein System hat, darüber entscheiden sollte, wie viel Aufmerksamkeit wir dem Anwendungsbereich schenken. Es gibt auch Fälle, in denen ganz einfache algorithmische Systeme großen Schaden anrichten, bei denen es sich nicht um Künstliche Intelligenz handelt.“ Und zweitens können diese Systeme bei dem Begriff leicht überschätzt werden. Er verschleierte die menschliche Verantwortung, die dahintersteckt, denn „er suggeriert es würde sich um ein intelligentes und autonom handelndes Wesen handeln – was ja nicht der Fall ist.“<sup>80</sup>

77 t3n, Nr. 62

78 BMU, Digitalpolitische Digitalagenda

79 Carla Hustedt, Medialer Diskurs über Algorithmen mit blinden Flecken beim Gemeinwohl, 4.2.21, <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/themen/aktuelle-meldungen/2021/februar/medialer-diskurs-ueber-algorithmen-mit-blinden-flecken-beim-gemeinwohl>

80 Wolfgang Kerler, „Es muss nicht immer KI sein“: Carla Hustedt warnt Behörden vor Software, die sie nicht verstehen, <https://1e9.community/t/es-muss-nicht-immer-ki-sein-carla-hustedt-warnt-behoerden-vor-software-die-sie-nicht-verstehen/9238>



## 7 Zu viel und doch zu wenig

### Die Datenflut ist nicht nachhaltig

2014, ein Jahr vor der Verabschiedung der Sustainable Development Goals (SDG), berief der damalige UN-Generalsekretär Ban Ki-moon eine Gruppe von externen Beratern, um das Potenzial der „Datenrevolution“ ausloten zu lassen. Neue Technologien führen zu einem starken Wachstum der Datenmengen, und diese müssten auch für die nachhaltige Transformation genutzt werden können, so seine Annahme. Die unabhängigen Experten fassten ihre Erkenntnisse in fünf Punkten zusammen, die sie den Vereinten Nationen als Aufgabe mitgaben. Sie rieten unter anderem, einen „Global Consensus on Data“ zu erarbeiten, um öffentliche Stellen, private Wirtschaft, Zivilgesellschaft bei kritischen Fragen zu Recht, Technologie und Datenschutz auf einen Nenner zu bringen; Mechanismen zu entwickeln, mit denen Technologien, Innovationen geteilt, vorbildliche Leuchtturmprojekte verbreitet und offene Forschungsfragen adressiert werden können; und die Führung und Koordination bei dem Thema zu übernehmen und Vertreter des gesamten Datenökosystems („the whole data ecosystem“) zusammenzubringen. Über den Status Quo schrieben sie in ihrem Report:

„Die Daten müssen verbessert werden. Trotz erheblicher Fortschritte in den letzten Jahren werden ganze Personengruppen nicht gezählt und wichtige Aspekte des Lebens und der Umweltbedingungen der Menschen werden immer noch nicht gemessen. Für Menschen kann dies zur Verweigerung der Grundrechte und für den Planeten zu einer anhaltenden Umweltzerstörung führen. Zu oft bleiben vorhandene Daten ungenutzt, weil sie zu spät oder gar nicht veröffentlicht werden, nicht gut dokumentiert und harmonisiert sind oder nicht in dem für die Entscheidungsfindung erforderlichen Detaillierungsgrad verfügbar gemacht wurden.“<sup>81</sup>

Um diese Probleme zu beheben, haben die Vereinten Nationen seitdem einiges aufgebaut. So ist eine Open-Source-Plattform online gegangen, auf der Nutzer sich gegenseitig offene, maschinenlesbare Daten zur Verfügung stellen können, die im Zusammenhang mit den SDGs stehen.<sup>82</sup> Es existiert das Centre for Humanitarian Data des Amtes für die Koordinierung humanitärer Angelegenheiten (OCHA), damit Akteure in der Menschenrechts- und Flüchtlingshilfe mehr und qualitativ hochwertige Daten bekommen und sie lernen, den digitalen Rohstoff in Krisen verantwortungsvoll einzusetzen oder auszutauschen („Humanitarian Data Exchange“).<sup>83</sup>

81 The UN Secretary General's Independent Expert Advisory Group, A Data Revolution for Sustainable Development, <https://www.undatarevolution.org/wp-content/uploads/2014/11/execsum.pdf>

82 UK Office for National Statistics et al, Open SDG, <https://open-sdg.readthedocs.io/en/latest/>

83 Ocha Centre for HumData, <https://centre.humdata.org>

Unter dem UN-Dach ist die Agentur Global Partnership for Sustainable Development Data entstanden, die zu ihrem fünften Geburtstag 2020 erklärte, 260 Partner aus 59 Ländern sowie 27 Regierungen gewonnen zu haben, um gemeinsam „Impact zu kreieren“. Die neuen Partnerschaften hätten dazu geführt, dass Sierra Leone seine Mangrovenwälder besser schützen kann, Landwirte im Senegal höhere Preise für ihre Ernte erhalten und die Behörden in Paraguay ihre Wasservorräte präziser verwalten und die Gefahren durch Fluten schneller erkennen können.<sup>84</sup> Und Global Pulse, eine Initiative des UN-Generalsekretariats, hat sogenannte „Labs“ in Jakarta, Kampala und New York errichtet und sich dem Ziel verschrieben, aus Big Data und Künstlicher Intelligenz „wirkungsvolle datenwissenschaftliche Methoden für das Gemeinwohl zu entwickeln“.<sup>85</sup>

Trotz dieser Bemühungen muss man heute, einige Jahre nach der Analyse des von Ban Ki-moon bestellten Gremiums 2014, festhalten: Die Bestandsaufnahme hat nicht viel von ihrer Aktualität verloren. Es geht voran bei der Nutzung globaler Daten für den nachhaltigen Wandel. Aber nur zäh und langsam. Vor allem im Vergleich zu dem rasanten Wachstum des produzierten Datenberges.

2014 generierte jeder Internetnutzer weltweit im Schnitt 15 Gigabyte Daten pro Monat (was exakt der Menge entspricht, die 1984 für das gesamte Internet ausreichte) – in der Summe machte das 42,4 Exabyte pro Monat,<sup>86</sup> ein Exabyte entspricht mehr als einer Milliarde Gigabyte. Im Jahr 2022 wird sich diese Zahl vervielfacht haben: auf 396 Exabyte pro Monat. 4,8 Milliarden Menschen und 28,5 Milliarden Geräten werden dann voraussichtlich online sein, und alleine ihr Videokonsum macht dann 82 Prozent des Datenverkehrs aus.<sup>87</sup> Big Data ist keine Zukunftsvision mehr, sondern Alltag. Ob wir an der Supermarktkasse bezahlen und unsere Bonuskarte scannen lassen, eine Reise buchen, vor dem Joggen ein Fitnessarmband aktivieren, im Homeoffice digital die Stunden für den Arbeitgeber erfassen oder durch eine videoüberwachte Innenstadt wie London laufen – Daten fallen wesentlich häufiger an als wir in der Regel wahrnehmen.

Während die weltweiten Nutzungszahlen regelmäßig und en Detail erhoben werden, gibt es kaum Angaben darüber, wie viele dieser produzierten Daten mehrfach genutzt werden. Man muss davon ausgehen, dass sie größtenteils nicht einmal

84 Global Partnership for Sustainable Development Data, [https://www.data4sdgs.org/sites/default/files/file\\_uploads/Exec%20Summary.pdf](https://www.data4sdgs.org/sites/default/files/file_uploads/Exec%20Summary.pdf)

85 UN Global Pulse, <https://www.unglobalpulse.org>

86 Arielle Sumits, The History and Future of Internet Traffic, <https://blogs.cisco.com/sp/the-history-and-future-of-internet-traffic>

87 Cisco, Cisco Predicts More IP Traffic in the Next Five Years Than in the History of the Internet, <https://newsroom.cisco.com/press-release-content?articleId=1955935>

Einmalware sind. Eine Schätzung besagt, dass 85 Prozent aller gesammelten Daten kein einziges Mal verwendet werden.<sup>88</sup> Eine ältere Studie von 2012 geht davon aus, dass es sogar 99,5 Prozent sind, die ohne jeglichen Verwendungszweck erhoben werden und sinnlos existieren.<sup>89</sup>

Das ist eine doppelte Verschwendung. Zum einen ökonomisch, weil Investitionen in das Sammeln geflossen sind, die sich wahrscheinlich deutlich weniger auszahlen als sie es könnten. Zum zweiten aus nachhaltiger Sicht. Datenverkehr braucht immer eine technologische Infrastruktur. Es müssen Rechner, Leitungen und Server bereit stehen, für deren Herstellung (fossile) Energie, Seltene Erden und zahlreiche andere Rohstoffe verbraucht wurden; Berechnungen zum ökologischen Fußabdruck haben gezeigt, dass man allein für die Fertigung eines einzigen Smartphones rund 70 Kilogramm Rohstoffe bewegen und damit „vernutzen“ muss.<sup>90</sup> Hinzu kommt, dass Rechenzentren redundant arbeiten und ihre Daten mehrfach speichern, um sich gegen Ausfälle zu schützen und Wartungen störungsfrei durchführen zu können. Jeder zusätzliche Speicherplatz, der mit kaum oder gar nicht verwendeten Daten belegt ist, benötigt weitere Ressourcen und Energie.

Lässt sich der Datenkonsum nachhaltiger gestalten? Appelle an User, nicht mehr benötigte E-Mails vom Rechner zu löschen oder weniger Videos zu streamen, sind gut gemeint, werden angesichts des oben genannten exponentiellen Wachstums aber kaum etwas bewirken. Bessere Chancen dürften politische Regulierungen zum Tauschen und Teilen von Daten haben, wie seit wenigen Jahren vermehrt diskutiert werden. Diese sind zwar weder ökologisch getrieben noch werden sie als klimaschonende Maßnahme verstanden. Motiviert sind solche Vorstöße primär durch die Frage, wie eine zeitgemäße Wirtschaftsförderung aussehen sollte, die mehr Technologie-Innovationen ermöglicht, mit denen europäische Unternehmen und Start-ups der Übermacht von US-amerikanischen und chinesischen Konzernen etwas entgegenhalten können - Europa will nach Aussage der EU-Kommission „weltweiter Datenkontinent Nummer 1“ werden.<sup>91</sup>

Dieses Vorhaben umzusetzen, ist technisch und rechtlich nicht trivial. Daten werden zu Hauf gesammelt, von Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Behörden und anderen Akteuren, mit zum Teil sehr verschiedenen Zielsetzungen. Sie zu

---

88 Thomas Ramge, Victor Mayer-Schönberger, *Machtmaschinen*, Murmann, 2020, S. 114

89 Burn-Murdoch, John (2012), „Study: less than 1% of the world's data is analysed, over 80% is unprotected“, *The Guardian* 19.12.2012, <https://www.theguardian.com/news/datablog/2012/dec/19/big-data-study-digital-uni-verse-global-volume>

90 Friedrich Schmidt-Bleek, *Die 10 Gebote der Ökologie*, Ludwig, 2016, S. 33

91 Europäische Datenstrategie, [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy\\_de](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_de)

teilen bedeutet, sich auf gemeinsame Kriterien der Nutzung einigen zu müssen. Hürden können dabei Geschäftsgeheimnisse, die Privatsphäre von Bürgerinnen und Bürgern, Urheberrechte oder der Schutz vor Investitionen von Unternehmen sein. Firmen, die über viele Daten verfügen, werden es wahrscheinlich nicht klaglos hinnehmen, dass sie den Vorteil, den sie sich erarbeitet haben, auch der Konkurrenz überlassen sollen. Andererseits ist es schwer verständlich, wenn bei privaten Pkw oder bei digital gesteuerten, landwirtschaftlichen Maschinen die Hersteller dieser Fahrzeuge die Daten sammeln und für sich behalten – und die Eigentümer leer ausgehen, wie das bislang die Regel ist. Für sie dürften private Bewegungsdaten und vor allem auch geschäftlich relevante Informationen über Saatgut, Niederschläge und Bodenbeschaffenheit von Interesse und Nutzen sein.

Für das Tauschen von Daten werden verschiedene Modelle diskutiert. Zu den Konzepten gehören sogenannte Datenpools und Datenräume, bei denen Unternehmen, Forschungsinstitute oder staatliche Stellen untereinander teilen; Handelsplätze, bei denen Daten zum Verkauf stehen und sich der Preis je nach Angebot und Nachfrage bildet; die Datenteilungspflicht, bei der Unternehmen gezwungen werden, ihre Daten auch anderen Wettbewerbern zur Verfügung zu stellen; Datenkooperativen, bei denen Koop-Mitglieder untereinander teilen; Treuhänder, die Daten Dritter verwalten und Interessierten und Wahrung bestimmter Kriterien bereitstellen; offene Daten von staatlichen Stellen, die Bürger oder Gründer für ihre Zwecke einsetzen können.<sup>92</sup>

Ein paar Ideen werden bereits erprobt. In der Schweizer Genossenschaft Midata haben sich Mitglieder versammelt, die ihre persönlichen Daten gezielt für medizinische Forschungen und klinische Studien zur Verfügung stellen. In Deutschland sucht der Verein Algorithmwatch für das von ihm koordinierte Projekt „DataSkop“ Datenspende, die dabei helfen wollen, Licht ins Dunkel von algorithmischen Entscheidungssystemen zu bringen; diese werden von ihren kommerziellen Anbietern – soziale Medien, Verkaufsplattformen, Finanzauskunfteien – in der Regel als Black Box konzipiert.<sup>93</sup> In Barcelona und Amsterdam führte das von der EU unterstützte Projekt „Decode“ je zwei Versuche durch, in denen es unter anderem darum ging, ein datensicheres Nachbarschaftsportal aufzubauen und demokratische Beteiligungsprozesse digital zu organisieren.<sup>94</sup> In New York hat das GovLab, das Teil der New York University ist, im Sommer 2020 begonnen, „Data Assemblys“ zu organisieren. In drei getrennten Versammlungen, sogenannten „mini-publics“, kamen Besitzer von Daten, Politiker, Vertreter von zivilrechtlichen Organisationen sowie

92 Bertelsmann Stiftung, Daten teilen, aber wie?, 2020, <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/daten-teilen-aber-wie>

93 Algorithm Watch, <https://algorithmwatch.org/de/dataskop/>

94 Decode, <https://www.decodeproject.eu>

Bürgerinnen und Bürger aller fünf Bezirke der Stadt zusammen, um ihre Bedarfe, Wünsche, Erwartungen, Sorgen und Kritik einzubringen.<sup>95</sup>

Stefaan Verhulst, Leiter des GovLab, sagt, dass beim ersten Mal die Corona-Pandemie im Vordergrund stand und diskutiert wurde, wie sich vorhandene Daten nutzen lassen, um die aktuelle Krise in den Griff zu bekommen. Bei künftigen Assemblys wird es dabei aber nicht bleiben. Eine weitere Fragestellung könnte lauten: Wenn eine Bank erkennt, dass jemand nur noch 400 Dollar auf dem Konto hat – wie muss die Unterstützung und Beratung aussehen, damit diese Person trotzdem etwas für ihre Rente zurücklegen kann? Die Daten allein sind zwar nicht die Lösung, so Verhulst. Die Privatsphäre gelte es dabei natürlich zu schützen, persönliche Daten dürfen nicht missbraucht werden. Und es braucht immer Menschen, die aus den neu gewonnenen Erkenntnissen die richtigen Schlüsse ziehen. Aber: „Es gehört zu den größten Tragödien des Digitalen, dass wir über bergeweise von Daten verfügen und diese vielfach nicht nutzen, um das Leben aller Menschen zu verbessern.“ Seit Jahren schon arbeitet er daran, Datenkollaborationen und den „re-use“ von Daten, die Wiederverwendung, zu fördern. „Bislang war man entweder für oder gegen das Teilen von Daten – aber Debatten, in denen die Vor- und Nachteile abgewogen und die Graubereiche dazwischen ausgelotet werden, gibt es in der Öffentlichkeit kaum.“<sup>96</sup>

Der Publizist, Aktivist und Grünen-Politiker Malte Spitz hat sich in seinem Buch „Daten – das Öl des 21. Jahrhunderts?“ ebenfalls mit der Frage auseinandergesetzt, wie der Nachhaltigkeitsgedanke bei Daten aussehen müsste. Ausgelöst wurde das bei ihm unter anderem durch die Formulierung „Daten sind das neue Öl“, die er 2010 zum ersten Mal hörte, die von Politikern, Unternehmern und Medien weltweit aufgegriffen und sich als Glaubenssatz bis heute hält. Beide Aspekte trennt einiges (Öl ist ein natürlicher, endlicher Rohstoff; Daten werden künstlich erzeugt und vervielfältigen sich täglich ohne Qualitätsverlust) und sie haben Gemeinsamkeiten (geben und zementieren Macht vor allem in der Wirtschaft, prägen unsere Gesellschaften tiefgreifend). Entscheidend ist für Spitz letztlich nicht, ob Daten tatsächlich das neue Öl sind (sie sollten es nicht werden, so sein Fazit). Vielmehr müsse es darum gehen, aus dem Ölzeitalter des 20. Jahrhundert zu lernen, um die Daten-Ära des 21. Jahrhunderts gestalten zu können.

Er schlägt vor, sich von der Umweltgesetzgebung inspirieren zu lassen und zitiert Dennis Hirsch, Juraprofessor an der Ohio State University: „Die Veränderung unserer Welt durch Daten ist wie der Klimawandel: Es geschieht allerorten um uns

95 The GovLab, <https://thedataassembly.org>

96 Interview mit Stefaan Verhulst, 14.7.2020

herum, es ist entscheidend für die Zukunft auf dem Planeten und die menschliche Spezies. Jetzt geht es darum unsere digitale Gesellschaft so zu gestalten, dass wir vor allem Vorteile aus ihr ziehen und die negativen Folgen reduzieren. Es ist die gleiche Herausforderung wie beim Umweltschutz.“ Der renommierte Datenschutzanwalt Albert Gidari von der Stanford University sagt: „Alles, was ich über Datenschutz weiß, habe ich aus dem Umweltrecht gelernt. Im Industriezeitalter war das Patentrezept, wenn es um Verschmutzung ging, stets: Verdünnung. Heute lautet das Patentrezept, wenn es um persönliche Daten geht, stets: IT-Sicherheit. Mit fortschreitender Rechenkraft hilft dies aber nicht mehr. Wir müssen tatsächlich den Umgang mit Daten regulieren und diese schützen, um uns besser gegen Schäden abzusichern.“

Mit Schäden sind nicht nur ökologische gemeint, die durch die Ausbeutung von Seltenen Erden und anderen natürlichen Ressourcen für die Produktion von IT-Geräten entstehen. Es geht bei der Frage nach den Daten maßgeblich auch um die Offenheit und Selbstbestimmung der Gesellschaft. „Dabei ist das Thema Macht entscheidend: Wer hat Macht, wie wird sie ausgeübt und wie wird sie kontrolliert?“, schreibt Spitz. Eine Lösung hierfür könnte der Dreiklang sein, der sich im Umweltrecht bewährt hat: Regulierung, Innovationen, Eigeninitiative. Heißt: Erstens muss Politik sich trauen, Verbote auszusprechen, wenn es nötig ist – so wie zum Schutz der Natur, Luft, Gewässer in der Vergangenheit der Einsatz von gefährlichen Stoffen untersagt wurde. Das gleiche könnte für die Nutzung von Daten erfolgen. Zweitens muss die Politik den Erfindergeist herausfordern und fördern, indem sie technologieneutrale Ziele vorgibt, die es zu erreichen gilt. Durch diesen Ansatz wurden beispielsweise Fabriken und deren Filtersysteme in den letzten Jahrzehnten zunehmend sauberer. Drittens muss die individuelle Verantwortung gestärkt werden. So, wie Bürgerinnen und Bürger durch nachhaltigen Konsum im Supermarkt Hersteller unter Zugzwang setzen und Umweltschutz schon länger Teil der schulischen Bildung ist, müssten Menschen auch bei digitalen Fragen besser informiert werden und die Möglichkeiten bekommen, bewusste IT-Entscheidungen treffen zu können. Momentan aber gibt es – anders als bei Umwelt und Klima – noch keine globale, allgemeine Bewegung, die sich für eine nachhaltige Digitalisierung einsetzt.<sup>97</sup>

97 Malte Spitz, Daten- das Öl des 21. Jahrhunderts, Hoffmann & Campe, 2017, S. 220 ff.

## 8 Schmutzige Software

### Das unethische Geschäft des Programmierens

Im September 2018 platzte Nikita Prokopov der Kragen. Ich programmiere jetzt seit 15 Jahren, schrieb der Russe aus Nowosibirsk in sein Blog, aber so, wie es in der IT-Branche inzwischen laufe, würde es ihn nur noch deprimieren. Die fehlende Sorgfalt, Effizienz, Einfachheit und Exzellenz mache ihm sehr zu schaffen.

Und dann zählte er auf: Jeder Programmierer gebe sich inzwischen zufrieden, wenn eine Software nur 1 oder gar 0,01 Prozent ihrer möglichen Leistung abrufen würde. Die heutigen Computer seien tausendmal besser als die Maschinen, die die ersten Männer zum Mond geflogen hätten – „warum ist es trotzdem nicht möglich, eine Webseite ruckelfrei runterzuscrollen?“ Moderne Texteditoren hätten eine größere Latenz als vergleichbare Programme vor 42 Jahren. Ein Smartphone brauche 30 bis 60 Sekunden zum Hochfahren – „warum ist das nicht innerhalb von, sagen wir, einer Sekunde möglich?“ Und überall diese aufgeblasenen Programme und Apps. „Windows 95“ sei 30 Megabyte groß gewesen – „Windows 10“ hingegen brauche 4 Gigabyte Speicher, 133 Mal so viel. „Aber ist die neue Version 133 Mal besser?“ Und kann das Android-System noch mal so viel mehr? Immerhin ist es 6 Gigabyte groß. Die Betriebssysteme würden nicht schneller oder effizienter werden, und sie sehen auch nicht anders aus. Warum also wachsen sie ständig?

„Ich möchte Fortschritte sehen. Ich will Veränderung. Ich möchte, dass sich der Stand der Technik in der Softwareentwicklung verbessert und nicht nur still steht. Ich möchte nicht immer wieder dasselbe erfinden, weniger performant und jedes Mal aufgeblähter. Ich möchte etwas, an das ich glauben kann, ein würdiges Endziel, eine bessere Zukunft als das, was wir heute haben, und ich möchte eine Gemeinschaft von Ingenieuren, die diese Vision teilen“, schrieb Prokopov. Und: „Was wir heute haben, ist Bullshit.“<sup>98</sup>

Der Wutausbruch traf einen Nerv. Im Netz wurde er tausendfach aufgegriffen und kommentiert und aus dem englischen Original mehrfach übersetzt (es gibt chinesische, koreanische, spanische und französische Fassungen). Um Nachhaltigkeit im engen Sinn ging es dabei nicht. Weder ökologische noch soziale Fragen, der Energieverbrauch oder die Klimakrise spielten eine Rolle. Prokopov sah sich vielmehr in seiner Entwicklerwürde beleidigt. Als ITler will er das Beste herausholen, Probleme mit der Logik von Codes lösen, Menschen den Alltag und die Arbeit erleichtern. Er

<sup>98</sup> Nikita Prokopov, Software disenchantment, 17.9.18, <https://tonsky.me/blog/disenchantment/>

möchte mit seiner Leistung dazu beitragen, dass der Spaß am Gesamtprodukt im Vordergrund steht und es reibungslos funktioniert. Die Software soll im besten Fall hinter den Kulissen die Strippen ziehen und unsichtbar bleiben.

Und trotzdem sprach der Entwickler zugleich einen Punkt an, der Wissenschaftler, die sich mit nachhaltiger IT befassen, schon länger umtreibt: die sogenannte Software-Obsoleszenz – also die „in seiner Herstellungsweise, seinen Materialien oder Ähnlichem angelegte Alterung eines Produkts, das dadurch veraltet oder unbrauchbar wird“, wie es der „Duden“ definiert.<sup>99</sup> Bei Computerprogrammen wird dieser Prozess als vorteilhaft für den Nutzer vermarktet: Weil Software nie perfekt ist und – entgegen des Bemühens der Programmierer – immer gewisse Fehler enthält, raten Hersteller und mitunter auch Sicherheitsexperten dazu, Updates herunterzuladen und zu installieren, um Hackern kein Einfallstor zu bieten. Wer nicht mitziehe, müsse damit rechnen, dass sein Produkt nach einiger Zeit nicht mehr auf dem aktuellen Stand und also nicht mehr ausreichend geschützt sei, wird suggeriert. Mit jeder Aktualisierung wird das betreffende Programm – beispielsweise das Betriebssystem – allerdings umfangreicher und komplexer, was wiederum die Anforderungen an die Hardware steigen lässt. Kann diese daraufhin nach einiger Zeit nicht mehr mit der Software mithalten, sinken die Leistung und die Geschwindigkeit. Hersteller drosseln die Leistung mit dem Hinweis, dass der Akku geschont werden muss und beginnen, keine Programme mehr für das Gerät anzubieten – wodurch es weiter entwertet wird. Der Eigentümer ist genötigt, sich ein neues zuzulegen. Ob das alte noch funktionsfähig sein könnte oder nicht, spielt dabei keine Rolle.

Einfluss können Endverbraucher auf diesen künstlich herbeigeführten Verfall kaum nehmen, sagt Lorenz M. Hilty: „Wenn Sie nach fünf Jahren Ihr Smartphone wechseln, so braucht das neue für die gleiche Leistung zwar nur ein Achtel der Energie. Aber die Software, die mindestens das Achtfache an Rechenleistung benötigt, ist schon drauf. Selbst wenn Sie es wollten, hätten Sie kaum eine realistische Chance, die neue Hardware mit der alten Software zu betreiben und dadurch 87 Prozent der Energie zu sparen.“ Wobei der Begriff „alte Software“ falsch sei, denn: „Software kann gar nicht altern, Software ist das perfekte nachhaltige Produkt, weil sie sich nicht abnutzt, ebenso wenig wie ein Roman oder eine Partitur altern.“<sup>100</sup>

Software spielte in der Geschichte der Digitalisierung häufig eine untergeordnete Rolle. Sie ist abstrakter, weniger greifbar als das physische Gerät, das, zu Beginn der Computer-Ära, zum Teil immens groß und 30 Tonnen schwer war. Zudem ging es

99 <https://www.duden.de/rechtschreibung/Obsoleszenz>

100 Lorenz M. Hilty, Internal Error: Systemdenken fehlt, in: Politische Ökologie, Smartopia – Geht Digitalisierung auch nachhaltig?, Oekom, 2018, S. 73

während des Zweiten Weltkriegs, als das Interesse an der Entwicklung des Computers wuchs und die Militärs verschiedener Länder die Forschung förderten, häufig darum, dass Maschinen einen bestimmten Zweck erfüllen mussten, das Dekodieren verschlüsselter Nachrichten beispielsweise. Dass ein Rechner multifunktional sein kann, war als Idee bekannt – die Britin Ada Lovelace, die als erste Programmiererin der Historie gilt, hatte darüber schon Mitte des 19. Jahrhunderts nachgedacht. 1941 war es der Deutsche Konrad Zuse, der den ersten digitalen Allzweckrechner, Z3 genannt, entwickelt hatte, und Alan Turing schrieb 1948: „Wir brauchen nicht unendlich viele Maschinen, die jeweils verschiedene Jobs erledigen. Eine einzige wird ausreichen. Das technische Problem der Herstellung verschiedener Maschinen für verschiedene Aufgaben wird durch die Büroarbeit der Programmierung der Universalmaschine für diese Aufgaben ersetzt.“<sup>101</sup> In der Praxis aber war dieses Umprogrammieren eines Computers, das Wechseln von einer Rechenaufgabe zu einer anderen, aufwendig. Frauen – Männer übernahmen diese Arbeit in der Regel nicht – mussten in die Kolosse hineinkrabbeln, Kabel umstecken und verschiedene Einheiten des Apparats neu miteinander verbinden, je nachdem, was man errechnen wollte. Das änderte sich ab Mitte des 20. Jahrhunderts sukzessive. Die Computer wurden kleiner, die Festplatten und Arbeitsspeicher größer, und das Programmieren, wie wir es heute kennen, etablierte sich. Maßgeblich auch dank zahlreicher Pionierinnen, die die Maschinen aufgrund ihrer Arbeit zum Teil besser verstanden hatten als die männlichen Erbauer.

Heute ist Software – neben vielen anderen Dingen – ein Alltagsgegenstand. Sie umgibt uns, wo immer wir sind, und sie verleiht Hardware einen Sinn und Zweck. Sie ist die zentrale Schnittstelle zwischen (menschlichem) Anwender und den Chips und Platinen im Inneren, die sonst nicht wüssten, was sie machen sollten. Künftig werden Programme noch eine größere Rolle spielen und omnipräsent sein. Wenn im Internet der Dinge noch viel mehr Kühlschränke, Kaffeemaschinen, Zahnbürsten, Türschlösser, Heizungen, Sexspielzeuge, Autos, Fahrräder, Ampeln und Fabrikmaschinen verdrahtet werden und miteinander kommunizieren wollen, braucht das jedes Mal die Anleitung von ein paar oder ein paar tausend Zeilen Softwarecode.

Allerdings wirft das verschiedene Probleme auf. Eins davon: Das Eigentumsrecht wird „eklatant missachtet“. Zu diesem Ergebnis kommt Lorenz M. Hilty. „Käufer\*innen einer Ware wird die Verfügungsgewalt über ihr rechtmäßig erworbenes Eigentum verweigert“, sagt er. „Sie können keine volle Kontrolle über ihr Eigentum ausüben, weil der Hersteller dank Software die Zügel in der Hand behält.“<sup>102</sup> Er beklagt, dass Nutzer sich in der Regel damit arrangiert haben und diese

101 Walter Isaacson, *The Innovators*, Simon & Schuster, 2014, S. 87

102 Hilty, *Politische Ökonomie*, S. 74 ff

Einschränkung nicht hinterfragen. Wenn der Drucker den vorzeitigen Austausch des Toners verlangt oder ein Betriebssystem Ersatzteile eines Fremdherstellers ablehnt, wird das fast nur noch schulterzuckend hingenommen. Das liegt auch daran, dass es kaum gelingt, die geplante Obsoleszenz nachzuweisen.

Ein seltener – und drastischer – Fall flog im Herbst 2015 auf, der „Dieselskandal“ von Volkswagen und weiteren Autoherstellern. Die Unternehmen hatten mit Hilfe von eigens entwickelten Programmen veranlasst, dass Motoren von Fahrzeugen, die ihre Kunden zuvor erworben hatten, bei einem Abgastest den TÜV-Prüfern falsche Stickoxid-Werte ausspucken. Eine Chance, sich vorab gegen diese digitale Einmischung zu wehren, die zu einem großen Nachteil führte, hatten die Kunden nicht: Selbst technikkundige Prüfer hatten Schwierigkeiten, die Manipulation zu erkennen. „Geräte, die mit dem Internet verbunden sind und dadurch laufend am Tropf der Software-Updates hängen, kann der Hersteller sogar nahezu ‚live‘ beeinflussen“, so Hilty. Denkbar wäre es zum Beispiel künftig, dass Besitzer eines elektrischen, autonomen Fahrzeugs gar nicht mehr selbst darüber entscheiden können, wo sie wie schnell fahren und ob sie ihr Auto an jeder Straßenecke parken können. Möglich wäre es, die jeweils gültigen Straßenverkehrsregeln per Update zu übertragen und den Wagen gewissermaßen aus der Ferne mitzusteuern. Sicher ist, dass sich die Anfälligkeit von Geräten und Produkten erhöht und Fehler zunehmen. Etwa so einer, wie er Amazon 2009 unterlaufen ist. Damals löschte der Online-Händler E-Books, die seine Kunden bereits gekauft und auf ihre Kindle-Reader geladen hatten. Bei dem Buch handelte es sich, wie passend, um „1984“ von George Orwell.<sup>103</sup>

Ein zweites Problem, das durch die zunehmende Verbreitung von Software vergrößert wird: Der Energieverbrauch steigt. Wächst der zur Verfügung stehende Speicherplatz auf Geräten, nimmt die Größe der Programme zu. Jedes einzelne wächst, es wird komplexer, verschachtelter. Für die Übertragung im Netz beim Aufrufen oder für das Aktivieren auf dem Rechner bedeutet das, dass mehr Daten durch die Hardware geschickt werden müssen, was mehr Energie erfordert als bei einem schlankeren Programm. Kleine Veränderungen können dabei eine größere Wirkung entfalten. Der niederländische Programmierer Danny van Kooten, der ein beliebtes Wordpress-Plug-in für ein Newsletter-Formular geschrieben hat, entschied sich dafür, seine Software zu durchforsten und effizienter zu machen. 20 Kilobyte sparte er dabei ein. Nicht viel, könnte man meinen. Bei einem Programm wie seinem, das zwei Millionen User auf ihrer Seite integriert haben, summiert sich die Reduktion aber zu einer nennenswerten Größe: 59.000 Kilogramm Kohlendioxid würden

103 Ulrich Machold, Das Digitale ist politisch, <https://www.zeit.de/digital/2020-12/tech-konzerne-regulierung-europaeische-union-gesetz>

immer dann weniger in die Atmosphäre ausgestoßen, wenn alle Nutzer das Plug-in einmal aufgerufen haben.<sup>104</sup>

Wie unterschiedlich der Energieaufwand von Programmen ist, hat ein Forscherverbund versucht zu ermitteln.<sup>105</sup> Bisher habe es Software geschafft, „unter dem Radar der Aufmerksamkeit zu bleiben. Spätestens wenn man sich mit dem Ressourcenverbrauch von Systemen der Informations- und Kommunikationstechnologie auseinandersetzt, muss die Software jedoch stärker in den Fokus rücken“. Für ihre Versuche verglichen die Wissenschaftler (nicht namentlich erkennbar gemachte) Textverarbeitungen, Internet-Browser und Content Management Systeme. Die Ergebnisse: Während eine Textverarbeitung fast durchgehend bei ca. 110 Watt arbeitet, benötigte das Konkurrenzprodukt nur 78 Watt, mit gelegentlichen Ausreißern nach oben, wenn etwa ein Dokument geöffnet oder formatiert wird. Auch bei den Browsern zeigte sich, die Wahl des Programms einen Unterschied machen kann: Beim Aufruf einer identischen Seite, verbrauchte ein Programm doppelt so viel Strom wie das Vergleichsprogramm. Das erklärt zum Teil, so die Forscher, warum der Lüfter eines Laptops anspringt, der Bildschirmaufbau sich verlangsamt oder das mobile Datenvolumen aufgebraucht ist, ohne dass man sein Nutzerverhalten geändert hat.

Um dem entgegenzuwirken, Nutzer für das Problem zu sensibilisieren und Hersteller dazu zu animieren, energiesparende Software zu entwickeln, hat das Umweltbundesamt aufbauend auf der Forschungsarbeit Kriterien für die Vergabe des Siegels „Blauer Engel“ festgelegt. Bei einer mit dem Zertifikat ausgezeichneten Software „haben die Konsumentinnen und Konsumenten und die öffentliche Beschaffung die Gewissheit, dass die Software besonders sparsam mit den Hardwareressourcen umgeht und in ihrer Nutzung energiesparsam ist. Aufgrund geringerer Leistungsanforderungen kann die Hardware länger genutzt werden. Darüber hinaus zeichnet sich die Software durch eine hohe Transparenz aus und ermöglicht Nutzenden besondere Freiheiten im Umgang mit der Software“. Die Kriterien des Umweltzeichens „bieten außerdem Entwicklern und Entwicklerinnen von Softwareprodukten eine gute Orientierung, um mögliche Schwachstellen der Software zu erkennen und die richtigen Maßnahmen zu ergreifen, um die Umweltbelastung

104 Clive Thompson, How 'Sustainable' Web Design Can Help Fight Climate Change, Wired, <https://www.wired.com/story/sustainable-software-design-climate-change>

105 Jens Gröger, Was macht mein Computer, wenn ich nicht hinschaue?, <https://blog.oeko.de/was-macht-mein-computer-wenn-ich-nicht-hinschaue/>

zu reduzieren“, so die Hoffnung der Prüfer. Bislang aber interessieren sich Unternehmen kaum dafür. Es gibt laut Webseite des Umweltbundesamts „zur Zeit keine Anbieter“.<sup>106</sup>

Neben Wissenschaftlern und staatlichen Stellen versuchen auch einzelne Designer, Software und Webdesign nachhaltiger und ihre Communities auf verursachte Probleme aufmerksam zu machen. Bereits 2016 hat der US-Amerikaner Tom Frick seine Anleitung „Designing for Sustainability“ veröffentlicht.<sup>107</sup> 2018 und 2019 stellte der Schweriner Niklas Jordan auf der Jahreskonferenz des Chaos Computer Clubs (Motto des Kongresses 36C3: „Resource Exhaustion“) seine Gedanken und Ideen für ein „Planet Friendly Web“ vor. Er wies darauf hin, dass es viele Menschen gäbe, die sich mit der ökonomischen Nachhaltigkeit befassen, also überlegen, wie eine Webseite beworben und möglichst viel Umsatz generieren kann, dass die ökologische Nachhaltigkeit aber bei dieser intensiven Nutzung des digitalen Produkts leide, weil das nicht bedacht wird. Diese „Ausbildung“ wolle er nun in seinem rund 30-minütigen Talk bieten und unterteilte seinen Vortrag in die Punkte „Energie“, „Ressourcen“ und „Verantwortung“.<sup>108</sup> Ideen für eine leichtere, klimafreundliche Webseite gäbe es viele: zum Beispiel die Fotos und Videos herunterrechnen, weniger Schriftarten verwenden und einen Hoster beauftragen, der seine Energie aus erneuerbaren Quellen bezieht.

Wie das aussehen könnte, macht etwa der Nachrichtensender CNN mit seiner „Lite“-Seite vor,<sup>109</sup> die, ganz schlicht, nur Text-Meldungen und Links enthält und „nur ein tausendstel der Datenmenge der normalen CNN-Webseite verbraucht“.<sup>110</sup> Das dänische Modelabel Organic Basics hat eine „klimaverträglichere Webseite“ seines Shops erstellt, die von der Homepage aus angesteuert werden kann. Die minimalistische Version kommt ohne Fotos aus und rechnet Nutzer\*innen vor, wie viel CO<sub>2</sub> sie im Vergleich zu einem Besuch der regulären Seite einsparen.<sup>111</sup> Das „Low Tech Magazine“ geht noch einen Schritt weiter. Weil es mithilfe eines solarbetriebenen Servers in Barcelona läuft, kann es passieren, dass die Seite bei schlechtem Wetter nicht erreichbar ist. Darüber hinaus erklärt der Betreiber, ein Journalist, wie man so eine Seite selbst zum Laufen bringen kann.<sup>112</sup>

106 RAL gGmbH, Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte, <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/elektrogeraete/ressourcen-und-energieeffiziente-softwareprodukte>

107 O'Reilly, <https://www.oreilly.com/library/view/designing-for-sustainability/9781491935767/>

108 Niklas Jordan, The Planet Friendly Web, [https://media.ccc.de/v/36c3-10506-the\\_planet\\_friendly\\_web](https://media.ccc.de/v/36c3-10506-the_planet_friendly_web)

109 CNN, <https://lite.cnn.com/en>

110 Markus Böhm, „Den Unternehmen richtig auf den Sack gehen“, <https://www.spiegel.de/netzwelt/web/36c3-in-leipzig-was-das-internet-mit-dem-klimawandel-zu-tun-hat-a-1302513.html>

111 Organic Basics, <https://lowimpact.organicbasics.com/eur>

112 Kris De Dekker, <https://solar.lowtechmagazine.com>

Ähnliche Ratschläge findet man auch in dem „Ethical Design Handbook“, das drei Entwickler\*innen 2020 auf den Markt brachten. Sie würden eine veränderte Wahrnehmung von Nutzern beobachten, schrieben sie. „Die Menschen wehren sich zunehmend gegen Tracking, Manipulation, überwältigende Werbung und mehrdeutige, zweifelhafte Schnittstellen.“ Dagegen wollen sie mehr Transparenz und Respekt setzen und Interessierten dabei helfen, ein „nachhaltiges, digitales Business“ aufzubauen.<sup>113</sup> Tom Greenwood, Gründer einer Londoner Agentur, hat Anfang 2021 eine weitere Anleitung veröffentlicht, „Sustainable Web Design“ heißt sein Buch. Er will, so sagt er, mit „kleinen, durchdachten Änderungen in Design und Entwicklung den Schaden im Klima verringern“, den das Internet hinterlasse.<sup>114</sup>

Dazu gehört es auch, auf „Dark Patterns“ zu verzichten, die Betreiber bewusst in ihre Seiten und Portale einbauen, um Besucher und Nutzer dazu zu verleiten, Dinge zu tun, die sie nicht tun wollen. Ein Paradebeispiel für ein solches Muster ist der Versuch, sein Amazon-Konto zu löschen. Wie ein Video auf <https://www.darkpatterns.org> zeigt, hat das Versandunternehmen diese Option auf eine geradezu absurde Weise so gründlich versteckt, dass man sie ohne Anleitung nicht finden kann (abgesehen davon, dass letztlich defacto nur ein Amazon-Mitarbeiter das Konto löschen kann, und diesen muss man vorher über ein Formular kontaktieren). Diese „crappy user experience“ wird mit Absicht programmiert, es gehe darum, einem Nutzer den Einstieg möglichst einfach zu machen und den Ausstieg möglichst schwer zu gestalten. Geläufig sind auch abonnierte Newsletter, deren Abmelde-Link man kaum findet (und der ggf. gar nicht funktioniert), versteckten Kosten und sog. „In App“-Käufe oder die Funktion, die Youtube-Videos und Netflix-Serien nach ihrem Ende nicht stoppen lässt, sondern, mit wenigen Sekunden Pause, automatisch die nächste Folge abspielt.

Dass die Kritik der bisherigen Praxis an den großen Konzernen nicht ganz spurlos vorbei geht, zeigt sich übrigens bei Microsoft. Asim Hussain, „Green Cloud Advocacy“ des Unternehmens in London, hat „Principles Green“ ins Leben gerufen, eine Art Kodex, dem sich Programmierer anschließen sollen, damit Software klimaverträglicher wird.<sup>115</sup> Und in einem Microsoft-Blog diskutieren Entwickler verschiedenste Aspekte des grünen Programmieren und stellen externe Projekte von NGOs und nachhaltige Initiativen vor, die sie mit ihrer Arbeit unterstützt haben.<sup>116</sup>

113 Smashing Magazines, The Ethical Design Handbook, <https://www.smashingmagazine.com/printed-books/ethical-design-handbook/>

114 A Book Apart, <https://abookapart.com/products/sustainable-web-design/>

115 Asim Hussain, <https://principles.green/>

116 Microsoft, <https://devblogs.microsoft.com/sustainable-software>



## 9 Unterschätzte Energiefresser

### Die Bedeutung der Rechenzentren

Rechenzentren sind das Rückgrat der Digitalisierung. Das gilt sowohl für Unternehmen, Institute, Verwaltungen und Organisationen, die in ihren Gebäuden eigene Server betreiben, als auch für das Internet im Ganzen. Ohne die weltweit verstreuten Knotenpunkte könnten Daten nicht koordiniert fließen. Private Rechenzentren existieren seit den 1970er-Jahren, durch die schnelle Zunahme von Internetanschlüssen kamen in den 90er-Jahren immer mehr kommerzielle Anbieter dazu, die ihre Rechenleistung verkaufen. Heute bezieht sich der Begriff „Rechenzentrum“ nicht mehr allein auf das physische Gebäude, in dem Server untergebracht sind. „Hyperscale“-Rechenzentren sind in der Lage, flexibel auf die jeweilige Nachfrage zu reagieren und sich in kurzer Zeit mit anderen Rechenzentren weltweit zusammenzuschalten, um eine größere Geschwindigkeit und mehr Speicher bei der Verarbeitung von Rechenoperationen bieten zu können.

In den 27 Staaten der Europäischen Union wurden Ende 2019 1814 kommerzielle Rechenzentren („Colocation Data Center“) gezählt.<sup>117</sup> Um ihren Dienst ausfallfrei zu garantieren, sind die für den Betrieb benötigten Anlagen, Energieversorgungen, Kühlungen, Server etc. jeweils mehrfach installiert und im Einsatz. So soll präventiv verhindert werden, das potenzielle, unvorhergesehene Störungen nicht die Kunden und Endverbraucher erreichen, was vor allem in sensiblen Bereichen und Sektoren wie etwa der Finanzwirtschaft, der Gesundheits- und Energieversorgung essentiell ist.

In Deutschland sind rund 130.000 Menschen direkt in Rechenzentren angestellt, dazu kommen 80.000 indirekt Beschäftigte. Die „von funktionierenden Rechenzentren komplett abhängige Internetwirtschaft“ erzielt einen Jahresumsatz von mehr als 100 Milliarden Euro<sup>118</sup> und Betreiber von Rechenzentren verzeichnen momentan zweistellige Zuwachsraten von 25, 40 oder mehr als 50 Prozent pro Jahr. Kunden unterschreiben Mietverträge zum Teil weit vor der Fertigstellung eines neuen Rechenzentrums.<sup>119</sup> Grund für die Goldgräberstimmung ist der wachsende Datenverkehr, der eine Folge des rapide zunehmenden Streamings, der weiteren Verbreitung von internetfähigen Sensoren und Endgeräten sowie der Umstellung aufs Cloud Computing ist. War es zu Beginn des 21. Jahrhunderts noch üblich, dass Computer Programme verwenden, die auf ihrem internen Speicher liegen („on premise“), entwickelt sich

117 European Commission, ICT Impact Study, [https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2020-11/IA\\_report-ICT\\_study\\_final\\_2020\\_\(CIRCABC\).pdf](https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2020-11/IA_report-ICT_study_final_2020_(CIRCABC).pdf), S. 15

118 Harald Lutz, Ulrike Ostler, Wie geht es dem deutschen Rechenzentrumsmarkt?, <https://www.datacenter-insider.de/wie-geht-es-dem-deutschen-rechenzentrumsmarkt-a-621853/>

119 Marc Winkelmann, Hungerige neue Welt, Stern, 45/2018, S. 70

„Software as a Service“ jetzt zum Standard. Anwendungen – Textverarbeitungen, Kollaborationstools, Tabellenkalkulationen, Kalender etc – werden auf einem Server bereitgestellt und lassen sich via Internetverbindung aufrufen und nutzen; sie müssen nicht mehr auf dem eigenen Laptop installiert werden. Vorteil: Die IT-Kosten für die Anschaffung, Administration und Skalierung sind geringer. Statt 100 Lizenzen für 100 Mitarbeiter zu kaufen und regelmäßig zu aktualisieren, reicht es, ein zentrales Update durchzuführen, auf das alle 100 Rechner zugreifen. Die Flexibilität erhöht sich, die Investitionen sinken. Laut einer Untersuchung des Branchenverbands Bitkom nutzten 2019 bereits 76 Prozent der befragten Unternehmen Rechenleistungen aus der Cloud, zwei Jahre zuvor waren es 66 Prozent. Cloud-Computing hat sich demnach „in der Wirtschaft durchgesetzt“ und „zur Kerntechnologie der Digitalisierung entwickelt“.<sup>120</sup>

Mit den zunehmenden Debatten über die globale Klimakrise und der wachsenden Zahl von Rechenzentren ist die zuvor weitgehend unsichtbare Branche in den vergangenen Jahren stärker in den Fokus geraten – und mit ihr die Frage, wie sich der Energieverbrauch entwickelt. So hat das Fachportal „Datacenter Insider“ ein Blog gestartet – die Redaktion will damit „die wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung von Rechenzentren und ihrer Energie-Effizienz im Bewusstsein von Politikern und Bürgern verankern und Lösungen für die Rechenzentren von morgen entwickeln“.<sup>121</sup> „Der Spiegel“ berichtete, dass von 177 Rechenzentren, die die Bundesbehörden und Einrichtungen der unmittelbaren Bundesverwaltung betreiben, nur eines besonders umweltfreundlich ist: Einzig das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie wurde bislang für die vorbildliche Umstellung seines Rechenzentrums mit dem Blauen Engel zertifiziert. Das Bundesumweltministerium hingegen, das neun Rechenzentren hat, kann das nicht vorweisen.<sup>122</sup> „T-Online“ stellte den Gründer eines IT-Unternehmens in Nordfriesland vor, der das erste CO<sub>2</sub>-positive Rechenzentrum Deutschlands gebaut hat. Der benötigte Strom stammt aus Wind-, Solar- und Biogasanlagen und nutzt die 32 Grad warme Abluft der sich aufheizenden Server, um ein auf dem Dach des Rechenzentrums aufgebautes Gewächshaus zu beheizen, in dem Algen angebaut werden – die wiederum CO<sub>2</sub> aus der Luft binden.<sup>123</sup> Greenpeace untersuchte in einem ausführlichen Report, wie schmutzig die Energieversorgung der Rechenzentren im US-amerikanischen „Data Center Alley“ ist. Die Region im Bundesstaat Virginia nahe Washington, D.C., stellt so etwas wie den physischen Herzschlag des Silicon Valleys

120 Bitkom, Drei von vier Unternehmen nutzen Cloud-Computing, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Drei-von-vier-Unternehmen-nutzen-Cloud-Computing>

121 Data Center Insider, <https://www.datacenter-insider.de/blog/energie-effiziente-rechenzentren/>

122 Patrick Beuth, Von 177 Rechenzentren des Bundes ist nur eins besonders umweltfreundlich, <https://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/blauer-engel-von-177-rechenzentren-des-bundes-ist-nur-eins-besonders-umweltfreundlich-a-99ef342d-9744-4ef3-9f08-24d4f059b151>

123 Tim Blumenstein, Hier entwickeln Deutsche das Rechenzentrum der Zukunft, [https://www.t-online.de/digital/internet/id\\_89234202/baut-ein-deutsches-it-unternehmen-das-rechenzentrum-der-zukunft-.html](https://www.t-online.de/digital/internet/id_89234202/baut-ein-deutsches-it-unternehmen-das-rechenzentrum-der-zukunft-.html)

dar: Sie weist die höchste – und laufende steigende – Konzentration von Rechenzentren weltweit auf. 70 Prozent des globalen Internettraffics sollen hier laut eigener Aussage durch die Leitungen fließen. Trotz Zusagen, einen umweltfreundlichen Kurs einschlagen zu wollen, lassen Techkonzerne wie Microsoft, Amazon Web Services, Google, Facebook und Salesforce ihren Worten wenig Taten folgen – die Rechenzentren werden nur zu einem kleinen Teil mit erneuerbarer Energie gespeist.<sup>124</sup>

Grundsätzlich machen die Stromkosten bei modernen Rechenzentren mehr als 50 Prozent der Betriebskosten aus.<sup>125</sup> Energieeffizienz ist in der Branche deshalb schon immer relevant gewesen. Wer wenig Strom und Kühlung benötigt, spart Geld – der Verband Bitkom hat auch deshalb vor einigen Jahren schon einen „Leitfaden Energieeffizienz in Rechenzentren“ veröffentlicht.<sup>126</sup> Das gilt auch fürs Cloud Computing. Der Umstieg auf zentrale Server, die von dezentralen Endgeräten angesteuert werden, senkt den Energieverbrauch. Große Rechenzentren sind effizienter und lassen sich leichter auf den neuesten technischen Stand bringen als eine Vielzahl von Endgeräten.

Wie groß dieser Effizienzgewinn ist oder ob er durch die anhaltende Geräte- und Datenflut zunichte gemacht wird, darüber gibt es in der Forschung unterschiedliche Aussagen. Eine in „Science“ veröffentlichte US-Studie erklärte 2020, dass sich die Landschaft im vergangenen Jahrzehnt drastisch verändert hat und exponentiell gewachsen ist. Demnach haben sich die globalen Workloads und Recheninstanzen von Rechenzentren zwischen 2010 und 2018 mehr als versechsfacht, der IP-Verkehr hat um das zehnfache zugelegt, die Speicherkapazität ist um den geschätzten Faktor 25 gestiegen. Zusammengenommen resultierte das in einem Stromverbrauch, der 2018 schätzungsweise 1 Prozent des globalen Bedarfs ausmachte. Zugleich wurden aber deutliche Fortschritte bei der Effizienz erzielt: Der Energieverbrauch pro Recheninstanz ist seit 2010 jährlich um 20 Prozent gesunken. Die Autoren sind optimistisch, dass sich diese Entwicklung fortsetzen lässt und weitere Innovationen zu noch mehr Einsparungen führen. Sie sagen voraus, dass sich selbst bei einer Verdopplung „global compute instances“ der Energiebedarf nur unmerklich steigern wird.<sup>127</sup> Eine ITK-Studie für die EU-Kommission 2020 hat die „Science“-Berechnungen übernommen und auf Europa heruntergebrochen. Demnach kommt es in den kommenden Jahren zu einem Rückgang des Energieverbrauchs innerhalb der EU27: von 44,8 Terrawattstunden (Jahr: 2010) und 37,2 (2020) auf 38,3 (2023). Im Detail: Der Energieverbrauch der Server steigt laut der Prognose um 24 Prozent; beim Speichern bleibt er etwa

124 Greenpeace, Clicking Clean Virginia, <https://www.greenpeace.org/usa/reports/click-clean-virginia/>

125 Winkelmann, Stern, 2018

126 Bitkom, Energieeffizienz in Rechenzentren, <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/150911-LF-Energieeffizienz-in-RZ.pdf>

127 Eric Masanet et al, Recalibrating global data center energy-use estimates, in: Science Magazine, [https://datacenters.lbl.gov/sites/default/files/Masanet\\_et\\_al\\_Science\\_2020.full\\_.pdf](https://datacenters.lbl.gov/sites/default/files/Masanet_et_al_Science_2020.full_.pdf)

gleich; für die Infrastruktur (Kühlung u.a.) sinkt er um 32 Prozent.<sup>128</sup> Als „größte Unsicherheit“ in dieser Rechnung bezeichnen die Autoren die Zahl – und somit die Entwicklung – der privaten Rechenzentren.

Das Borderstep Institut in Berlin kommt zu anderen Zahlen und zu einer anderen Vorhersage. In einer Kurzstudie Ende 2020 ermittelte es, dass der Energiebedarf in den europäischen Rechenzentren zwischen 2010 und 2020 um 55 Prozent gestiegen ist, von rund 56 auf 87 Terawattstunden pro Jahr. Allein in Deutschland verbrauchten die Rechenzentren 2020 16 Terawattstunden, 1 TWh mehr als im Jahr zuvor, was die Autoren auf die Corona-Krise und die größere Nachfrage nach Filmen, Videochats, Online-Shopping und Online-Zusammenarbeiten zurückführen. „Rechenzentren werden durch verbesserte Hardware, Software und Rechenzentrumsinfrastrukturen immer effizienter“, sagt Ralph Hintemann, Senior Researcher des Instituts. Aber: „Leider ist es aber in der Vergangenheit trotzdem nicht gelungen, den Anstieg im Energiebedarf insgesamt zu senken. Die zunehmende Digitalisierung und insbesondere der Trend zu immer mehr Cloud Computing führen dazu, dass der Energiebedarf der Rechenzentren kontinuierlich ansteigt.“<sup>129</sup> Seiner Vorhersage nach wird der Verbrauch in Deutschland bis 2025 auf mehr als 18 TWh ansteigen.<sup>130</sup>

Hintemann sagt, dass es immer mehr Hinweise gäbe, „dass die Annahmen von Masanet et al. (aus der „Science“-Studie) deutlich zu optimistisch sind“. Die verfügbaren Marktdaten und Presseberichte zu neuen Rechenzentren würden dafür sprechen. Allein bei den kommerziellen Anbietern in Frankfurt am Main habe sich der Energiebedarf zwischen 2017 und 2019 von etwa 900 Gigawattstunden (GWh) pro auf etwas über 1400 GWh pro Jahr erhöht. Zudem ist der maximale Energiebedarf der Server im vergangenen Jahrzehnt stark angestiegen.<sup>131</sup>

Insgesamt betrachtet hat die Forschung allerdings noch Nachholbedarf. Es liegen bislang nur wenig belastbare Zahlen und zum Teil nur ältere Zahlen zu Rechenzentren vor, so Hintemann. Hinzu kommen die dynamische Entwicklung der Technologien und Nutzerzahlen, unterschiedliche Berechnungsansätze von Wissenschaftlern und, auch das, Berechnungsfehler.

128 EU Commission, ICT Impact Study, [https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2020-11/IA\\_report-ICT\\_study\\_final\\_2020\\_\(CIRCABC\).pdf](https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2020-11/IA_report-ICT_study_final_2020_(CIRCABC).pdf), S. 29

129 Ralph Hintemann, Simon Hinterholzer, Deutlicher Anstieg des Energiebedarfs der Rechenzentren, <https://www.borderstep.de/deutlicher-anstieg-des-energiebedarfs-der-rechenzentren-im-jahr-2020/>

130 Ralph Hintemann, Effizienzgewinne reichen nicht aus. Energiebedarf der Rechenzentren steigt weiter deutlich an, <https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2020/03/Borderstep-Rechenzentren-2018-20200511.pdf>

131 Netzwerk energieeffiziente Rechenzentren, Energiebedarf von Servern nimmt deutlich zu, <https://ne-rz.de/2020/09/25/energiebedarf-von-servern-nimmt-deutlich-zu/>

## 10 Übernutzung als Standardeinstellung

### Das ungelöste Problem des Reboundeffekts

Am 4. Januar 2021 war es soweit. Nach einjähriger Vorbereitung verkündete eine kleine Gruppe von Angestellten, dass sie eine Gewerkschaft gründet, mit 225 Mitgliedern zum Start. Das klang zunächst nach nicht sehr vielen Unterstützern angesichts der mehr als 130.000 Menschen, die Google inzwischen weltweit beschäftigt. Trotzdem nannte der Softwareentwickler Dylan Baker den Schritt „historisch“ – und er übertrieb damit nicht. Die Interessensvertretung ist die erste ihrer Art in der Techlandschaft.<sup>132</sup>

Google hatte versucht, die Gründung zu verhindern. So wie sich das Silicon Valley insgesamt ja nach wie vor gerne in seiner weltverbessernden Hippie-Tradition sieht, aus der heraus es entstanden ist, war man auch bei dem Techkonzern lange überzeugt, dass man schon ganz gut ohne so eine Gegeninstanz zur Geschäftsführung auskommt, die sich für die Rechte der Mitarbeiter einsetzt. Letztlich aber musste der Techkonzern seinen Widerstand aufgeben. Die internen Probleme und der daraus resultierende Druck waren zu groß geworden.

Von außen betrachtet begann das Misstrauen schon früher. Bereits 2013 hatte der „Economist“-Kolumnist Adrian Wooldridge analysiert, dass die Gründer und Manager des Silicon Valley in ihrer eigenen Blase leben, abgekapselt von der Realität, getrieben von Gewinnmaximierung. „Geeks have turned out to be some of the most ruthless capitalists around. A few years ago the new economy was a wide-open frontier. Today it is dominated by a handful of tightly held oligopolies“, schrieb er und sagte voraus, dass ihre Abgehobenheit, Arroganz und ihr eindimensionaler Blick auf die Welt sie einholen werden. Wooldridge kreierte dafür ein neues Wort. Er nannte es „tech-lash“, eine Mischung aus „Technology“ und „Backlash“. Zu deutsch: Rückschlag.<sup>133</sup>

Die Vorhersage hat sich bewahrheitet. In den vergangenen Jahren sind immer mehr negative Folgen der zunehmenden Digitalisierung sichtbar geworden: der NSA-Skandal, die Beeinflussung der Präsidentschaftswahlen in den USA 2016, die zunehmende Polarisierung durch Hassreden im Internet, die Vernetzung und Erstarkung rechtspopulistischer und rechtsradikaler Netzwerke, die Überwachung öffentlicher Räume durch Videokameras, die Verstärkung des Klimawandels durch

132 Roland Lindner, Google-Mitarbeiter gründen Gewerkschaft, <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/google-mitarbeiter-gruenden-gewerkschaft-17130341.html>

133 Adrian Wooldridge, The coming tech-lash, <https://www.economist.com/news/2013/11/18/the-coming-tech-lash>

steigenden (fossilen) Energieverbrauch, die Ausbeutung von natürlichen Ressourcen für die Herstellung von IT-Geräten, die grassierenden Falschinformationen in sozialen Medien, die Datenmonopole der Techkonzerne in den USA und China, die alltäglichen Hackerangriffe auf und Lösegeldforderungen an Unternehmen, die in Algorithmen programmierten Vorurteile, die bestehende Ungleichheiten verstärken. Daraus ist ein Misstrauen erwachsen, dass sich nicht mehr nur gegen einzelne Firmen oder reichgewordene Gründer richtet, sondern inzwischen ein allgemeines Unbehagen beschreibt. Das Heilsversprechen von Technologie und dessen Anspruch, das Leben von Menschen stets nur besser machen zu wollen, hat deutliche Kratzer und Risse bekommen. Dass Google-Mitarbeiter eine Gewerkschaft gründen, ist da nur folgerichtig. Auch innerhalb der vermeintlich so progressiven Unternehmen rumort es seit Jahren gewaltig: Mitarbeiter beklagen, dass ihr Management zu wenig gegen die verursachten Probleme unternimmt und vor allem Frauen leiden unter der rückständigen Monokultur, in der weiße Männer das Sagen haben.

So massiv die momentanen Folgen des Techlashs sind – neue Technologien haben noch nie nur für Fortschritt gesorgt. In der Ökonomie ist seit mehr als 150 Jahren der sogenannte Reboundeffekt bekannt. Entdeckt und beschrieben hat ihn der Brite William Stanley Jevons 1865 in seinem Buch „The Coal Question“. Damals beobachtete er, dass der Kohleverbrauch in seinem Land anstieg, obwohl der Erfinder James Watt die Dampfmaschine so verbessert hatte, dass sie zwei Drittel weniger Kohle verbrauchte als das Vorgängermodell. Die Einsparung führte zu reduzierten Produktions- und Endverbraucherpreisen, woraufhin die Nachfrage und mit ihr der Ressourcenverbrauch anstieg. „Es ist eine völlige Gedankenverwirrung anzunehmen, die effiziente Verwendung von Brennstoffen sei gleichbedeutend mit einem reduzierten Verbrauch, das genaue Gegenteil ist wahr“, schrieb Jevons. Das gleiche passiert auch nach einer anderen Innovation. Als in Glühbirnen der ursprünglich verbaute Kohlefaden durch Wolfram ersetzt wurde und sie somit energiesparender und langlebiger wurde, brach das Geschäft der Energieversorger nicht ein, wie diese befürchtet hatten. Vielmehr konnten sich fortan mehr Menschen eine Glühbirne leisten – der Strombedarf wuchs.<sup>134</sup>

Was in der Frühphase der Industrialisierung und Globalisierung galt, hat heute weiter Bestand. Für eine Studie des Massachusetts Institute of Technology (MIT) untersuchten zwei Forscher den Einsatz von 57 Stoffen und Gütern, darunter Aluminium und Formaldehyd sowie von Technologien wie Festplatten, Transistoren und Photovoltaikzellen. In sämtlichen Fällen fanden sie keine Belege für eine Dematerialisierung, wie es die Digitalisierung oftmals verspricht. Egal wie groß der

134 Maja Göpel, *Unsere Welt neu denken*“, Ullstein, 2020, S. 97 ff.

Effizienzgewinn in der Vergangenheit war – die Konsumenten verlangten anschließend noch mehr von dem jeweiligen Rohstoff oder Produkt. Weshalb langfristig der Verbrauch anstieg. „Es gibt diese optimistische Haltung, derzufolge der technologische Wandel die Umwelt heilen wird“, so Christopher Magee, aber: „Das wird wahrscheinlich nicht passieren.“ Zwar identifizierten der Wissenschaftler und sein Kollege sechs Materialien, die im Laufe der Zeit weniger verwendet wurden, darunter Asbest und Thallium. Deren Dematerialisierung ist aber nicht dem technologischen Fortschritt geschuldet, sondern neuen Gesetzgebungen, die den Einsatz der – toxischen – Stoffe verboten haben.<sup>135</sup>

Unterschieden wird zwischen drei verschiedenen Reboundeffekten. Zu einem direkten Effekt kommt es, wenn ein neues Gerät energieeffizienter ist, diese Ersparnis aber teilweise oder ganz zunichte gemacht wird, weil tatsächlich ein größeres Gerät angeschafft wird. Von einem indirekten Effekt spricht man, wenn die eingesparten Energiekosten in andere, zusätzliche Anschaffungen oder Dienstleistungen fließen, die man sich zuvor nicht geleistet hat. Und ein ökonomieweiter Effekt entsteht, wenn sich aufgrund einer Effizienzsteigerung die Nachfrage-, Produktions- und Verteilungsstrukturen ändern und es zu einer vermehrten gesamtwirtschaftlichen Nachfrage nach Ressourcen kommt. „Reboundeffekte führen allgemein je nach Zeit, Ort und Technologie zu einer Vernichtung von 10 bis 80 Prozent des Energie-sparpotenzials.“ Wird die Einsparung zu mehr als 100 Prozent überkompensiert, bezeichnet man die Entwicklung auch als „Backfire“.<sup>136</sup>

Eines der sichtbarsten Reboundbeispiele liefert die Autoindustrie. Zwar werden die Motoren effizienter. Vergleicht man Modellreihen aber über mehrere Jahre und Jahrzehnte, wird deutlich, dass Hersteller ihre Fahrzeuge immer größer, länger und schwerer machen. Zudem kaufen die Deutschen allgemein immer mehr Autos und auch immer mehr SUVs. Die Folge: Bei den Treibhausgasemissionen in Deutschland hat der Verkehr – und damit ganz überwiegend der Straßenverkehr – seit 1990 fast nichts zur Reduktion beigetragen.

Laut Forschung steigt die Wahrscheinlichkeit für Reboundeffekte bei Energieeffizienzmaßnahmen unter anderem, je schneller sich eine Investition amortisiert, je zügiger sich die Nutzungskosten einer Energiedienstleistung verringern und je höher die Energie- bzw. Nutzungskosten für eine Energiedienstleistung sind. Um das Dilemma zu lösen, wird beispielsweise eine Abgabe auf die Nutzung einer Ressource vorgeschlagen, die an die Effizienzförderung gekoppelt ist. Möglich ist

135 Jennifer Chu, Study: Technological progress alone won't stem resource use, 19.1.17, <https://news.mit.edu/2017/technological-progress-alone-stem-consumption-materials-0119>

136 Felix Sühlmann-Faul/Stephan Rammler, Der blinde Fleck der Digitalisierung, oekom, 2018, S. 120

auch, die Nutzung einer Ressource insgesamt durch ein „Cap“ zu beschränken oder Standardeinstellungen bei neuen Technologien so einzustellen, dass die Reboundeffekten entgegenwirken. Grundsätzlich ist der Bereich aber noch nicht ausreichend erforscht. So wird darauf hingewiesen, dass die Gründe für Reboundeffekte längst nicht immer eindeutig sind; es spielen auch regulatorische und psychologische Faktoren eine Rolle, wie finanzielle Einsparungen, Gewohnheiten, Bedürfnisse und subjektive Wahrnehmungen.<sup>137</sup>

Dass sich über Jahrzehnte kaum jemand für den Reboundeffekt interessiert hat und deshalb nach wie vor Wissenslücken bestehen, lag an dem wirtschaftlichen Wachstum und der Verbesserung der Lebensumstände vieler Menschen seit der Entdeckung des „Jevons Paradox“ Mitte des 19. Jahrhunderts. Der mit den fossilen Energien Kohle und Erdöl befeuerte Aufschwung war zu mächtig, als dass seine ressourcenfressende, klimaschädliche Basis ernsthaft hinterfragt werden konnte. In der Mikro- und Makroökonomik begann man in den 1980er-Jahren, sich intensiver mit dem Phänomen zu befassen. In die allgemeinen öffentlichen Debatten, die den Kreis der Wirtschafts- und Umweltwissenschaften verlassen, ist der Reboundeffekt aber erst vor ein paar Jahren übergeschwappt, beispielsweise durch die Enquetekommission des Deutschen Bundestags, die 2013 ihren Abschlussbericht zum Thema „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität“ vorlegte.

Blickt man auf die Digitalisierung, muss man feststellen, dass der dem Reboundeffekt zugrunde liegende Effizienzgedanke ein fester Bestandteil der Computerindustrie ist. Die Erfindung und fortlaufende Weiterentwicklung des PCs – und auch aller anderen Maschinen, Geräte, Tablets, Smartphones – ist von dem stetigen Wunsch getrieben, noch schneller arbeiten und rechnen zu können, ohne mehr Platz zu beanspruchen. Im Gegenteil: Laptops zum Beispiel sollen zugleich leichter und kleiner werden, nicht zuletzt, um den Fortschritt, der zumeist im Inneren vollzogen wird, auch nach außen darstellen zu können. Intel-Mitgründer Gordon Moore hatte das Mitte der 1960er im Silicon Valley ja auch als Regel formuliert, als „Moore’s Law“, wie ein mit ihm befreundeter Professor es nannte: Demnach verdoppelt sich die Menge der Transistoren, die auf einen Mikrochip passen, alle zwölf Monate. Das wurde später korrigiert, auf alle 18 bis 24 Monate, aber die Vorhersage von Moore, dass das für mindestens zehn Jahre Gültigkeit hat, wurde weit übertroffen. Das Gesetz gilt bis heute. Zum Teil auch, weil es sich als selbsterfüllende Prophezeiung verselbstständigte und die Industrie es als Ansporn und Maßstab für die Geschwindigkeit ihrer Entwicklungen nahm.

137 Umweltbundesamt, Rebound-Effekte – wie können sie effektiv begrenzt werden?, 2016, S. 7 ff.

Nachhaltigkeit ist in diesem Modell von Produktion nicht vorgesehen. Sühlmann-Faul und Rammler schreiben: „Empirisch führen steigende Fähigkeiten der Technologie nicht zur Verschlinkung von Betriebssystemen, Software und peripheren Hardwarekomponenten – das Gegenteil ist der Fall. Auch hier steigen die Fähigkeiten der Technologie und die Ansprüche der Anwender\*innen, sodass Effizienzgewinne zu keinem Zeitpunkt einen echten ‚Gewinn‘, eine echte Einsparung bedeuten.“<sup>138</sup> Anders ausgedrückt: Apps, Softwareprogramme und Geräte werden häufig mit der Behauptung vermarktet, dem Besitzer Zeit und Mühen zu ersparen und etwaige Aufgaben effizienter bewältigen zu können. Und das ist – nicht immer, aber häufig genug – auch korrekt. Mit der Zeit- und Arbeitersparnis nehmen allerdings auch die Anforderungen zu. Die freigewordene Zeit und Arbeitskraft wird nicht zum Ausruhen benutzt, sondern sofort gefüllt, mit noch mehr Arbeit oder Konsum, die man versucht, in die – grundsätzlich für jeden Menschen begrenzte – Zeit zu pressen. Statt also erholt zu sein angesichts all der heutigen Tools und Gadgets, hält sich hartnäckig das Unbehagen, trotzdem nicht hinterzukommen und eben doch keine Zeit zu haben. „Man könnte sagen, dass sich die menschliche Existenz ihrer technologischen Umwelt annähert und die Logik der Technologie – Steigerungsmechanismus, Beschleunigung, Perfektionismus – sich unsere Lebenswelt eingeschrieben hat.“<sup>139</sup>

Tilman Santarius und Steffen Lange formulieren es so: „Gerade weil die Digitalisierung dazu beiträgt, dass Material, Kosten und auch Zeit eingespart werden können, kommt es zu Rebound-Effekten. Mit den Möglichkeiten des E-Commerce wächst das gesamtgesellschaftliche Konsumniveau. Und das produzierende Gewerbe nutzt die Möglichkeiten von ‚Industrie 4.0‘, um seinen Output zu steigern. In der Zusammenschau stellt sich die Digitalisierung für den Energie- und Ressourcenverbrauch bestenfalls als Nullsummenspiel dar.“<sup>140</sup> Für sie ist die Digitalisierung „ein idealtypisches Beispiel für den Reboundeffekt“.<sup>141</sup>

Die Autor\*innen des WBGU-Hauptgutachtens „Unsere gemeinsame digitale Zukunft“ weisen darauf hin, dass direkte wie indirekte Rebound-Effekte weniger zu erwarten sind, „wenn es um nachhaltigkeitsbewusste Menschen geht“.<sup>142</sup> Zudem, so schreiben sie, fehlen zu etlichen Fragestellungen und Annahmen belastbare wissenschaftliche Belege und für eine abschließende, gar globale Bilanz sei es noch zu früh. Man könne die Chancen der Digitalisierung für die nachhaltige

138 Sühlmann-Faul/Rammler, S. 121

139 ebd., S. 123

140 Steffen Lange/Tilman Santarius, *Smarte grüne Welt?*, oekom, 2018, S. 146

141 ebd., S. 26

142 Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen, *Unsere gemeinsame digitale Zukunft*, Berlin, 2019, S. 174

Transformation – Kreislaufwirtschaft, Klima-Analysen von Lieferketten, Echtzeit-Monitoring von Erdprozessen, Präzisionslandwirtschaft, bessere Entwicklung von Medikamenten, Umstellung der Energieversorgung auf regenerative, dezentrale Quellen etc. – nicht jetzt schon gegen die bisherigen Nachteile aufwiegen. Zugleich attestieren sie, dass der momentane Ausblick nicht rosig ist: „Als wichtige Erkenntnis über mehrere Schauplätze hinweg wird deutlich, dass die Zerstörung von Ökosystemen und der Ressourcenverbrauch durch Wachstums- und Reboundeffekte stetig zugenommen haben (z.B. Onlinehandel, Elektroschrott), wobei die Digitalisierung als beschleunigender und verstärkender Faktor zu wirken scheint. Eine Trendumkehr in Richtung Nachhaltigkeit ist dringend notwendig.“<sup>143</sup>

Damit diese Wende gelingt, müssten die bestehenden und sich abzeichnenden Herausforderungen gelöst werden. Eine davon: Künstliche Intelligenz. Methoden wie das maschinelle Lernen stellen in Aussicht, neue Erkenntnisse zu liefern, die auch für nachhaltige Ziele eingesetzt werden können. Die Analyse von Satellitenbilder durch selbstlernende Algorithmen kann beispielsweise Aussagen darüber treffen, welche Baumbestände weltweit gefährdet sind durch Waldbrände, Schädlingsbefall oder illegale Abholzungen. Bis sie soweit sind, müssen sie aber mit viel Energie trainiert werden (siehe Kapitel 5). Steht das im richtigen Verhältnis? Oder schlägt der Reboundeffekt hier wieder zu? Lynn Kaack, Wissenschaftlerin an der ETH Zürich, die sich mit ihrer Organisation Climate Change AI für den verstärkten Einsatz von Künstlicher Intelligenz bei gesellschaftlich relevanten Problemen wie dem Klimawandel einsetzt, sagt: „Es gibt sehr große KI-Modelle, viele Algorithmen verbrauchen aber auch sehr wenig Energie und können auf einem Laptop ausgeführt werden. Was nachhaltig ist und was nicht, muss man von Fall zu Fall betrachten. Die Variabilität ist zu groß, um eine pauschale Aussage zu treffen.“<sup>144</sup>

Journalist Thomas Ramge hält Fragen wie diese für den notwendigen Beginn einer nüchternen Debatte, die uns im Idealfall zu aufgeklärten Nutzern machen. Er schreibt: „Der Techlash und die immer offenkundigeren Reboundeffekte digitaler Technologie, die ihn hervorgebracht haben, werden der Ausgangspunkt einer neuen postdigitalen Diskussion sein. Hierfür braucht es eine neue Perspektive auf das Digitale. Wir müssen den Digitalismus, also die Verklärung von digitaler Technologie zur Passepartout-Lösung mit quasireligiösem Charakter, hinter uns lassen und Digitalisierung unter ein radikales Nutzenparadigma stellen. Wir müssen lernen, digitale Technologie insgesamt und Künstliche Intelligenz im Besonderen im Wortsinne souverän zu nutzen, also selbstbestimmt, selbstverständlich und gelassen.“

143 WBGU, S. 285

144 Marc Winkelmann, „AI is not a silver bullet against Climate Change“, [https://marcwinkelmann.de/interview\\_lynn\\_kaack\\_climate-change-ai/](https://marcwinkelmann.de/interview_lynn_kaack_climate-change-ai/)

Aber vor allem müssen wir lernen, digitale Technik nicht zu nutzen, wenn sie uns nicht nützt.<sup>145</sup> Das könnte dann womöglich auch dabei helfen, dass Techkonzerne wie Google sich zurückbesinnen, ihre Firmenkultur überdenken, die gesellschaftliche Wirkung ihrer Innovationen anerkennen, insbesondere die negativen, und sich ernsthaft bemühen, diese im Sinne des Allgemeinwohls zu justieren.



## 11 Milliarden auf der Müllhalde

### Der Elektroschrotberg wächst und wächst

120 Seiten umfasst der „Global E-Waste Monitor 2020“, und auf den ersten Blick könnte man den Eindruck gewinnen: Ist doch alles gar nicht so schlimm. Die meisten Fotos zeigen Retro-Elektronik, die als Stilleben inszeniert wurde. Joysticks, Camcorder, Campingkühlschränke oder Handys aus einer Zeit, als Social-Media-Apps noch nicht erfunden waren. Und dazwischen sind bunte Illustrationen mit niedlichen Figuren platziert, die neben Autos, Häusern und Fabriken stehen, wie Grundschulkinder sie zeichnen. Bilder von brennenden, qualmenden Müllhalden in Afrika oder Südostasien dagegen: Fehlanzeige.<sup>146</sup>

Tatsächlich aber täuscht die grafische Gestaltung des Berichts, den mehrere UN-Institutionen zusammen mit dem deutschen Entwicklungshilfeministerium und weiteren Partnern herausgebracht haben. Es ist längst nicht alles gut. Die Zahlen sind erschreckend. Exemplarisch dafür steht die Darstellung auf Seite 24. Das Balkendiagramm beginnt 2014 und führt den jährlich anfallenden Elektroschrott auf. Es ist eine stetig ansteigende Menge. Waren es zu Beginn noch 44,4 Millionen Tonnen, die weltweit weggeschmissen wurden, sind es 2019 bereits 53,6. Und 2030 werden, wenn die Prognose eintrifft, 74,7 Millionen Tonnen entsorgt. Eine Zunahme von knapp 70 Prozent innerhalb von nur 16 Jahren.

Immer mehr Menschen nutzen immer mehr Elektronik und produzieren als Folge immer mehr „E-Waste“. Er wird – Stand jetzt – vor allem in Europa, Nordamerika und Australien gekauft und nach seinem (vermeintlichen) Lebensende in Länder wie China, Mexiko, Brasilien, Senegal, Elfenbeinküste oder Ghana abgeschoben. Dort macht er die Menschen krank, weil die Geräte häufig nicht fachgerecht zerlegt, sondern auf wilden Halden auseinandergenommen und verbrannt werden. Die Folge: Giftige Dämpfe und belastende Stoffe gelangen in die Atmosphäre und dringen in die Erde und ins Trinkwasser ein. Global betrachtet werden nur 17,4 Prozent des Schrotts recycelt.

Kein Abfallstrom des häuslichen Mülls wächst so schnell wie der Elektroschrott. Dass in den für wertlos erachteten Smartphones, Laptops, Monitoren, Servern und vielen anderen Geräten noch wertvolle Stoffe enthalten sind, hat das bislang

146 Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam, [http://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/07/GEM\\_2020\\_def\\_july1\\_low.pdf](http://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/07/GEM_2020_def_july1_low.pdf)

nicht ändern können. Zwar stecken in dem 2019 produzierten Müll Materialien, die einen geschätzten Wert von mehr als 50 Milliarden Euro haben. Allein in deutschen Schubladen sollen 124 Millionen ungenutzte Handys und Smartphones und damit 2,9 Tonnen Gold, 30 Tonnen Silber und 1100 Tonnen Kupfer herumliegen.<sup>147</sup> Allerdings sind der für die Wiederaufbereitung notwendige Gewinnungsprozess vergleichsweise aufwändig und die dazugehörige Lieferkette zu komplex. Es ist – finanziell – günstiger, für jede neue Elektronik weitere Rohstoffe aus der Erde zu extrahieren als die alten in eine Kreislaufwirtschaft einzuspeisen, um sie ein zweites, drittes oder viertes Mal verwenden zu können.

Es ist aber nicht nur ein ökonomischer Irrsinn. Friedrich Schmidt-Bleek hat diese „Vernutzung“ von endlichen Ressourcen als „ökologische Ursünde des Menschen“ bezeichnet. Um das Ausmaß zu beziffern, schuf der ehemalige Umweltforscher und Gründungs-Vizepräsident des Wuppertal Instituts den „ökologischen Rucksack“. Der Grund: Um die für die Fertigung von elektronischen und digitalen Produkten nötigen Rohstoffe aus der Erde zu gewinnen, muss stets sehr viel mehr Energie eingesetzt und Masse bewegt werden – und diese kann man auf die Waage legen. Das Ergebnis: Eine Armbanduhr müsste demnach eigentlich 12,5 Kilogramm wiegen. Eine Kaffeemaschine kommt auf 52 Kilogramm, ein Smartphone auf rund 70 Kilogramm, ein PC auf 12 Tonnen.<sup>148</sup>

So sehr die Digitalisierung diese schädliche Entwicklung vorantreibt: Sie könnte sie auch aufhalten. Sie bietet „wertvolle Potenziale und einen Werkzeugkasten zur Verbesserung der Kreislaufwirtschaft“, schreibt der WBGU, für den grundsätzlich „der zügige Umgang zu einer möglichst vollständigen Kreislaufwirtschaft als zentraler Baustein der Transformation zur Nachhaltigkeit“ gilt.<sup>149</sup> Doch selbst in der Europäischen Union gebe es noch „große Schwierigkeiten bei der Umsetzung“, „Lösungsansätze entlang der 3R-Strategie sind eher Piloten“. Die genannte Strategie bezieht sich auf die Schlagworte „Reduce“, „Reuse“ und „Recycle“. Demnach sollten Produkte erstens von Anfang an langlebiger und reparierfähiger gestaltet und vermehrt durch eine Nutzungsorientierung ersetzt werden, etwa durch den konsequente Wandel hin zu einer Sharing-Ökonomie, in der Menschen Geräte tauschen und teilen. Zweitens müsste man Besitzer wieder dazu befähigen, ihr Eigentum länger einsetzen und bei Schäden auch wieder instand setzen zu können. Dazu gehören Anleitungen, Werkzeuge und Schulungen wie sie ifixit.com beispielsweise anbietet – aber auch die (erzwungene) Bereitschaft von Herstellern, Produkte nicht so zu entwerfen, dass nur sie Einzelteile wie Displays, Akkus oder Festplatten

147 AK Rohstoffe/PowerShift e.V., 12 Argumente für eine Rohstoffwende, [https://power-shift.de/wp-content/uploads/2020/05/Argumentarium\\_Rohstoffwende\\_web.pdf](https://power-shift.de/wp-content/uploads/2020/05/Argumentarium_Rohstoffwende_web.pdf)

148 Friedrich Schmidt-Bleek, 10 Gebote der Ökologie, Ludwig, 2016, S. 55 ff.

149 WBGU, S. 184 ff.

austauschen können. Drittens sollte die Demontage und sortenreine Sortierung von einzelnen Stoffen ermöglicht werden, eine Voraussetzung, um Geräte tatsächlich recyceln zu können.

Die Digitalisierung soll dabei in mehrfacher Hinsicht helfen, zum Beispiel durch die Digitalisierung digitaler Geräte. Virtuelle, RFID-basierte Produktpässe,<sup>150</sup> die mit einer Cloud verbunden sind und via Blockchain gesicherte Informationen bereithalten und austauschen, könnten die verschiedenen Stadien von Rohstoffen oder ganzen Produkten entlang ihres Lebenswegs aufzeichnen und zur Transparenz beitragen. Roboter, wie sie bereits bei Apple eingesetzt werden, könnten Geräte und Maschinen zerlegen. „Für den vorherrschenden Fall höchst unterschiedlicher Elektroschrott-Zusammensetzungen wird der Einsatz kollaborativer, lernfähiger Roboter erforscht, die den Menschen bei der Erkennung und Sortierung von Materialien und Komponenten unterstützen, aber vor allem physisch anstrengende oder gefährliche Arbeiten bei der Demontage übernehmen.“<sup>151</sup> Ergänzend dazu sind Sensoren in der Lieferkette sowie Telekommunikations- und Satellitendaten in der Lage, die Effizienz in der Logistik von Elektronikabfall zu erhöhen.

Um den bestehenden Elektroschrottberg nicht mehr ganz anwachsen und irgendwann auch wieder schrumpfen zu lassen, haben sich eine Reihe von Initiativen gebildet in den vergangenen Jahren. Dazu gehören beispielsweise die Bewegung der „Repair Cafés“, die auf nachbarschaftliche Hilfe setzt; die Kampagne „Right to Repair“, die mehrere nationale Gruppen – darunter der Verein Runder Tisch Reparatur<sup>152</sup> – verknüpft, auf die Straße geht und EU-Politiker direkt adressiert;<sup>153</sup> die deutsche Stiftung Elektro-Altgeräte Register, die vom BMU und Bundesumweltamt unterstützt wird und für das korrekte Entsorgen alter Geräte wirbt;<sup>154</sup> die spanische Initiative Ereuse, die eine Community von Aktivisten, Forscher\*innen, Instituten, Firmen und lokalen Gruppen der Zivilgesellschaft gebildet hat, die sich für die Wiederverwendung benutzter Produkte einsetzt;<sup>155</sup> oder Seiten wie kaputt.de, die mit Anleitungen hilft, beispielsweise defekte Smartphones selbst reparieren zu können. Dazu kommen Unternehmen, die sich auf das Aufbereiten und Verkaufen von gebrauchter Ware spezialisiert haben, darunter rebuy.de, asgoodasnew.de und backmarket.de. Oder die sich die Mühe machen, ein Produkt wie die

150 Produktpässe, die mehr Transparenz in Lieferketten bringen, werden auch in der Umweltagenda des BMU angesprochen und als Ziel genannt

151 WBGU, S. 188

152 Runder Tisch Reparatur, <https://runder-tisch-reparatur.de/>

153 <https://repair.eu/de>

154 Stiftung elektro-altgeräte register, <https://e-schrott-entsorgen.org>

155 <https://www.ereuse.org>

Computermaus so ökologisch sauber und fair gehandelt wie möglich zu produzieren, wie es Susanne Jordan vormacht, die Gründerin von Nager IT.<sup>156</sup>

Im Februar 2021 hat das Europäische Parlament für das „Recht auf Reparatur“ gestimmt, das nicht in konkrete Maßnahmen mündet, die EU-Kommission aber auffordert, bindende Regeln für eine Kreislaufwirtschaft und einen nachhaltigeren Einsatz von elektronischen und digitalen Produkten zu beschließen. Die Kommission hat so ein Maßnahmenpaket angekündigt, es bislang aber nicht umgesetzt. Einzelne Länder sind deshalb mit nationalen Ideen vorangegangen. Schweden und Belgien haben den Mehrwertsteuersatz für Reparaturdienstleistungen gesenkt, in Frankreich ist am 1. Januar 2021 der „Reparatur-Index“ in Kraft getreten. Dieser schreibt Herstellern bestimmter digitaler Produkte vor, den Kunden gegenüber offenzulegen, wie leicht oder schwer es ist, ihre jeweiligen Geräte auseinanderzunehmen und zu reparieren – ähnlich wie es das Motto des nachhaltigen Hersteller Fairphone von Beginn an forderte: „If you can’t open it, you don’t own it.“ Geldstrafen bei Verstößen werden erst ab 2022 fällig, erste Firmen begannen trotzdem sofort, die neue Regelung umzusetzen und sich auf einer vorgegebenen Skala einzusortieren. Basis dafür sind fünf Kriterien: die Verfügbarkeit technischer Dokumente zur Unterstützung der Reparatur; eine einfache Demontage; Verfügbarkeit von Ersatzteilen; die Preise von Ersatzteilen sowie eine Platzhalterkategorie für Reparaturprobleme, die für die jeweilige Produktklasse spezifisch sind. Bis 2024 soll der Index in einen „Haltbarkeitsindex“ umgewandelt werden, der die Langlebigkeit und Robustheit des Produkts klassifizieren soll.<sup>157</sup> Kritiker monieren, dass die Firmen sich ihren „Reparatur-Index“ selbst geben und es unklar ist, ob und wie eine staatliche Aufsicht die Ratings überprüft. Außerdem würde Fairphone nach den bisherigen Regeln schlechter abschneiden als Samsung, weil das nachhaltigere, aber kleinere Unternehmen Ersatzteile nicht so schnell liefern kann wie der konventionelle, aber größere Konzern.<sup>158</sup>

In den kommenden Jahren darf man wahrscheinlich noch nicht damit rechnen, dass die Zahlen des „Global E-Waste Monitors“ spürbar zurückgehen.

156 Nager IT e.V., <https://www.nager-it.de>

157 Maddie Stone, Why France’s new ‘repairability index’ is a big deal, <https://grist.org/climate/why-frances-new-repairability-index-is-a-big-deal/>

158 Josefine Kulbatzki, Frankreich legt vor, wird die EU-Kommission nachziehen?, <https://netzpolitik.org/2021/right-to-repair-frankreich-legt-vor-wird-die-eu-kommission-nachziehen/>

## 12 Begrenztes Wissen

### Die blinden Flecken der Forschung

Die Location, das ehemalige Umspannwerk in Berlin-Mitte, war hergerichtet wie für eine Party. Außen hing zur Begrüßung ein großes Plakat, innen wurden Cocktails und Fingerfood gereicht. Ein Musiker und ein Maler traten gemeinsam auf, und die Gastgeberin, Bundesumweltministerin Svenja Schulze, war selbstverständlich auch gekommen. Was kann die Digitalisierung leisten, damit die gesellschaftliche Transformation gelingt? Wozu ist vor allem die Künstliche Intelligenz in der Lage? Darum ging es an diesem Abend Ende November 2019, bei dem Event „KI x Klima“.

Gefeiert wurde aber nicht, weil etwa wegweisende Ergebnisse einer Studie präsentiert werden konnten. Gefeiert wurde vielmehr, um einen Auftakt zu markieren und dem ausgewählten Thema größeres Gewicht zu verleihen. Bisher steckt das nämlich noch in der Nische. Daran erinnerte gleich zu Beginn auch Gastredner Dirk Messner. Es ist wichtig, Digitalisierung und Nachhaltigkeit zusammen zu betrachten, so der Präsident des Umweltbundesamts. Aber: Bisher ist die Forschung noch nicht sehr weit. Die Zahl der wissenschaftlichen Beiträge, auch der sozialwissenschaftlichen, über die Wirkungszusammenhänge von Digitalisierung allgemein und künstlicher Intelligenz im Speziellen auf der einen Seite sowie Klimawandel, Ökologie und Nachhaltigkeit auf der anderen ist „sehr klein“.

Diese Erkenntnis zieht sich durch viele Publikationen und Beiträge. Mit den aufkommenden Problemen der zunehmenden Digitalisierung und den Hypothesen über die positiven Folgen von KI, Big Data, Blockchain & Co. für mehr Nachhaltigkeit wird auch sichtbar, wie groß die Forschungslücken in vielen Bereichen noch sind. In den vorigen Kapiteln zum Thema Software<sup>159</sup> und zu den globalen Rechenzentren wurde dieser Missstand bereits angesprochen, der je nach Untersuchung sogar zu widersprüchlichen Zahlen und Schlussfolgerungen führen kann. Aber auch in anderen Feldern mangelt es nicht an richtungsweisenden Hinweisen.

Am deutlichsten wird das im WBGU-Hauptgutachten. In der einleitenden Zusammenfassung konstatieren die Autor\*innen, dass die Fachliteratur zum Thema „Digitalisierung für Nachhaltigkeit“ derzeit noch „erstaunlich spärlich und unkonkret“ ist. „Etlichen allgemeinen Vermutungen und Erwartungen stehen wenige spezifische und quantitative Analysen gegenüber.“ Offenkundig sei es, dass „eine systematische Analyse der einschlägigen Chancen und Risiken nicht existiert, weder für

<sup>159</sup> mehr zum Forschungsbedarf bei Software siehe auch: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-12-12\\_texte\\_105-2018\\_ressourceneffiziente-software\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-12-12_texte_105-2018_ressourceneffiziente-software_0.pdf), S. 86 ff

Deutschland noch für den Globus. Insofern identifiziert der WBGU hier nicht nur große Handlungsdefizite, sondern auch eine eklatante Forschungslücke.<sup>160</sup> Quer durch das knapp 500-seitige Werk werden deshalb entlang von „Schauplätzen des digitalen Wandels“ zahlreiche offene Flanken benannt. So müsse beispielsweise bei der nachhaltigen urbanen Mobilität die Forschung zur Smart Mobility Governance vorangetrieben und Erkenntnisse zeitnah in die Praxis überführt werden. Bei der Präzisionslandwirtschaft stellt sich die Frage, welche Chancen und Risiken es für „eine kleinskalige, automatisierte, funktionell diverse und nachhaltige landwirtschaftliche Produktion“ gibt. In Schwellen- und Entwicklungsländern sollte man erörtern, inwiefern die Digitalisierung das „Land Grabbing“ begünstigt. Außerdem müsste es darum gehen, herauszufinden, wie ein kollektives Weltbewusstsein gefördert werden könnte – „besonderen Forschungsbedarf gibt es dazu, wie Bildungsspiele, Simulationen zum komplexen Problemlösen und virtuelles Naturerleben auf umweltschonendes Alltagshandeln und politisches Handeln wirken“.

Auch Felix Sühlmann-Faul und Stephan Rammler haben eine Liste zusammengestellt, die sie nicht als vollständigen Katalog verstehen, aber immerhin knapp drei Dutzend Fragestellungen benennen, auf die es noch zu wenige oder keine Antworten gibt. Zum Beispiel:

*„Ab wann könnte es schick und normal sein, den Fairtrade-Bio-Computer einem billigen No-Name-Produkt vorzuziehen?“*

*„Besteht überhaupt gesellschaftliche Akzeptanz für eine weiträumige nachhaltige Transformation durch die Digitalisierung?“*

*„Wie lässt sich Resonanz im politischen System für eine nachhaltige Digitalisierung erzeugen?“*

*„Wie wird die Digitalisierung die Wertschöpfungsketten in den Schwellenländern beeinflussen? Welche Einwirkungen entstehen auf Löhne, den Konsum und die Gesellschaft?“*

*„Kann die digitale Kultur des Teilens so weiterentwickelt werden, dass sie tatsächlich einen Beitrag zum nachhaltigen Wirtschaften leistet, etwa zu Ressourcenschonung und Klimaschutz?“*

*„Wer treibt die Digitalisierung eigentlich voran? Theoretisch natürlich Silicon Valley etc – aber ist das wirklich der Fall? Wenn man techniksoziologisch davon ausgeht, dass Technologieentwicklung die Interessen der Akteure widerspiegelt, ist das ein wichtiger*

*Ansatzpunkt, um Nachhaltigkeitsperspektiven in die Entwicklung zu integrieren und nicht nur Geschäftsmodelle zu verfolgen.*<sup>161</sup>

Wie also sollte man vorgehen, wie kann ein Fahrplan für die digital-nachhaltige Zukunft aussehen? Malte Spitz denkt in großen Strukturen und schlägt supranationale Vernetzungen vor, die sich an der Umweltgesetzgebung und der mit ihr verbundenen Forschung orientieren. In den 1970er- und 80er-Jahren wurden Organisationen wie das UN-Umweltprogramm (UNEP), die Internationale Energieagentur (IEA) und der Weltklimarat (IPCC) gegründet, die bis heute als Orte dienen, um Informationen zu sammeln und aufzubereiten und kritische Diskussionen zu führen oder anzustoßen. Solche Institutionen, die Empfehlungen aussprechen und Entwicklungen zusammen mit der Politik lenken können, fehlen bei der Digitalisierung. „Bislang sind es vor allem die Unternehmen, die uns darüber informieren, was ihre Produkte zu leisten imstande sind, was Datenvolumen, Übertragungsgeschwindigkeiten, Speicherkapazitäten und Sicherheitsfragen angeht.“ Und weiter: „Für Teilsaspekte könnte man auch Expertengremien nach Vorbild des Weltklimarats einrichten, um den internationalen Diskurs zu befördern, egal ob zu grundlegenden ethischen Fragen wie bei der künstlichen Intelligenz oder auch zu Sicherheitsaspekten. Damit würde man Strukturen aufbauen, die anderen Zielen folgen als die bisherigen relevanten Zusammenschlüsse, die unsere digitale Welt prägen, wie die Internet Engineering Task Force (IETF) oder das „World Wide Web Consortium“ (W3C), die sich mit Standardisierungsfragen beschäftigen.“<sup>162</sup>

Der WBGU schlägt vor, (mehr) Reallabore zu ermöglichen. Die Transformation gleiche einem „mit vielen Unsicherheiten verbundenen Such- und Lernprozess“, absehbare Auswirkungen würden sich „abseits etablierter Prognoseräume“ abspielen. In von der EU errichteten Reallaboren könnten Wissenschaftler\*innen und Akteur\*innen „durch Ausprobieren und Experimentieren gemeinsam Wissen und Problemlösungen für die nachhaltige Gestaltung der digitalen Transformation erarbeiten. Reallabore ermöglichen es, mit Innovationen in einem geschützten Rahmen zu experimentieren und zugleich schnellere und umfassendere Erkenntnisse zu erlangen“.<sup>163</sup>

Steffen Lange und Tilmann Santarius, die für eine „sanfte Digitalisierung“ plädieren, haben einen „Ideenpool für erste konkrete Schritte“ genannten Forderungskatalog aufgestellt, weil ihnen – das war noch vor der Digitalagenda des BMU – die „proaktive, gestaltende Rolle der Politik fehlte“. Neben Vorschlägen, wie die

161 Sühlmann-Faul/Rammler, S. 183 ff.

162 Malte Spitz, S. 231 ff.

163 WBGU, S. 425

Zivilgesellschaft handeln sollte und was Nutzer\*innen tun könnten, geben sie Empfehlungen für die Politik. Fünf davon sind ...

- ... selektive Werbeverbote durchzusetzen: „Das Internet wird immer mehr zum zentralen Ort ökonomischen Austauschs und gesellschaftlicher Aushandlungsprozesse. Daher muss dieser Raum bewusst und klar politisch gestaltet werden.“ Vor allem Suchmaschinen und Social Media seien durchzogen von personalisierter Werbung „und anderen konsumsteigernden und demokratiefeindlichen Maßnahmen. Das muss sich ändern.“
- ... ein Passivitätsgebot einzuführen: Alle Möglichkeiten der Manipulation von Nutzer\*innen sollen unterbunden werden, zum Beispiel bei Bots, die darauf abzielen, möglichst viele Informationen zu sammeln, um Menschen gezielt zu beeinflussen.
- ... Datensparsamkeit und Kopplungsverbot zu vollziehen: Das Sammeln von Daten sollte demnach noch weiter eingeschränkt und auf konkrete Anwendungen reduziert werden. Plus: Private Unternehmen sollte es nicht gestattet sein, mit persönliche Nutzungsdaten zu handeln.
- ... das Monopolrecht zu reformieren: Die Plattformkonzerne sind zu mächtig, die Konzentration von Technologie, Daten und Wissen ist zu groß worden, so die Autoren – deshalb müsse man über neue Organisationsstrukturen nachdenken und das Monopol- und Kartellrecht reformieren.
- ... Plattform-Kooperativen zu stärken: Als Gegengewicht zu den bekannten Plattform-Konzernen sollten die (wenigen) existierenden Kooperativen gestärkt werden, die sich einem solidarischen Wirtschaften verschrieben haben und nicht nach dem Motto „The Winner takes it all“ handeln.

Das Bundesumweltministerium hat sich in seiner Digitalagenda dazu verpflichtet, eine „Transformations-Roadmap Digitalisierung und Nachhaltigkeit“ zu erstellen und – als Grundlage – ein Forschungsnetzwerk „zur Exploration und Analyse künftiger Forschungsbedarfe“ aufzubauen.<sup>164</sup> Damit wurde im Mai 2020 unter dem Namen „CO:DINA“ begonnen, das vom Wuppertal Institut und dem Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT) geleitet wird. Angekündigt ist, Stakeholder und Expert\*innen einzubeziehen und „Interaktionen mit explorativ-kollaborativem Charakter“ zu organisieren. Die Laufzeit des Projekts ist bis zum Frühjahr 2023 angesetzt.<sup>165</sup>

164 BMU, Digitalagenda, S. 67

165 Wuppertal Institut, <https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/884>



## Das Projekt und seine Förderer

Dieses Handbuch entstand im Rahmen des Projekts „Journalismus und Nachhaltigkeit. Ein Baustein der gesellschaftlichen Kommunikation“ des Netzwerk Weitblick e.V. Teil des Projektes waren insgesamt sechs Handbücher sowie sechs korrespondierende Veranstaltungen für Medienschaffende, wovon fünf aufgrund der Corona-Pandemie online stattfanden. Behandelt wurden die Themenbereiche Biodiversität, Landwirtschaft, Wald, Klima, Digitalisierung und Konsum.

**Das Projekt wurde gefördert von ENGAGEMENT GLOBAL im Auftrag des BMZ.**



Im Auftrag des



Die Realisierung des Projekts wurde durch die freundliche Unterstützung weiterer Förderer, Spender und Sponsoren möglich:

- Claussen-Simon-Stiftung
- Stiftung Forum Verantwortung
- Heinz Sielmann Stiftung
- Misereor
- Haspa Hamburg Stiftung/Dr. Wilfried Frei Stiftung Bau-Fritz GmbH & Co. KG
- Sustainable AG
- Robeco SAM
- Memo AG

Wir bedanken uns herzlich für diese Unterstützung.

Netzwerk Weitblick e.V. hat einen finanziellen Beitrag aus dem Verkauf seiner Publikationsreihe sowie ehrenamtliche Leistungen beigesteuert.

Die Digitalisierung schreitet voran, die Grenzen zwischen Mensch und Maschine verschwimmen. Und mit jedem neuen Smartphone und jedem gestreamten Video wachsen die sozialen und ökologischen Probleme.

Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) kommt zu dem Ergebnis, dass die Digitalisierung nach heutigem Stand ein „Brandbeschleuniger“ ist. Sie verleite zu nicht-nachhaltigem Handeln und verstärke die weltweite Erderwärmung. Zugleich betonen immer mehr Wissenschaftler, Unternehmensberater, Vertreter des Weltwirtschaftsforums, Programmierer, Start-up-Gründer und die Bundesumweltministerin auch das Potenzial der Technologien der vierten industriellen Revolution für eine nachhaltige Entwicklung.

Der Journalist Marc Winkelmann erzählt vom Aufstieg des Digitalen, erklärt Vor- und Nachteile der künstlichen Intelligenz, stellt die Verbindung zur nachhaltigen Entwicklung her und zeigt auf, wieso man manchen Studien misstrauen sollte.