

factor^y

Magazin für nachhaltiges Wirtschaften



© istockphoto.com/ Menno van Dijk

Thema

DIGITALISIERUNG

Digitaler Kreislauf Neue Produktion Uns geht die Arbeit aus – warum habe ich zu viel davon? Grüne Welle: Vernetzen für die Verkehrswende Smarter grüner starten Mit Datenschutz und Suffizienz gegen Rebound

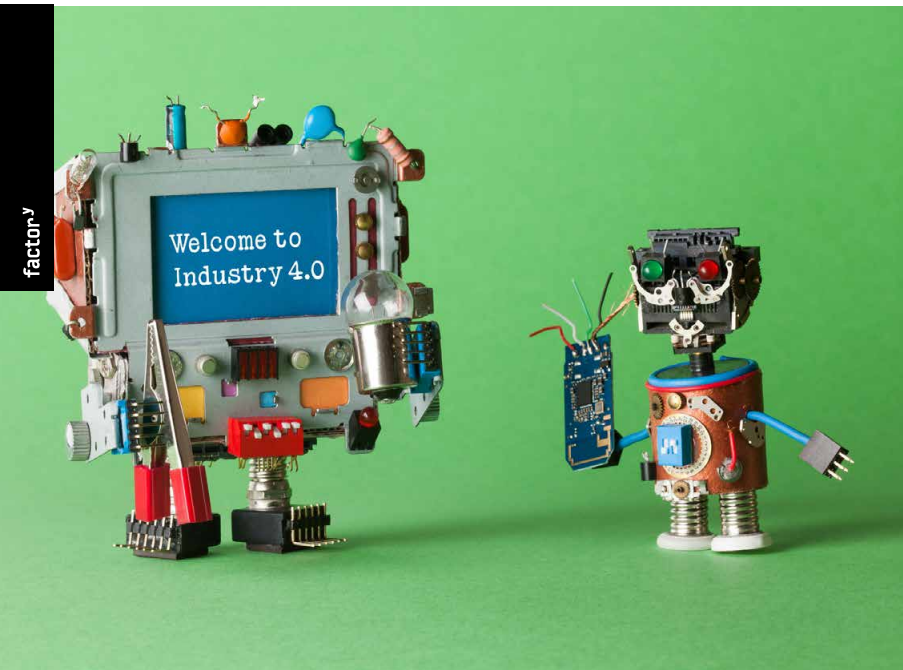
Der digitale Wandel

Was verbindet Demokratieverlust, Digitalisierung und Klimawandel? Sie sind die drängendsten Phänomene der vermögenden Welt – und auch der restlichen. Der Klimawandel bildet mit steigendem Meeresspiegel, sinkenden Ernteerträgen und Massenmigration die globale Klammer. Die Folge dieser Bedrohungen ist ein weltweit zunehmender Nationalismus, der seinerseits mehr und mehr demokratische Gesellschaften bedroht.

Diese Ängste sind verbunden mit einer rasanten technologischen Entwicklung, die wir Digitalisierung, Industrie 4.0 oder das Internet der Dinge (Internet of Things – IoT) nennen. Denn diese unaufhaltsame und logische Entwicklung will zwar die vollkommene Vernetzung und Automatisierung, liefert aber wie alle Technologien keine befriedigende Antwort auf die damit verbundenen Befürchtungen.

Dabei verheißt die Digitalisierung gerade durch Vernetzung Einsparungen in der Circular Economy, in den Haushalten, bei der Mobilität. Eine weitere Energie- und Ressourcenwende wäre sogar ohne Digitalisierung erst gar nicht möglich. Doch gleichzeitig behindert sie diese: durch mehr Verbrauch für mehr Geräte, höhere Datenvolumina und schnellere Verbindungen.

Bots und Roboter könnten fast zwei Drittel aller Arbeitsverhältnisse ersetzen und andere, neue schaffen, das IoT könnte für zwei Drittel des Weltenergiebedarfs verantwortlich sein, so die Zukunftsszenarien für 2050. Dieses Gemisch aus technischer und „umweltlicher“, gesellschaftlicher Veränderung verlangt nicht etwa einfache Antworten, sondern ver-



© istockphoto.com / Besjunior

antwortungsvolles, vernetztes Forschen und Handeln abseits des bisherigen „Weiter-so“.

Denn ebenso wie sich die globale Erwärmung nicht aufhalten, sondern nur mühsam begrenzen lässt, indem sich ein ökologisch-sozialer, ein wirtschaftlich-politischer Wandel etablieren muss, ist auch die Digitalisierung wie jede historische Technologie nicht aufzuhalten oder zu begrenzen – dabei bietet sie große Chancen für ein „Gutes Leben“.

Gefragt sind dafür vor allem Menschen, die den digitalen Wandel mitgestalten: in Schulen, Organisationen, Unternehmen, in Politik und Gesellschaft, im Job und zuhause. Die eine Digitalisierung hinterfragen und angesichts planetarischer Grenzen und sozialer Folgen auch für ein konsequent ökologisch-soziales Gesellschaftssystem eintreten und dieses fordern.

Damit das gelingt, haben wir ein Magazin zur Digitalisierung aufgelegt, das den Wandel und seine erhofften wie befürchteten Folgen wenigstens annähernd beschreiben soll. Da sind zum Beispiel die Möglichkeiten einer durch

Digitalisierung erfolgversprechenderen Circular Economy, wie sie Henning Wilts skizziert. Oder ein Blick in die ressourceneffiziente Produktionspraxis mit neuen Verfahren wie 3D-Druck und „Big Data“, wie ihn Verena Kern unternimmt.

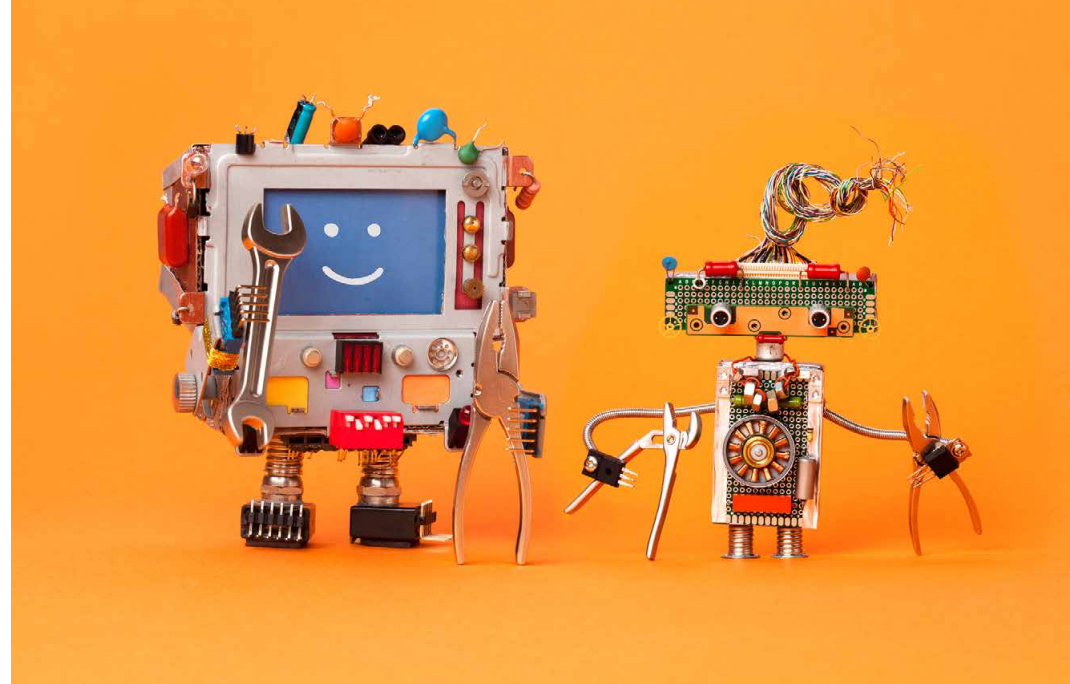
Warum wir „das Ende der Arbeit“ erwarten können, es aber deswegen auch gestalten müssen, führt Andres Friedrichsmeier aus. Susanne Schwarz widmet sich dem ökologisch-sozialen Wandel durch digitale Startups, Tilman Sanarius nimmt sich der Energie-, Ressourcen-, Rebound- und Datenschutz-Effekte der Digitalisierung an.

Carolin Baedeker stellt Reallabor-Ergebnisse vor, die zeigen, wie sich mit smarten Lösungen zuhause und im Büro Energie sparen lässt. Und Armin Reller spricht im Interview über den Ressourcenaufwand der Digitalisierung und wie wir ihn begrenzen können.

Wir hoffen, dass so die Wahrscheinlichkeit wächst, dass die Digitalisierung tatsächlich zu einem ökologisch-gesellschaftlichen Wandel, zu einem „Guten Leben“ für alle führt.

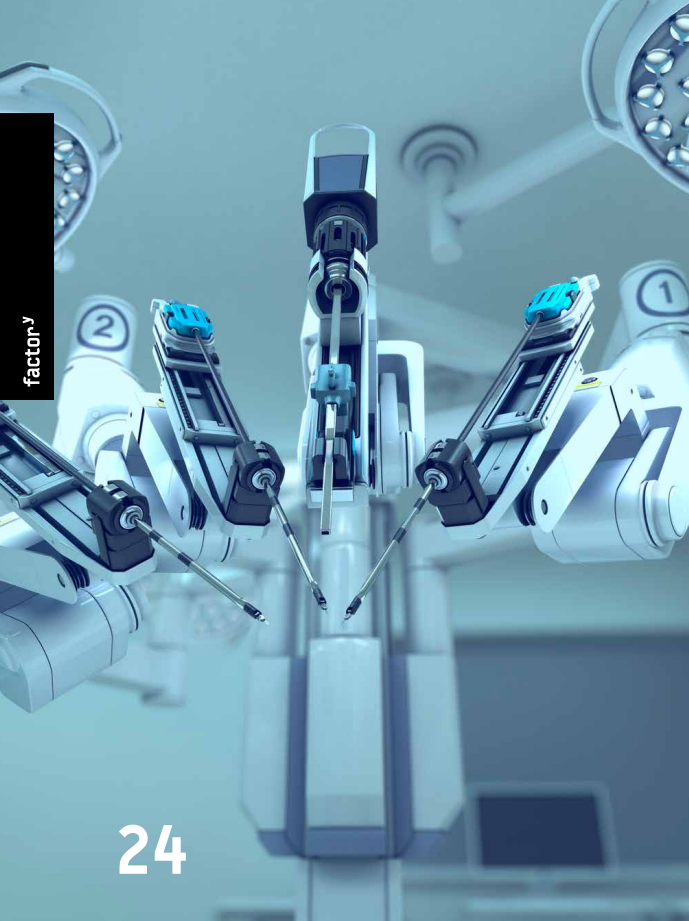
Ralf Bindel
und das Team der factory ■

© istockphoto.com / Besjunior



Inhalt

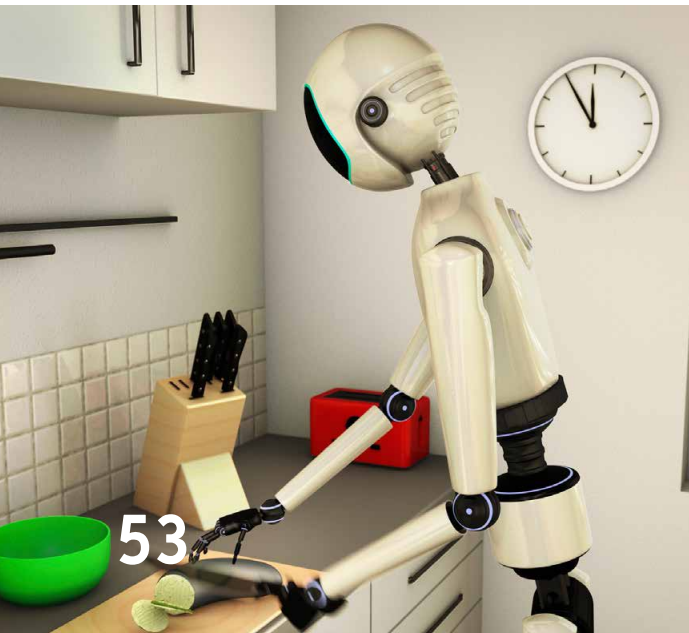
- 2 Editorial
- 9 Digitaler Kreislauf
- 18 Neue Produktion
- 24 Uns geht die Arbeit aus – warum habe ich zu viel davon?
- 33 Grüne Welle: Vernetzen für die Verkehrswende
- 39 Smarter grüner starten
- 46 Mit Datenschutz und Suffizienz gegen Rebound
- 53 Mit ein bisschen digitaler Hilfe ...
- 59 „Es muss ein Umdenken stattfinden.“



factor-v

24

© istockphoto.com / 3alexk

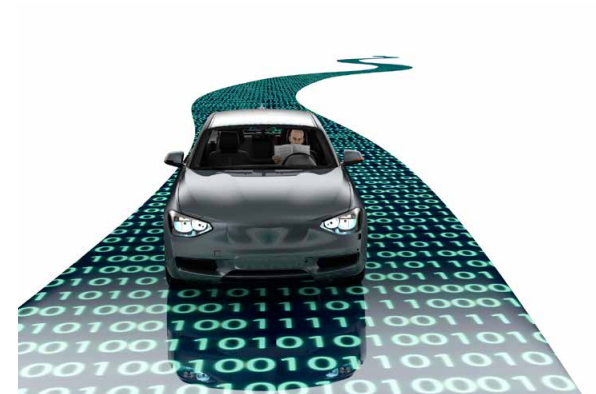


53

© istockphoto.com / R_Type



18



33

© istockphoto.com/ belekekin, posteriori

© istockphoto.com/ posteriori

DEMOKRATIEVERLUST, DIGITALISIERUNG, KLIMAWANDEL, NATIONALISMUS, ÄNGSTE, TECHNOLOGISCHE ENTWICKLUNG, INDUSTRIE 4.0, INTERNET DER DINGE, VERNETZUNG, AUTOMATISIERUNG, EINSPARUNG, CIRCULAR ECONOMY, HAUSHALTE, MOBILITÄT, ENERGIEWENDE, RESSOURCENVERBRAUCH, DATENVOLUMINA, BOTS, ROBOTER, ARBEITSVERHÄLTNIS, IOT, 3D-DRUCKER, DIGITALE STARTUPS, REBOUNDEFFEKT, REMOTE-MONITORING, ANLAGEN- UND MASCHINENBAU, STILLSTANDSZEITEN, STROMVERBRAUCH, KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIE, RECHENZENTREN, KONSUMENTENGERÄTE, WLAN, ENERGIEEFFIZIENZ, INDUSTRIEROBOTER, SINKENDES DURCHSCHNITTSVERMOGEN, BITCOINHYPE, KRYPTOWÄHRUNG, SMARTPHONE, ONLINE-VERSANDHANDEL, E-BOOKS, VIDEOSTREAMING, ONLINESHOPPING, VERKEHRSAUFKOMMEN, EMISSIONEN, HACKER-ANGRIFFE, DATENSICHERHEIT, RANSOMWARE, BOTNET, ZOMBIES, TWITTER, CYBER-ANGRIFFE, VERSICHERUNGSKOSTEN, AUTOMATISIERUNGSRISIKO, KÜNSTLICHE INTELLIGENZ, DIGITALER KREISLAUF, DATENMANAGEMENT, CYBER PHYSICA SYSTEMS, REMANUFACTURING, FOOTPRINTS, SENSORING, FAST DATA, BIG DATA, DATA-ANALYTICS-ANWENDUNGEN, LOGISTIK, REZYKLIERBARKEIT, BLOCKCHAIN-ANWENDUNGEN, RECYCLINGAPP, PENDULA RESOURCE MANAGEMENT, RFID CHIPS, DISSIPATIV VERTEILT, AIRBNB, UBER, RUBICON GLOBAL, STEREOLITHOGRAFIE, ADDITIVE FERTIGUNG, MENSCHLICHE ARBEITSKRAFT, ARBEITSÜBERLASTUNG, BESCHLEUNIGUNGSTHEORETIKER, END OF WORK, INDIVIDUALISIERUNG, BULLSHIT JOBS, SINNLOSE ARBEIT, GRUNDEINKOMMEN, BÜRGERVERSICHERUNG, KULTURWANDEL, PROFITABLE NISCHEN, SELBSTLERNENDE ALGORITHMEN, VERKEHRSWENDE, CAR- UND BIKESHARING, SMARTE MOBILITÄTSSYSTEME, KUTSUPLUS, FLUGTAXI, CONNECTED MOBILITY, AGORA VERKEHRSWENDE, AUTONOMES FAHREN, ELEKTROMOBILITÄT, MICRO SMART GRID, DIGITALE INNOVATIONEN, GRÜNE STARTUPS, EFFIZIENZSTEIGERUNGEN IN DER RECHNERTECHNOLOGIE, KOOMEY'SCHES GESETZ, MOORE'SCHES GESETZ, SMART CITIES, INTELLIGENTE KLEIDUNG, SMARTHOME, DIGITALE SUFFIZIENZ, PRÄFERENZ- UND BEWEGUNGSPROFILE, PERSONLICHE DATEN, NUTZERINFORMATIONEN, KONSEQUENTER DATENSCHUTZ, SMART HOME SYSTEME, CO2-AMPEL, RAUMKLIMALOGGER, FEEDBACKSYSTEME, SELTENE ERDMETALLE, MATERIALINFORMATIONEN

50/30/20

Weniger Stillstand, geringere Kosten: Durch Lösungen wie Remote-Monitoring lassen sich laut einer Studie von „eco – Verband der Internetwirtschaft“ im deutschen Anlagen- und Maschinenbau **Stillstandszeiten um bis 50 Prozent reduzieren**. In der Landwirtschaft wird **ein Kosteneinsparpotenzial von 20 bis 30 Prozent** erwartet. Automatisierte Assistenzsysteme sollen Arbeitsabläufe im verarbeitenden Gewerbe effektiver gestalten. Laut Studie versprechen sich 78 Prozent der deutschen Industrieunternehmen von Industrial-IoT eine große bis sehr große Steigerung der Flexibilität ihrer Produktion. eco: Der deutsche Industrial-IoT-Markt 2017-2022. Zahlen und Fakten, 23.11.17

120

Bitcoin-Hype: Der ehemalige Film- und Fotohersteller Kodak stellte im Januar eine Kryptowährung für Fotografen vor. **Der Aktienkurs des nach der Insolvenz als Digitaldruckspezialist aktiven Unternehmens stieg um 120 Prozent**. Im Dezember hatte der Hersteller Long Island Iced Tea seinen Namen in Long Blockchain Corp. geändert – sein Aktienkurs verdreifachte sich. Die US-Investmentbank Goldman Sachs will Finanzwetten auf Bitcoins anbieten. Süddeutsche.de, 10.1.18

50

Mehr Energie: Der Stromverbrauch aller Informations- und Kommunikationstechnologien inklusive Produktion, Betrieb von Rechenzentren und Konsumentengeräten sowie drahtloser und Festnetz-/WLAN-Zugriffe macht heute bereits 10 Prozent der weltweiten Stromnachfrage aus (BRD 8 %) und **könnte bis 2030 auf 30 oder sogar 50 Prozent ansteigen – trotz einer fast um das Doppelte höheren Energieeffizienz der Endgeräte**. Andrae, Anders und Tomas Edler (2015): On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030. Challenges 6, Nr. 1: 117-157.

301

Kollege Roboter: **In Deutschland kamen 2015 auf 10.000 Industriearbeiter 301 Roboter**. In Südkorea waren es 531, in den USA 176, in Frankreich 127, in Großbritannien 71, berichtet die Hans-Böckler-Stiftung. Zwischen 1994 und 2014 sind in der deutschen Industrie 279.000 Jobs durch den Einsatz von Robotern weggefallen – nicht durch Entlassungen, sondern weil weniger junge Menschen eingestellt wurden. Gleichzeitig entstanden im Dienstleistungssektor ebenso viele neue Jobs. Diese sind jedoch schlechter bezahlt. Die Unternehmensgewinne steigen, die Zahl der Arbeitsplätze bleibt gleich, die Ungleichheit wird größer, das Durchschnittsvermögen sinkt. Böckler Impuls 15/2017; Interview mit Jens Südekum, Zeit.de, 19.9.2018

25.000.000.000

Das Netz wird dichter: Das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT), die Vernetzung elektrischer und elektronischer Geräte, Maschinen und Fahrzeuge, wächst mit der 80-fachen Geschwindigkeit des gewöhnlichen Internets. **Bis zum Jahr 2020 werden laut Gartner-Prognose voraussichtlich 25 Milliarden Geräte angeschlossen sein** (ohne Smartphones und Co.). Bei großen Automobilherstellern sind schon heute weit über 100.000 IoT-Geräte vernetzt, vor allem Messgeräte in der Produktion. Zeitung für kommunale Wirtschaft, 10.4.18; Digitale Welt Magazin, 11.4.18; CIO.de, 30.10.17

5

Weniger Verkehr durch Online-Bezug? Trotz des verstärkten Herunterladens von E-Books statt der Fahrt zur Buchhandlung, dem Streaming von Filmen statt des Kaufens oder Leihens von DVDs, Onlineshopping statt Einkaufsfahrt, trotz Skype und Videokonferenzen sowie Telearbeit hat das in den vergangenen Jahren mitnichten zu einer Verringerung des Verkehrsaufkommens beigetragen. Im Gegenteil: Sowohl in der BRD wie anderswo steigt der Verkehr an. **Der Verkehr ist damit der einzige Sektor, dessen Emissionen sogar noch steigen, allein im ersten Halbjahr 2017 um fünf Millionen Tonnen.** Statistisches Bundesamt, Verkehr aktuell, 2017; Statistisches Bundesamt, Broschüre Verkehr auf einen Blick, 2013.

30

Verteidigung kostet: **Um Hacker-Attacken auf IoT-Geräte zu vermeiden, müssen Organisationen 2018 knapp 30 Prozent mehr ausgeben als 2017**, rund 1,5 Milliarden US-Dollar, sagt eine Gartner-Analyse. Bis 2021 werden es 3,1 Milliarden USD sein. Laut einer Umfrage erlebten 20 Prozent der IoT-vernetzten Unternehmen in den letzten drei Jahren mindestens einen Angriff. Gartner, 21.3.18

6,7

Regional verschieden: Das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) kommt in einer Szenariostudie auf 1,5 Millionen Arbeitsplätze weniger bis 2035 durch Digitalisierung, andererseits entstehen durch Wirtschaft 4.0 annähernd so viele neue. **Je nach Region gehen 6,1 bis 6,7 Prozent der Arbeitsplätze verloren.** Absolut verschwinden und entstehen in NRW mit 570.000 die meisten Arbeitsplätze, die größte relative Veränderung mit 6,7 Prozent erfährt Baden-Württemberg. IAB-Kurzbericht 9/2018

200.000

Digitale Räuber: **Die Ransomware „WannaCry“ infizierte im Mai 2017 200.000 Computer in 150 Ländern**, um Lösegeld zu erpressen. Im Oktober 2016 machte „Mirai“ großflächig IoT-Geräte zu „Zombies“ und produzierte ein Botnet, das in der Folge Websites von Twitter, Amazon oder Spotify unerreichbar machte – und 900.000 Telekom-Router. Ein deutscher Autobauer klagt über 6000 Cyber-Angriffe pro Woche. Angriffe können Fertigungsanlagen lahmlegen oder Windkraftträder heiß laufen lassen, wenn Forderungen nicht erfüllt werden. Weil die drohenden Schadenssummen steigen, steigen auch die Versicherungskosten. Digitale Welt, 20.2.18

47

Mehr, weniger oder gleich? Die digitale industrielle Revolution kostet Jobs, bringt aber auch neue. Die vielzitierte Studie von Carl Frey und Michael Osborne sagt für die USA voraus, **dass 47 Prozent aller Berufe durch Computer und Roboter ersetzt werden können – quer durch sämtliche Qualifikationsniveaus.** Nach dieser Logik des Automatisierungsrisikos fielen in Deutschland 42 Prozent der Jobs weg, so eine Studie des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung. Sie kommt zu dem Ergebnis, dass in den USA lediglich neun und in der BRD 12 Prozent der Arbeitsplätze wirklich bedroht seien. Frey, Osborne, The Future of Employment, 2013; Bonin, 2015

»Anders als unser Intellekt verdoppeln Computer ihre Leistung alle 18 Monate. Daher ist die Gefahr real, dass sie Intelligenz entwickeln und die Welt übernehmen.«

Stephen William Hawking (1942-2018), britischer theoretischer Physiker und Astrophysiker

The background features a complex 3D visualization of a digital circular economy. It consists of numerous glowing blue lines that curve and spiral, creating a sense of depth and movement. Several structures made of small blue cubes are scattered throughout, some appearing to be in motion or falling. The overall aesthetic is futuristic and technological.

Digitaler Kreislauf

Wie die Digitalisierung die Ressourceneffizienz in der Circular Economy verbessert – und wo sie eher Ressourcen kostet. Chancen und Risiken einer nachhaltigen Industrie 5.0.

Von Henning Wilts

Die Grundidee der Kreislaufwirtschaft klingt so bestechend wie einfach: Statt Produkte am Ende ihrer Nutzungsphase zu entsorgen, will sie den Wert der darin enthaltenen Rohstoffe möglichst optimal erhalten. Nicht zuletzt wegen dieser Klarheit steht die Circular Economy ganz oben auf der politischen Agenda. Damit stellt sich aber direkt eine Reihe komplexer Fragen: Aus welchen Stoffen bestehen Produkte genau? Wie sind sie verbaut, mit welchem Aufwand lassen sie sich zurückgewinnen; ist das Produkt z. B. verschraubt oder verklebt? Welche Nachfrage besteht eigentlich für recycelte Rohstoffe, aus der sich dann ihr Wert ergeben würde?

Alle Antworten darauf gehen in unserer aktuell „linearen“ Welt verloren, sobald die fertigen Produkte die Fabrik verlassen. Der österreichische Wirtschaftswissenschaftler Alois Flatz, der zu Abfallwirtschaft und Stoffstrommanagement geforscht hat, prägte dafür den Begriff des „Mauerwurfprinzips“: Unternehmen werfen die Produkte auf den Markt, was danach mit ihnen passiert, lässt sich von niemandem mehr nachverfolgen.

Erschreckenderweise könnten aber sogar die Hersteller die oben genannten Fragen nicht beantworten. Die Vorlieferkette für Elektronikprodukte umfasst z. B. vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt mindestens sieben Stufen, bei der die Hersteller einzelner Komponenten zum Teil die stoffliche Zusammensetzung ihrer Chips je nach Tagespreis oder Leiterplatten verändern.

Theoretisch ließen sich all diese Daten erfassen und könnten entlang der Kette weitergegeben werden, so dass ein Recycler am Ende genau wüsste, was für ein Produkt er da vor sich hat. Die damit verbundene Datenmenge wäre jedoch gigantisch: Es müssten Informationen zu jedem der jährlich rund 200 Millionen verkauften iPhones verwaltet werden, aber auch zu einer Milliarde Cola-Flaschen – pro Tag! Erhebung, Sicherung, Verteilung etc. dieser Daten würde gigantische „Transaktionskosten“ verursachen, die am Ende die ökonomischen Vorteile einer verbesserten Kreislaufführung übersteigen würden. Die Kreislaufwirtschaft scheitert also nicht zuletzt an einem Informationsproblem!

Der Motor der Kreislaufwirtschaft

Genau an dieser Stelle setzt jetzt die Digitalisierung an: Durch die Entwicklungen bei Computerchips, Rechnerleistung und Datenkommunikation können wir heute immer mehr Informationen verarbeiten und brauchen dafür immer weniger Zeit – das autonome Fahren wird möglich, weil Daten aus verschiedenen Kameras erfasst, verarbeitet und in Sekundenbruchteilen ausgewertet werden können. Datenmanagement wird also immer billiger, womit sich auch für die Kreislaufwirtschaft ganz neue Möglichkeiten ergeben. Der Begriff „Digitalisierung“ umfasst dabei ganz verschiedene Entwicklungen, von der jede einzelne das Potenzial hätte, zu einer radikalen Verbesserung der Kreislaufführung von Rohstoffen beizutragen:

Versteht man Produkte als „Cyber Physical Systems“, lassen sich Informationen zum gesamten individuellen Produktionsprozess eines Produktes integrieren. Diese Informationen könnten dann auch für das Remanufacturing ►

oder das Recycling genutzt werden und gleichzeitig auch umweltrelevante Informationen wie Materialzusammensetzung oder auch „Footprints“ beinhalten. So werden Informationsasymmetrien sinnvoll reduziert.

Sensoring erlaubt in der Industrie 4.0 Datensammlung und -erzeugung in Echtzeit. Der genaue Ort des Anfalls von Abfällen, seine exakte stoffliche Zusammensetzung usw. können ort- und zeitgenau festgehalten („Fast Data“) und an andere Unternehmen weitergegeben werden, die daraufhin ihre Produktionsprozesse planen. Data Analytics-Anwendungen („Big Data“) können dann Aufschluss über weitere Verwendung, sinnvolle Logistiklösungen etc. liefern und projizieren.

Das Matching von Angebot und Nachfrage nach Abfällen bzw. Sekundärrohstoffen kann durch internetbasierte Lösungen revolutioniert werden, wie sie heute bereits in der Distribution von Produkten eingesetzt werden. Eine zukünftige automatisierte Markt- und Logistikplattform (sozusagen als „Uber

und Ebay für Abfall“) kann Such- und Transaktionskosten reduzieren; außerdem lassen sich leichter Skaleneffekte erzielen, da mehr Klarheit über Materialmengen besteht.

In einem derart intelligenten Gesamtsystem wäre es sogar denkbar, dass sich wiederzuverwertende Produkte ihre Märkte über das Internet of Things automatisiert „selbst“ erzeugen, indem sie sich aufgrund der Informationen über Zusammensetzung und Einsatzmöglichkeit auf solchen Plattformen selbst vermarkten. Rezyklate sind zum Teil heute schon preiswerter als Primärmaterial, dies könnte so noch gesteigert werden. Rezyklierbarkeit wird dann auch zum technischen Wettbewerbsvorteil.

Blockchain-Anwendungen, auf denen heute bereits z. B. die virtuelle Währung Bitcoin basiert, könnten Informationen zum Abfallaufkommen z. B. in einzelnen Betriebsstandorten anonymisiert und verschlüsselt weitergeben, ohne dass die Konkurrenz Rückschlüsse auf Produktionstechnologien ziehen kann.

Zwischen Vision und Realität

Auch wenn vieles davon noch nach Science Fiction klingen mag: Die dafür notwendigen Technologien existieren bereits und werden in vielen Sektoren schon erfolgreich getestet; die Kreislaufwirtschaft hinkt jedoch deutlich hinterher. Eine vom Bundesumweltministerium beauftragte Studie hat den Stand der Digitalisierung in den Umweltleistungsmärkten untersucht: Demnach sind die durch Digitalisierung möglichen Umweltentlastungspotenziale nirgends höher als in der Kreislaufwirtschaft, gleichzeitig wird die „digital readiness“ nirgends niedriger eingeschätzt.

Während Deutschland sich noch auf seinen hervorragenden Recyclingquoten ausruhen scheint (die in erster Linie darstellen, dass wir Abfall gut entsorgen aber nur sehr wenig darüber aussagen, ob wir Abfall als Ressource nutzen), gewinnt das Interesse an einer digitalen Kreislaufwirtschaft anderswo immer mehr an Aufmerksamkeit. Eine Umfrage des internationalen Abfall-



verbands ISWA hat ergeben, dass 97 Prozent der Befragten davon ausgehen, dass die Digitalisierung ihr Geschäftsmodell beeinflussen wird; gleichzeitig haben über zwei Drittel angegeben, dass sie zu diesem Thema bisher nur wenig oder sogar zu wenig wissen.

In diesem sich extrem dynamisch entwickelnden Markt schlägt die Stunde innovativer Start-Up Unternehmen mit Internet-Hintergrund, die häufig Quereinsteiger in die Abfallwirtschaft sind. Unbelastet durch die jahrzehntelangen Debatten um inkrementelle Techniko-optimierungen, Marktanteile etc., versuchen sie die Abfallwirtschaft neu zu denken – ausgehend von der Frage, welche Chancen die Digitalisierung bietet.

Aus dem Forschungsprogramm Climate KIC, „Europe’s largest public-private innovation partnership focused on climate change“, ist beispielsweise das Hamburger Start-up Pendula entstanden, das über eine RecyclingApp Unternehmen die Möglichkeit bietet, in Echtzeit die Füllstände ihrer Abfallcontainer zu überprüfen, Abholungen der vollen Container online zu organisieren und auf dieser Basis detaillierte Statistiken und Auswertungen zu entwickeln. Diese liefern die Basis, Stoffströme zu optimieren und somit auch Kosten einzusparen.

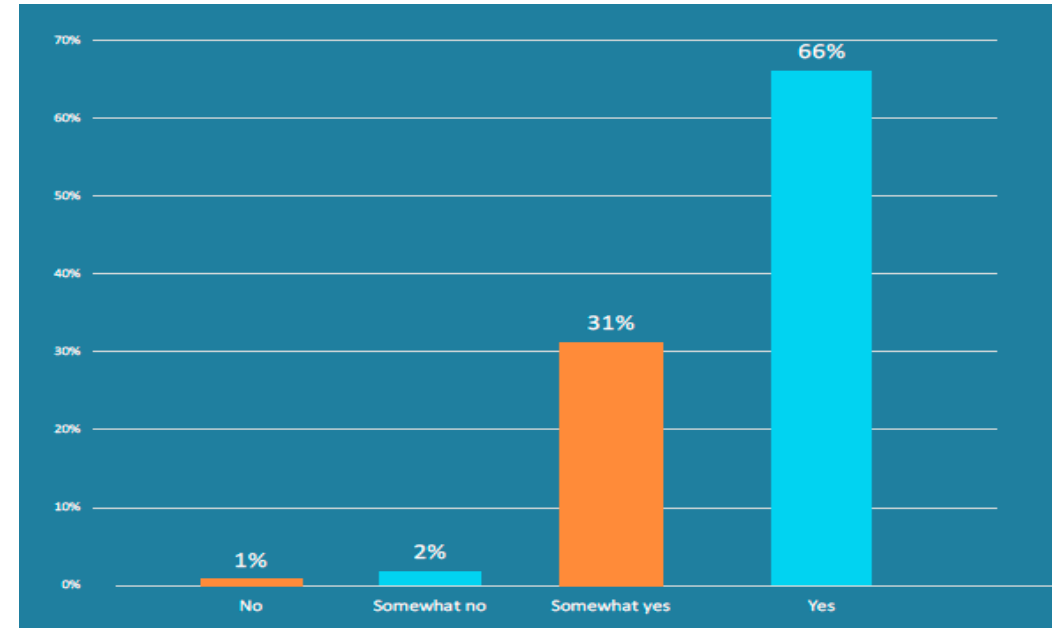


Abbildung 1: Denken Sie, dass die vierte industrielle Revolution die Abfall- und Recyclingwirtschaft beeinflussen wird? (Quelle: ISWA 2017)

Pendula Resource Management

Die App des 2015 gegründeten Start-ups ermöglicht es Unternehmen und Recyclern, ihre Entsorgungs- und Recyclingprozesse zu organisieren, verfolgen und auszuwerten. Im Idealfall läuft dann die gesamte Entsorgungskette digitalisiert und automatisiert ab – zurzeit erfasst das Unternehmen die Füllstände der Container noch manuell in der App, zukünftig soll dies durch vernetzte Sensoren erfolgen und die Daten direkt an den Entsorger weitergeleitet werden. Durch die Nutzung von Echtzeitdaten und -analyse kann somit nicht nur der administrative Aufwand, sondern auch die Kosten, Emissionen und der Arbeitsaufwand reduziert werden. Übergeordnetes Ziel ist das Recycling von wertvollen Stoffströmen zu fördern, indem Informationen zu den Sekundärrohstoffen gesammelt und geteilt und ihre Logistik und Aufbereitung einfach und effizient gestaltet werden. ▶

Speziell die Logistik der Abfallsammlung hat offenbar noch erhebliche Ressourceneffizienz-Potenziale: In der „analogen“ Realität wird zu häufig jede Tonne einzeln angefahren, völlig unabhängig vom Füllstand. Dadurch wird die Sammlung für viele Abfallströme zum wichtigsten Kostenfaktor, der die separate Erfassung von Abfällen verhindert und damit auch ihre effiziente Rückführung in Produktionsprozesse. Vor diesem Hintergrund hat die Stadt Rotterdam ein Pilotexperiment durchgeführt, bei dem 250 Unterflurcontainer mit Sensoren ausgestattet wurden. Diese Sensoren übertragen Informationen zu Füllständen an eine zentrale Rechneinheit, die dann die optimale Planung und Route für die Leerung der Container analysiert. Durch die kontinuierliche Verbesserung des eingesetzten Algorithmus konnte die Anzahl der Sammeltage von fünf auf drei reduziert werden. Die geleerten Container waren dann durchschnittlich zu über 75 Prozent gefüllt. So konnten ca. 25 Prozent der zuvor gefahrenen Kilometer vermieden werden, mit entsprechenden Einsparungen im Dieserverbrauch (123,500

l/Jahr) und CO₂ Ausstoß (321 t/Jahr) (Bastein 2017).

Die Digitalisierung bietet jedoch vor allem die Möglichkeit, in Kreisläufen zu denken, bevor überhaupt Abfall angefallen ist: Die gemeinschaftliche Nutzung von Produkten wie z. B. beim Carsharing wäre ohne internetbasierte Buchungsplattformen nicht denkbar und genauso wird in Zukunft jeder Rohstoff so exakt verfolgt werden können, dass er genau da eingesetzt werden kann, wo er am dringendsten benötigt wird. Eine solche Transparenz wird sowohl Konsumenten als auch Unternehmen vor ganz neue Herausforderungen beim Datenschutz stellen: Welche Privatsphäre, welches Firmengeheimnis wäre in einem solchen System noch sicher? Hier liegen die Hoffnungen zur Zeit auf dem Konzept der Blockchain, die Informationen für alle fälschungssicher zugänglich machen könnte, ohne ihre Herkunft zu verraten.

Das Risiko des Rebounds

Eine digitalisierte Kreislaufwirtschaft wird jedoch auch aus Umweltsicht nicht umsonst zu haben sein: Schon heute beansprucht die IKT-Technik etwa neun Prozent des Stromverbrauchs in Deutschland (eigene Berechnung basierend auf UBA 2017 und Fraunhofer IZM/Borderstep Institut 2015) – jeder zusätzliche Funksensor, jede Datenübertragung würde diesen Verbrauch weiter ansteigen lassen. Insbesondere jedoch aus Ressourcensicht wird die Digitalisierung neue Herausforderungen mit sich bringen: Die überall eingesetzten Chips und Leiterplatten benötigen einen rasant ansteigenden Anteil speziell der als kritisch eingeschätzten Rohstoffe wie z.B. Indium für sämtliche Flachbildschirme oder Tantal. Bereits seit einigen Jahren wird beispielsweise der Einsatz von RFID Chips auf Produkten diskutiert, um so auch wichtige Informationen zur Kreislaufführung zu transportieren (Urban/Halm 2009). Bei einem massenhaften Einsatz würde jedoch ein Viertel der gesamten Silberproduktion notwendig, um diese Chips ►

zu produzieren. Gleichzeitig zeigte die Studie „Auswirkung eines RFID-Masseneinsatzes auf Entsorgungs- und Recyclingsysteme“ der Universität Dortmund (Gliesche/Helmigh 2007), dass der verbreitete Einsatz solcher Chips negative Auswirkung auf das Glas-, Aluminium-, und Kunststoffrecycling haben könnte – und in der thermischen Restmüllverwertung zum Überschreiten der jeweils zulässigen Grenzwerte für Kupfer, Silber und Chloride führen könnte.

Die Digitalisierung der Kreislaufwirtschaft könnte also auch zu gigantischen Materialverlusten führen – wenn die dafür notwendigen Rohstoffe nicht auch selbst im Kreis geführt werden. Doch davon ist man in der Realität zur Zeit noch weit entfernt (KRU 2017). Speziell im Bereich Elektronik wird der allergrößte Anteil bisher nicht zurückgewonnen, sondern endet in winzigen Mengen – Experten sprechen von „dissipativ verteilt“ – in Müllverbrennungsschlacken oder als Verschmutzung im Recyclingstahl (Abbildung 3). Und selbst wenn sämtliche Rohstoffe optimal erfasst werden könnten, stehen für viele Rohstoffe heute noch keine Technologien zur Verfügung, die diese sinnvoll recyceln könnten.

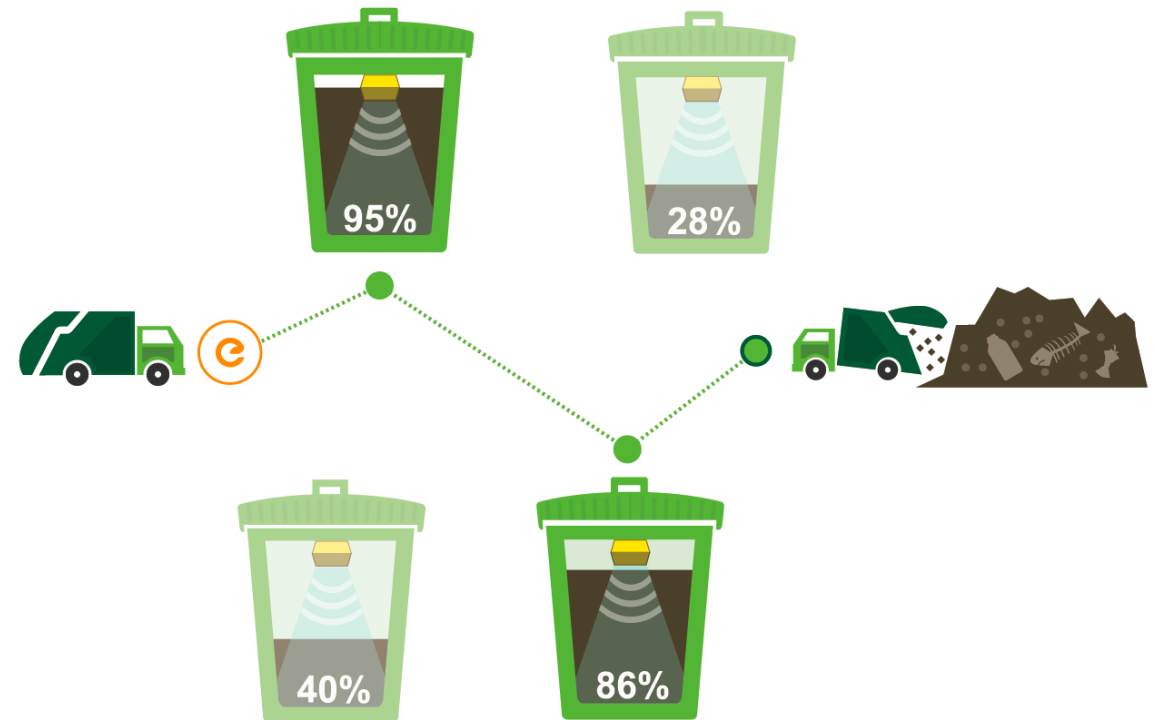


Abbildung 2: Beispiel für sensorbasierte Routenplanung (Quelle: Enevo)

Wie geht es weiter?

Dass die Digitalisierung auch die Abfallwirtschaft – wie jeden anderen Aspekt unseres Lebens – komplett auf den Kopf stellen wird, ist absehbar. In den USA wurde das erst vor wenigen Jahren gegründete Start-up Unternehmen Rubicon Global, das ein Cloud-basiertes, nachhaltiges Abfall- und Recyclingmanagement anbietet und mit AirBnB und Uber verglichen wird, auf über eine Milliarde Dollar geschätzt. Die Tüftler im Silicon Valley und anderswo erkennen zunehmend ihre Chance, einen Teil des Marktes erobern zu können, der allein in Deutschland pro Jahr mehr als 50 Milliarden Euro Umsatz macht.

Diese Entwicklung eröffnet bisher kaum vorstellbare Möglichkeiten, Rohstoffe in geschlossenen Kreisläufen zu führen und damit den Bedarf an Primärmaterialien zu senken. Aber damit die digitale Kreislaufwirtschaft ein tatsächlich „grünes“ Projekt wird, darf der dafür notwendige Rohstoffeinsatz nicht übersehen werden. Es bedarf noch jeder Menge intelligenter Innovationen und

neuer Rahmenbedingungen. So wird es in Zukunft überhaupt keinen Sinn mehr machen, Recyclingziele für Elektronikgeräte am Gewicht festzumachen – stattdessen muss die Rückgewinnung der darin enthaltenen Rohstoffe festgeschrieben werden. All das wird nur möglich sein, wenn wir vom klassischen Recycling der Massenabfallströme zu einem viel stärker auf das einzelne Produkt ausgerichteten Recycling kommen (UNEP 2013) – wofür wir dann gleichzeitig die Informationen über Inhaltsstoffe und Verarbeitungstechniken vom allerersten Verarbeitungsschritt über alle Nutzer hinweg bis zum Recycling „behalten“ müssen. Eine solcher Nachverfolgbarkeit mag heute noch unvor-

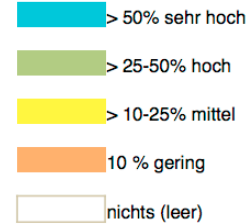
stellbar sein, die Aufgabe erinnert aber an den Schwarzen Freitag bei der Weltwirtschaftskrise 1929. Damals erkannte man das Risiko, wenn Geldströme völlig unbeachtet in der Wirtschaft herumschwirren. Die Geburtsstunde der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, die Herkunft und Verbleib jedes Euro nachvollziehbar macht – nichts weniger brauchen wir in Zukunft auch für unsere Rohstoffe. ■

Dr. Henning Wilts ist Volkswirt und leitet das Geschäftsfeld Kreislaufwirtschaft im Wuppertal Institut. Zuletzt schrieb er im factory-Magazin Circular Economy (1-2017) über die Notwendigkeit, die Ressourcen zirkulieren zu lassen.

	EOL Recyclingquote	Sektor-spezifische EOL Recyclingquote					Schmuck, Münzen
		Fahrzeuge	Elektronik	Industrielle Anwendung	Dental	Andere	
Ru	5-15		0-5	40-50		0-5	
Rh	50-60	45-50	5-10	80-90		30-50	40-50
Pd	60-70	50-55	5-10	80-90	15-20	15-20	90-100
Ag	30-50	0-5	10-15	40-60		40-60	90-100
Os	Nicht relevant für Endverbrauchs-Sektor						
Ir	20-30	0	0	40-50		5-10	
Pt	60-70	50-55	0-5	80-90	15-20	10-20	90-100
Au	15-20	0-5	10-15	70-90	15-20	0-5	90-100

Abbildung 3: Geschätzte Rückgewinnungsquote für Altmetalle in den wichtigsten Endverbrauchssektoren (globaler Durchschnitt, Prozent, funktionales Recycling) Quelle: UNEP 2015

Relevanz für Endverbrauchs-Sektor pro Metall (% der gesamten Bruttometallnachfrage)



Literatur:

- Bastein, T. (2017) ICT-Based Waste and Resource Management. Recreate D4.4 Evidence-Based Narratives: Materials and Waste Management in a Circular City. http://www.recreate-net.eu/dweb/system/files/files/PublicDeliverables/RECREATE_D4.4.pdf
- Flatz, A. (1996) Von der Abfallbewirtschaftung zum Stoffstrommanagement. Organisationsansätze am Beispiel elektrotechnischer Produkte. Signum, Wien.
- Fraunhofer IZM & Borderstep Institut (2009) Entwicklung des IKT-bedingten Strombedarfs in Deutschland. Abschlussbericht. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/entwicklung-des-ikt-bedingten-strombedarfs-in-deutschland-abschlussbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- Gliesche, M.; Helmigh, M. (2007) Auswirkung eines RFID-Masseneinsatzes auf Entsorgungs- und Recyclingsysteme. Abschlussbericht zu dem Forschungsprojekt. Studie des Fachgebiet Logistik der Universität Dortmund im Auftrag des BMBF.
- ISWA (2017) The Impact of the 4th Industrial Revolution on the Waste Management Sector.
- Ressourcenkommission am Umweltbundesamt KRU (2017) Produktkennzeichnungsstelle zur Förderung der Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit von Produkten. Position der Ressourcenkommission am Umweltbundesamt.
- UNEP (2013) Metal Recycling: Opportunities, Limits, Infrastructure, A Report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel. Reuter, M. A.; Hudson, C.; van Schaik, A.; Heiskanen, K.; Meskers, C.; Hagelüken, C.
- UBA (2017) Stromverbrauch. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/stromverbrauch>
- Urban, A.I.; Halm, G. (2009) Mit RFID zur innovativen Kreislaufwirtschaft. Schriftenreihe des Fachgebietes Abfalltechnik, Bd. 10. Institut für Wasser, Abfall, Umwelt, Universität Kassel.
- Wilts, H.; Berg, H. (2017) Digitale Kreislaufwirtschaft: Die Digitale Transformation als Wegbereiter ressourcenschonender Stoffkreisläufe. Inbrief 4/2107, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.

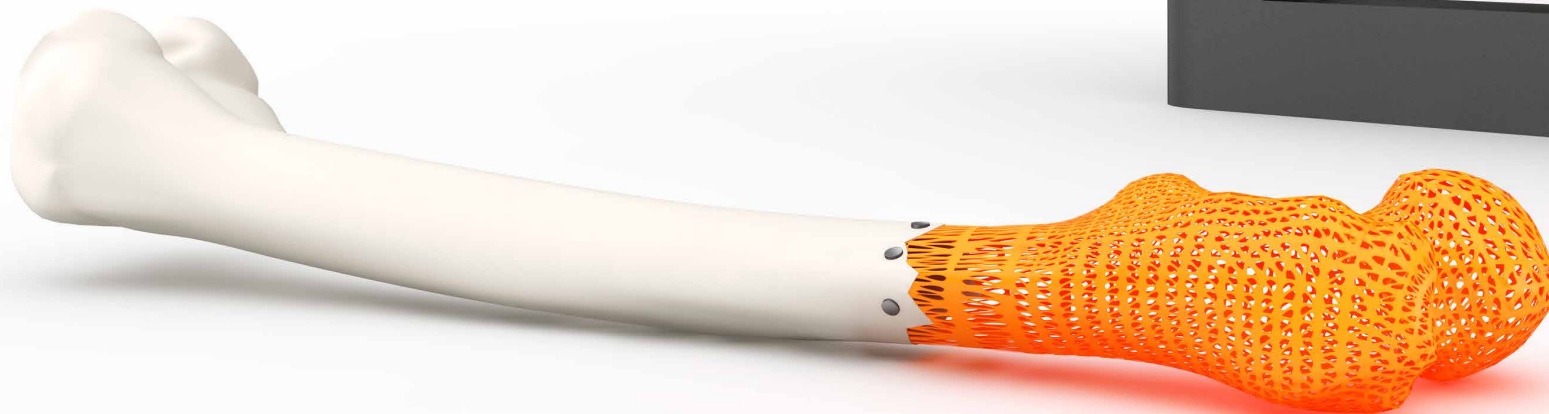
»Das Vorhandensein einer übertriebenen Anzahl nützlicher Dinge endet in der Erschaffung einer übertriebenen Anzahl von unbrauchbaren Menschen.«

Karl Marx (1818 - 1883), deutscher Philosoph, Sozialökonom und sozialistischer Theoretiker

Neue Produktion

Vom 3D-Druck bis zu Big Data: Die Digitalisierung verspricht eine Industrie 4.0, die Ressourcen effizienter und damit produktiver als bisher einsetzt. Doch den Ressourcen hunger kann eine digitalisierte Produktion nur bremsen, wenn sie tatsächlich erfasst, wieviel sie wofür benötigt. Davon sind die meisten Unternehmen in der Praxis noch weit entfernt.

Von Verena Kern



Anfang der 1980er Jahre hatte Chuck Hull genug vom Warten. Der Technische Direktor eines kunststoffverarbeitenden Unternehmens in San Gabriel, Kalifornien, ärgerte sich immer wieder über langwierige Verzögerungen bei der Entwicklung neuer Bauteile. Bis aus einem Entwurf endlich ein Prototyp hergestellt war, vergingen viele Monate. Technisch war dies damals nicht anders möglich. „Das war ein großes Problem“, sagt der Physikingenieur. „Es dauerte zu lange.“

Hull wollte Zeit sparen, die Fertigung beschleunigen. Die Idee, auf die er schließlich kam, war so radikal wie einfach. Er stellte die bisherigen Verfahren quasi auf den Kopf. Anstatt Material abzutragen und so zunächst mit großem Aufwand eine Form herzustellen, in die das entworfene Teil gegossen werden kann, entschied Hull sich für den umgekehrten Weg: einen Gegenstand Schicht für Schicht aufzubauen.

Nötig war dafür nichts anderes als ein geeigneter Kunststoff, ein Laser und ein Computerprogramm. Dieses steuert den Laser, der wie der Kopf eines Tintenstrahl-Druckers in einem Bad aus lichtempfindlichem flüssigen Kunststoff

die Stellen abfährt, die Teil des neuen Gegenstands werden sollen. Dort härtet der Kunststoff aus. Dann fährt der Laser die nächste Lage ab und so weiter, bis der komplette dreidimensionale Körper entstanden ist. „Es war“, sagt Chuck Hull, „ein magischer Moment“, als er das erste Objekt mit seinem neuen Verfahren herstellte, eine Augenmuschel für den Optikerbedarf. „Ich war damit in der Lage, die digitale Welt mit der echten Welt zu vernetzen.“

Stereolithografie nannte Hull seine Erfindung, für die ihm 1986 das Patent 4,575,330 erteilt wurde. Die Bezeichnung 3D-Druck setzte sich erst später durch.

Doch das Verfahren führte lange Zeit nur ein Nischendasein. Es wurde zunächst vor allem für die Herstellung von Prototypen und Modellen eingesetzt, war auf die Verarbeitung von Kunststoffen beschränkt und vom Einsatz in der industriellen Fertigung meilenweit entfernt. Hull selbst brauchte mehrere Jahre, bis er genug Startkapital für eine eigene Firma zusammen hatte. Erst in den 1990er Jahren flossen erste Gewinne.

Additiv statt abrasiv

Dabei gilt das 3D-Drucken inzwischen als „Wundertechnik“ mit dem Potenzial, eine neue industrielle Revolution auszulösen. Schließlich ist es damit möglich, praktisch jede denkbare Form herzustellen, und das auf ganz einfache Weise. Selbst vollständige Häuser könnten so gebaut werden. Auch völlig neue und komplizierte Teile, bei denen die herkömmlichen Verfahren an ihre Grenzen stoßen, lassen sich fertigen. Gerade für den ressourcenschonenden Leichtbau hat das immense Vorteile.

„Sie müssen es sich so vorstellen“, sagt Frank Brückner. „Mit der additiven Fertigung können Sie sogar eine Kugel in einem Würfel herstellen. Das war vorher nicht möglich.“ Additive Fertigung ist der Fachbegriff für den 3D-Druck. Er bezieht sich darauf, dass Material nicht abgetragen, sondern aufgetragen, hinzugefügt wird.

Brückner arbeitet für das Zentrum Additive Fertigung des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden. Es ist das größte Zentrum für angewandte Forschung in



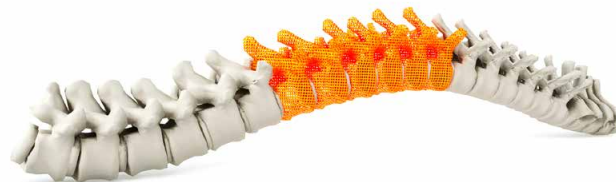
diesem Bereich in Europa. Geforscht wird hier an der neuesten Entwicklung im 3D-Druck, dem Drucken aus Metall. Das IWS sieht darin einen Paradigmenwechsel in der Fertigungstechnik. Das Verfahren erlaubt „neue Freiheitsgrade“, Produkte können „losgelöst von den Grenzen der konventionellen Fertigungstechnik“ optimiert werden, die Produktion wird „in bislang unbekanntem Ausmaß“ flexibilisiert. Statt Metallteile zu gießen oder aus Metallblöcken herauszufräsen, werden sie aus pulver-, pasten- oder drahtförmigem Metall und per Laser hergestellt. Das spart viel Aufwand und Material. Auch die Kombination verschiedener Werkstoffe und damit verbesserte Produkteigenschaften werden so möglich

Gerade hat das IWS gemeinsam mit Rolls-Royce Deutschland eine innovative Schutzschicht für Flugtriebwerke entwickelt, mit der die Effizienz der Triebwerke verbessert wird. Mit einem hochpräzisen Laser werden metallische Mikrostrukturen aufgetragen, die für außergewöhnliche Haftfestigkeit sorgen, so dass die Schutzschicht mit höheren Arbeitstemperaturen belastet werden

kann. Die Lebensdauer der Schicht erhöht sich, die Bauteile müssen seltener gewartet werden. Bei Rolls-Royce läuft die Anwendung nun in der Serienfertigung, wird also in jedem neuen Triebwerk eingesetzt.

Besonders großes Interesse an der neuen Technik zeigen bislang die Luft- und Raumfahrt, die Medizintechnik und die Automobilindustrie. „Bei komplexen und hochpreisigen Teilen lohnt es sich natürlich am meisten“, sagt Brückner. Doch inzwischen wird es auch für den weniger hochpreisigen Bereich interessant. „Immer mehr Unternehmen kommen auf uns zu.“

Völlig verdrängen wird der 3D-Druck die bisherige Fertigungstechnik jedoch nicht. „Auch in einigen Jahrzehnten wird es noch traditionelle Verfahren geben“, sagt Brückner. „Die additive Fertigung ist eine Ergänzung, eine Erweiterung.“ Eine zusätzliche Möglichkeit also, aber kein Ersatz.



Fertigung bleibt ressourcenintensiv

Auch für den enormen Ressourcenhungrer der Fertigungsindustrie liefert die neue Technik bei all ihren Vorzügen keine Lösung. Eine weitere, ergänzende Technologie wird kaum etwas daran ändern, dass die produzierende Industrie der mit Abstand größte globale Energieverbraucher ist. Gut 50 Prozent des Gesamtverbrauchs landen in ihren Fabriken, hat die US-amerikanische Energy Information Administration (EIA) in einer Studie errechnet. Damit steht die Fertigungsindustrie für gut die Hälfte des weltweiten Bedarfs an Kraftstoffen, Gas, Fernwärme und Strom. Auch die Wachstumsraten des industriellen Energiehungerers sind überdurchschnittlich. In den vergangenen 40 Jahren wuchs ihr Verbrauch dreimal so schnell wie der Energieverbrauch insgesamt.

Bei solchen Größenordnungen ist jede Idee, wie Energie eingespart werden könnte, von Bedeutung. Die Siemens-Sparte Financial Services beziffert das Einsparpotenzial in Deutschland auf knapp 15 Prozent, in Großbritannien ►

auf 14 Prozent und in Russland auf 19 Prozent. Nach Berechnungen der Internationalen Energieagentur IEA könnte die Industrie weltweit bis 2035 gut drei Billionen US-Dollar an Energiekosten einsparen, wenn sie gleichzeitig gut eine Billion investiert.

Doch um Effizienzpotenziale heben zu können, muss man erst einmal in der Lage sein, sie zu finden. Sprich: Wenn ein Unternehmen nicht erkennen kann, wo und wie in seinem Betrieb Einsparmöglichkeiten vorhanden sind, kann und wird es kaum etwas tun. Man braucht Daten. Man muss sie erheben, muss sie ordnen und auswerten, um, wie Siemens es ausdrückt, einen „sinnvollen Diätplan“ für die energiehungrige Industrie entwerfen zu können.

Mit der Digitalisierung sollte das eigentlich kein Problem mehr sein. Zumindest theoretisch. In der Praxis sieht es häufig anders aus. „Das größte Problem bei Effizienzmaßnahmen ist die intransparente und zumeist nicht ausreichende Datengrundlage.“ sagt Henning Sittel.

Sittel arbeitet für die Effizienz-Agentur NRW (EFA). Seit Jahren berät

und begleitet er Unternehmen, die in ihrem Betrieb Ressourcen wie Material, Energie und Wasser einsparen wollen. Die Agentur geht auf die Firmen zu, wirbt für Effizienzmaßnahmen. Rund 150 Beratungsprojekte kommen so pro Jahr zusammen, sowie weitere 50 Finanzierungsberatungen.

Daten zur Veränderung

Doch nur die Hälfte der Unternehmen setzt die Projekte auch um. „Aber das ist eine gute Quote“, sagt Sittel. Der erste Stolperstein sind oft die fehlenden Daten. „Daten zu erheben, die Sie bislang nicht erhoben haben, ist mit viel Aufwand verbunden“, sagt er. „Sie müssen Leute dafür abstellen, Abläufe unterbrechen.“ Viele Firmen können das nicht leisten, hat der Berater festgestellt. „Die Betriebe sind mit ihrem Tagesgeschäft dicht.“ Sie haben keine Zeit und insgesamt keine Kapazitäten für zusätzliche Aufgaben übrig.

Ein Beispiel für eine erfolgreiche Beratung sind die Edelstahlwerke Schmees. Die Firma produziert am NRW-Standort Langenfeld mit 140 Mit-

arbeitern und im sächsischen Pirna mit weiteren 170 Mitarbeitern Stahlgussteile für die Nahrungsmittel- und Pharmaindustrie sowie den Energiemaschinenbau. Die Ressourceneffizienzberatung der EFA half dem Unternehmen, seinen Material- und Energieeinsatz besser zu erfassen. So konnten Materialverschwendungen frühzeitig identifiziert und die Effektivität des Fertigungsablaufs verbessert werden. Insgesamt spart das Unternehmen so pro Jahr 130 Tonnen Stahl ein, reduziert seine Kosten um 400.000 Euro und senkt seinen jährlichen Ausstoß an CO₂-Äquivalenten um fast 700 Tonnen.

„Es geht um viele kleine Bausteine“, sagt Berater Henning Sittel. Je mehr Unternehmen mitmachen, desto besser. „Das summiert sich.“ Den Firmen gehe es natürlich vor allem um die Kosten und um ihre Wettbewerbsfähigkeit. „Mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz sind dann quasi der Nebeneffekt.“

Allerdings beobachtet Sittel auch eine gewisse Beratungsresistenz in der mittelständischen Wirtschaft. Die Firmen wollen oder können nur wenig



investieren, erwarten aber, dass sich die Maßnahmen schon in kürzester Zeit rechnen, diese sind jedoch in vielen Fällen als längerfristig anzusehen.

Und dann gibt es noch den menschlichen Faktor. „Es geht hier um Veränderungsprozesse“, sagt Sittel. „Und Menschen mögen keine Veränderungen, sie halten lieber fest an dem, was und wie sie es immer gemacht haben.“ Möglicherweise müsse man künftig auch Arbeitspsychologen mit ins Beratungsteam nehmen, um auch solche Schwierigkeiten auffangen zu können.

Systematisch bewerten und kennzeichnen

In einer groß angelegten Studie hat das VDI Zentrum Ressourceneffizienz kürzlich untersucht, wie viel das verarbeitende Gewerbe durch die Digitalisierung an betrieblichen Ressourcen einsparen könnte. Das fast 300 Seiten starke Papier zieht anhand zahlreicher Fallbeispiele eine ernüchternde Bilanz. Maßnahmen der digitalen Transformation bewirken zwar durchaus Einsparungen, so beim Stromverbrauch und Materialeinsatz,

bei der Menge an Abfall und an innerbetrieblichen Transporten sowie an benötigtem Lagerraum. Wie groß diese Einsparung ist, lässt sich jedoch nur schätzen. Denn in den Unternehmen erfolgt „keine systematische Erfolgskontrolle zur Nachverfolgung und Quantifizierung der Ressourceneinsparungen“, heißt es in der Studie. Denn den Firmen geht es in erster Linie um die Verbesserung ihrer Wettbewerbsfähigkeit, etwa durch Prozessautomatisierung. Die Steigerung der Ressourceneffizienz ist keine Priorität und wird deshalb auch nicht gezielt analysiert und ausgewertet.

Genauso wenig wird erfasst, wie viele Ressourcen durch die Digitalisierung zusätzlich verbraucht werden – durch den Einsatz weiterer Hardware sowie durch den höheren Stromverbrauch des Betriebs von Hard- und Software. Beispielrechnungen zeigen indes, dass die zusätzlichen Aufwände die Netto-Einsparungen von Effizienzmaßnahmen reduzieren.

Gut möglich, dass die Digitalisierung die Wirtschaft nur scheinbar effizienter macht. Schon heute liegt der Energiebedarf von Telekommuni-

kationsnetzen und Rechenzentren laut Bundesregierung bei 18 Terawattstunden. Dafür müssen rechnerisch etwa fünf mittelgroße Kohlekraftwerke Strom liefern. Bis zum Jahr 2025 allerdings dürfte der Bedarf auf 25 Terawattstunden steigen, das wäre ein Zuwachs von 39 Prozent. Der Energiebedarf der gesamten informations- und kommunikationstechnischen Ausstattung Deutschlands – einschließlich Computern, Smartphones, Tablets und Co. wird laut Regierungsprognose bis 2025 gar auf rund 46 Terawattstunden anwachsen.

Die VDI-Studie empfiehlt der Politik deshalb eine ganz schlichte Maßnahme: die Entwicklung von Labeln beziehungsweise Kennzeichnungssystemen zur Angabe des Energieverbrauchs in diesem Bereich – damit überhaupt erst einmal die Daten vorliegen, die man für sinnvolle Effizienzmaßnahmen braucht. Höchste Zeit dafür wäre es. ■

Verena Kern ist freie Journalistin in Berlin. Ihre Schwerpunkte sind Umwelt-, Klima- und Energiethemen. Seit 2011 gehört sie zum Redaktionsteam des Online-Magazins klimareporter.de. Daneben schreibt sie für die Frankfurter Rundschau, Deutsche Welle und Fachmagazine. Im factory-Magazin Besser bauen (2-2017) schrieb sie zuletzt über Bauen mit (Ressourcen)-Bewusstsein.

»Ein halbes Jahrhundert später werden unsere Enkel wahrscheinlich mit dem gleichen Gefühl des Unglaubens auf die Ära der Massenbeschäftigung auf dem Markt zurückblicken, wie wir früher Sklaverei und Leibeigenschaft betrachteten.«

Jeremy Rifkin, Soziologe, Die Null-Grenzkosten-Gesellschaft
Das Internet der Dinge, kollaboratives Gemeingut und der Rückzug des Kapitalismus, Campus Verlag 2014

Uns geht die Arbeit aus – warum habe ich zu viel davon?

Digitalisierung, Bots und das Internet of Things (IoT) – die Vernetzung sämtlicher Dinge – treiben die Automatisierung und das Ersetzen menschlicher Arbeitskraft wie nie zuvor voran. Andererseits leiden fast alle Arbeitenden unter Arbeitsverdichtung und -überlastung. Das neue Zeitalter erzwingt eine gesellschaftliche Richtungsentscheidung.

Von Andres Friedrichsmeier



factory-Leser kennen vermutlich beides: Die These vom Ende der Arbeit und bei sich selbst völlige Überarbeitung, zu wenig Zeit für das Lesen guter Texte und andere schöne Dinge des Lebens. Gestresst fragen wir uns, wann die Arbeit denn endlich mal anfängt auszugehen. Denn die These vom Ende der Arbeit ist zwar hoch plausibel, hat aber einen langen Bart, den sie sich aktuell mit Verweis auf die Digitalisierung bloß noch einmal Hipster-mäßig neu frisiert. Ihre Voraussagen vom Ausgehen der Arbeit haben sich schlicht nicht erfüllt, subjektiv erleben hunderttausende Freiberufler, Führungskräfte, Wissenschaftler, sogar Lehrer und Verwaltungsbeamte das Umgekehrte: Arbeit nimmt immer mehr zu, sie verdichtet, beschleunigt sich. Handwerker, Industriearbeiter, Putzfrauen und Versandboten können das bestätigen.

Dieser Widerspruch zwischen Theorie und Erleben lässt sich auf dreierlei Art interpretieren. Erste Option ist das Verwerfen der Theorie und stattdessen ein „Weiter-so“ in der Arbeits- und Sozialpolitik. Die zweite Variante ist die der klassischen Endzeitprophetie: Wenn

schon die Industrialisierung 2.0 und 3.0 kein Ende der Arbeit brachten, dann sicherlich die Industrie 4.0 und 5.0. Interessanter ist die dritte Version, in dem man den Widerspruch der ersten beiden als Aufforderung zum Handeln liest: Wenn die meisten von uns verdichtet arbeiten, obwohl die Arbeit eigentlich weniger werden müsste, machen wir etwas falsch. Ziehen wir aktiv keine Schlüsse aus der These vom Ende der Arbeit, ziehen wir die falschen. Erwarten wir ein Ende der Arbeit, sollten wir es gestalten, so diese dritte Lesart. Was für sie spricht, ergibt sich am einfachsten, wenn man die Argumente der anderen beiden Interpretationen gegeneinander stellt.

» *Erwarten wir ein Ende der Arbeit, sollten wir es gestalten.“*

Gerade bei Denkern, die sich für menschliche Kreativität interessieren, hatte die Idee der durch Technisierung schneller wegfallenden als durch Technik neu entstehenden Arbeitsplätze schon immer Popularität. 1995 war Jere-

my Rifkin mit dem Buch „End of Work“¹ keineswegs Erfinder der gleichnamigen These. Sie findet sich schon bei frühsozialistischen Utopisten oder später, etwa bei Jean Fourastié, dem Mitentwickler der Drei-Sektoren-Hypothese, nach der eine Volkswirtschaft in Rohstoffgewinnung, -verarbeitung und Dienstleistung zu unterteilen ist. Oder bei Peter Drucker, dem Pionier der modernen Managementlehre.

Auch die unmittelbare Gegenthese, nach der nicht ein Weniger, sondern umgekehrt eine Beschleunigung von Arbeit Signum unserer Zeit ist, hat kreative Fürsprecher, wie den Jenaer Soziologen Hartmut Rosa² oder zwei Jahrzehnte früher die Querphilosophier Gilles Deleuze und Felix Guattari³. In all diese Argumentationsrichtungen lässt sich die Digitalisierung, speziell das IoT, hervorragend einbauen – ein erster Hinweis darauf, dass sich hier These und Gegenthese nicht unbedingt widersprechen.

1 https://en.wikipedia.org/wiki/The_End_of_Work
 2 https://de.wikipedia.org/wiki/Beschleunigung._Die_Ver%C3%A4nderung_der_Zeitstrukturen_in_der_Moderne
 3 www.formatlabor.net/nds/Deleuze-Postskriptum.pdf



Der Beschleunigungsaspekt liegt auf der Hand, da das Beschleunigungsziel regelmäßig Grund für Investitionen in die Vernetzung ist, etwa bei Logistikketten. Die entgegengesetzte These von der Digitalisierung als Arbeitsplatzvernichter hat ebenfalls eine Reihe stechender Argumente. Rasante Internetvideos, etwa von „Kurzgesagt“⁴ oder „CGP Grey“⁵, vermitteln den passenden Eindruck.

Ihr Ausgangspunkt ist nicht Science Fiction, sondern dass gesellschaftlicher Wandel durch kostengünstig breit einsetzbare Technik entsteht – historisch wie zukünftig. Dazu zählen heute schon selbstfahrende Autos, automatisch kassierende Supermarktkassen, vernetzte Logistik von der Produktion bis zum Kunden und im Bereich der höher qualifizierten Jobs die selbstlernenden Algorithmen (Bots) und Big Data. In der Fertigung oder auch in der Pflege und Versorgung sind es wiederum die selbstlernenden Roboter. Ein Beispiel ist „Baxter“, dessen Herstellung und Programmierung einfacher als die jedes Auto-schweißenden Fertigungsroboters

ist, weil er sich die Handlungen des Menschen anschaut und selbst lernt.

» *Gesellschaftlicher Wandel entsteht durch kostengünstig breit einsetzbare Technik.“*

Hochgerechnet könnte die Hälfte der heutigen Jobs betroffen sein, einer Studie von 2013 zufolge beispielsweise 47 Prozent von 702 untersuchten Berufen in den USA.⁶ Betroffen sind nicht nur Kassierer, Taxi- Bus- und LKW-Fahrer, Lager- und Servicehotline-Arbeiter. Denn von zu ersetzender Arbeit gibt es reichlich: Man wundert sich, wieviel Formulararbeit in den Verwaltungen noch von Hand erledigt wird. Wer braucht die heutige Zahl von Wissenschaftlern in der Lehre, sobald es herausragende Onlinekurse gibt, natürlich von Algorithmen betreut, fragt Jeremy Rifkin gerne. Wer finanziert die heutige Zahl von Ärzten und Juristen für Standardaufgaben, wenn wenige Top-Spezialisten für die Supervision und die

⁶ Frey, Carl Benedict/Osborne, Michael A (2013): The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation? <http://bit.ly/1mj2qSJ>

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=WSK18HfcxEk>

⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=7Pq-S557XQU>



Spezialaufgaben ausreichen? Industrie 4.0, Digitalisierung und IoT bedeuten weniger Kaufleute, weniger mittleres Management, weniger Kreative – es setzt nach derzeitiger Indizienlage wesentlich mehr Arbeitskräfte frei, als durch den Innovationsschub neu entstehen. Weil Roboter und Bots keine Menschen mehr benötigen, um sich weiterzuentwickeln.

Positiv ausgedrückt: Da könnte viel Zeit für gemütliche Lesestunden und gesellige Kaffeerunden entstehen. Bekannte Beschleunigungstheoretiker wie Hartmut Rosa ficht das nicht an. Gerade weil Arbeit knapp wird, sei sie vom Mangel zum Adel avanciert. ‚Überarbeitet sein‘ hat sich von einem bemitleidenswerten Zustand zu einem Signum persönlicher Wichtigkeit gemausert. Erst eine problematische Work-Life-Balance ▶

weist einen als High Performer aus – im Unterschied zur Müllabfuhr, wo man einen festen Dienstschluss hat. Wir stressen uns nicht obwohl, sondern weil wir nicht müssen. Rosa resümiert: „Das Dynamisierungsprogramm der Moderne ist gekippt.“ Dabei ist Rosa gar kein echter Vertreter der oben genannten ersten Lesart und des „Weiter-so“.

Für Vertreter des Business as Usual-Ansatzes zeigen die Beispiele vom Taxifahrer bis zum Allgemeinmediziner allerdings ebenfalls: All dieses Ersetzen von Arbeitsplätzen wird nicht gleichzeitig kommen, weder von Land zu Land, noch von Branche zu Branche. Entsprechend gut vorstellbar ist, dass die Folgen über räumliche oder geschäftsfeldmäßige Verlagerungen sowie, jedenfalls in Europa und Japan, über eine demografisch bedingt sinkende Erwerbstätigenzahl abgefedert werden. Bis auf die Demografie war das auch schon bei früheren Industrialisierungsschritten so: Die Dampfmaschine kam nicht auf einen Schlag, sondern über Jahrzehnte, was nichts daran änderte, dass ihr große soziale Verwerfungen folgten. Trotz

riesiger technischer Fortschritte brach etwa in Großbritannien die Lebenserwartung zwischen 1750 und 1850 deutlich ein.

» *Der Rebound sind Bullshit Jobs.*“

Das stärkste Argument der Business as Usual-Lesart ist in der ökologischen Debatte unter dem Titel „Rebound-Effekte“ bekannt und es spielt der dritten Lesart, das „End of Work zu gestalten“, in die Hände. Rebound meint beispielsweise, dass Geräte zwar effizienter gebaut werden, man sie dann aber mit unsinnigen Zusatzfunktionen vollstopft und intensiver nutzt, so dass gar keine Einsparung stattfindet. Zeit-Rebound heißt, dass der Mensch durch Automatisierung gewonnene Zeit für ressourcenintensivere Tätigkeiten verwendet (statt Wäsche aufzuhängen mit dem Auto ins Fitness-Center). Bezogen auf die Arbeit argumentieren Walter Rogge und Heik Afheldt in einer bekannteren Sammel-schrift von 1983⁷ eher marxistisch mit

⁷ Rogge, Walter/Afheldt, Heike (1983): Geht uns die Arbeit aus? Stuttgart, Huber
<http://bibliopolis.ch/xorista.php?nr=111870>

„neuen Bedürfnissen“, die die Menschen nach jedem Automatisierungsfortschritt entwickeln. Anschaulich ausgedrückt: Erlauben uns Fließbänder mehr Massenware, wollen wir zusätzlich individueller auf uns zugeschnittene Produkte.

Digitalisierung und Industrie 4.0 befriedigen diese Wünsche leicht: Sie erlauben uns heute massenhaft individuellere Produkte – durch immer universellere Vernetzung zwischen Konsum und Produktion. Moderne Konsumenten sind Prosumenten, in jedes Reihnhaus gehört demnächst ein 3D-Drucker. Zur eigenen Distinguierung wünschen wir – genauer: diejenigen mit ausreichend Vermögen – uns deshalb heute handgefertigte Möbel und „hand crafted beer“ – und reden uns ein, dies sei auch nachhaltiger (was es meist nicht ist).

Sehr viele Jobs können in diesem Segment nicht entstehen, weshalb sich parallel ein Segment entwickelt, das doch am besten mit den oben genannten „Zusatzfunktionen“ des Rebound-Geräts verglichen werden kann: Außerhalb Deutschlands etwa als Revival des Tütenpackers an der Supermarktkasse, ►

als Return of the Maidservant, also in Form von Dienstleistungen, für die Occupy-Wallstreet-Theoretiker David Graeber den Titel „Bullshit Jobs“ geprägt hat.⁸ „Es ist, als wäre da draußen jemand, der sinnlose Jobs erfindet, nur um uns alle am Arbeiten zu halten“, resümiert Graeber.

So hat zwar in den letzten Jahren jeder Roboter zwei menschliche Arbeitsplätze ersetzt. Dafür entstand für jeden verlorenen Industrie-Arbeitsplatz ein neuer im Dienstleistungsbereich, erklärt Jens Südekum. Er forscht und lehrt am Düsseldorfer Institut für Wettbewerbsökonomie (DICE) der Heinrich-Heine-Universität⁹. Sein Fazit: „Der Nettoeffekt ist also gleich Null, wenngleich die Dienstleistungs-Jobs schlechter bezahlt sind.“

Für viele „Überflüssige“ bedeutet das trotz guter Ausbildung eben auch Arbeitslosigkeit, die die meisten EU-Staaten vorerst für ihre Jugend reser-

⁸ <https://strikemag.org/bullshit-jobs/>

⁹ German Robots – The Impact of Industrial Robots on Workers; Dauth, Wolfgang; Findeisen, Sebastian; Südekum, Jens; Woessne, Nicole (2017): German Robots –The Impact of Industrial Robots on Workers, <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbncxZW5zY3VlZGVrdW18Z3g6MjZiMWE3MmE4MDRmN2UzMA>

vieren. Nach den Eurostat-Zahlen von Dezember 2017 für unter 25-Jährige sind das etwa 50 Prozent in Griechenland, 48 Prozent in Spanien und 40 Prozent in Italien, selbst in Frankreich 25 Prozent.¹⁰ Genau wie das Ende der Arbeit nicht auf einen Schritt droht, entsteht selbst mit Bullshit Jobs kein einheitlich strukturierter Rebound. Digitalisierung und Robotik führen darüber hinaus absehbar dazu, dass viele Menschen während ihres Berufslebens den Beruf wechseln müssen – viele sogar mehrmals. Auch wenn es gelingen sollte, dem Ende der Arbeit das Ende zu nehmen, folgen zumindest Prekarisierung und soziale Polarisierung. Lücken im Lebenslauf werden zum Normalfall. Welche Form der sozialen Sicherung kann hier helfen?

» *An welche Arbeit lässt sich soziale Sicherung koppeln, wenn sie uns ausgeht?“*

Offensichtlich wäre eine an Arbeit gekoppelte soziale Sicherung ein Schildbürgerstreich. Auf diesem, also unserem

¹⁰ <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>

aktuellen Weg, straft eine heute die politischen Entscheidungen dominierende und gut abgesicherte ältere Generation die junge doppelt: Sie bietet ihr erstens nur wenige feste Jobs an und nutzt das dann zur Rechtfertigung, um sie auch bei der sozialen Sicherung zu benachteiligen.

Eine zeitgemäße soziale Sicherung bestünde stattdessen aus einem Grundeinkommen, gepaart mit einer Bürgerversicherung. Die Gegenargumente gegen diese beiden sind inzwischen im Wesentlichen auf zwei geschrumpft: Dass ihre Finanzierung Etliches umkrepeln würde und dass das Grundeinkommen nicht reflektiert, dass Arbeit den derzeitigen Hauptweg zu gesellschaftlicher Anerkennung darstellt. Selbst wenn ein Grundeinkommen eine gerechtere soziale Absicherung bedeute, argumentieren die Gegner, wären doch ordentliche Jobs das bessere Gerechtigkeitsziel. Aber um welche Jobs könnte es hier gehen, wenn nicht um Bullshit Jobs?

Für einen nennenswerten Rebound-Effekt der Digitalisierung auf den ►

Arbeitsmarkt benötigt es also personal-intensive Bedürfnisse. Die von Denkern wie Rifkin herausgestellten neueren Bedürfnisse mit überwiegend postmaterieller Natur – wie das Bedürfnis sozial vernetzt zu sein – helfen nicht, denn ihre materielle Restkomponente – das von Jugendlichen nicht mehr aus der Hand gelegte Smartphone – macht viel weniger Arbeit als die Befriedigung älterer, meist statusbezogener Bedürfnisse, etwa nach einem größeren SUV.

Der bekannte US-amerikanische Videoblogger CGP Grey argumentiert in

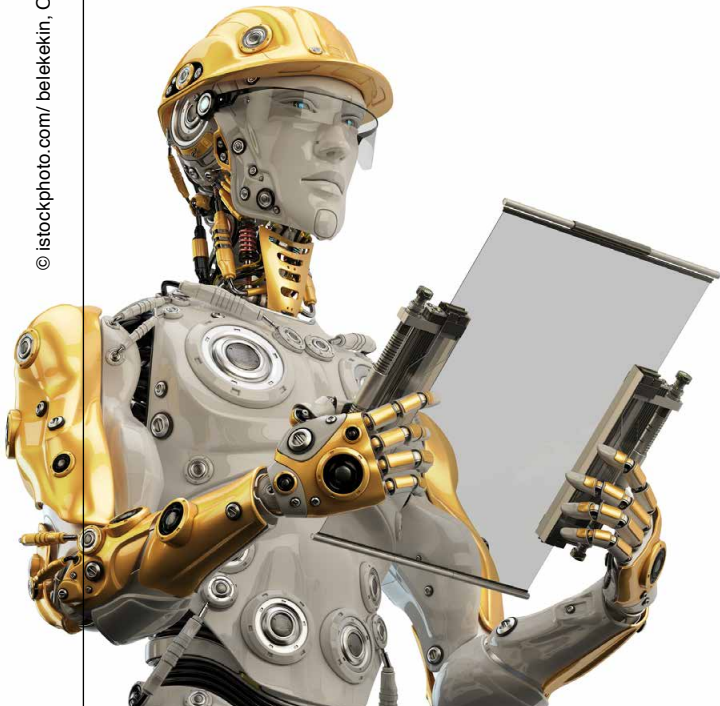
Bezug auf Digitalisierung, in der durch sie freigesetzte Zeit könnten zwar viele von uns Künstler werden, aber von Kunst könne man nur leben, wenn auf jeden einzelnen Künstler ein riesiges Publikum komme.¹¹ Das ist aus marktwirtschaftlicher Perspektive in der Tat ein Problem, nicht aber aus gesellschaftlicher Sicht. Denn mehr Künstler – auch mit jeweils zu kleinem Publikum für eine ohne Grundeinkommen tragfähige Einkommenslage – wären für eine digitalisierte Gesellschaft kein Schaden.

» *Es beginnt eine Zeit ohne Markt.*«

Stellen wir uns vor, die Digitalisierung erlaube vom Produzenten bis zum Kunden immer mehr Logistikketten ohne den Umweg über die Front End Shops des stationären Handels wie heute schon über Amazon und Co. spürbar. Dann sinkt in den meisten Innenstädten – speziell in den Mittelzentren – der Bedarf für Ladenlokale, die schon rein technisch für unsere Warenversorgung nicht mehr benötigt werden. Vor allem

aber können sie großmässig nicht mit unseren weiter individualisierten Konsumwünschen mithalten. Und sie erlauben auch nicht das verdichtete Shoppingerlebnis, für das aktuell noch die ganz großen Einkaufs-Meilen und -Center stehen. Was also wird aus den Innenstädten von Delmenhorst oder Witten, die anders als San Francisco oder Bilbao absehbar keine ökonomisch tragfähige Kreativwirtschaft ansiedeln werden? Statt den Wegzug von Douglas, Zara und Co. als Kulturverfall zu erleben, müssten Witten und Co. auf – z. B. über ein Grundeinkommen quersubventionierte – Künstler und Sozialprojekte setzen.

So etwas ist heute erst in Ansätzen vorstellbar. Dabei waren in früheren Jahrhunderten Städte mit knapp fünfstelliger Einwohnerzahl sprudelnde Zentren des Geisteslebens und des kulturellen Austausches. Delmenhorst und Witten haben also mehr zu gewinnen als zu verlieren. Ein Grundeinkommen müsste dazu einen Kulturwandel ermöglichen, durch welchen auch andere als monetär ertragreiche Arbeit Anerkennung findet. Aus eben diesem Grund lautet der Untertitel von Rifkins „End



11 <https://www.youtube.com/watch?v=7Pq-S557XQU>

of Work“-Buch auch „The Dawn of the Post-Market Era“.

Vermutlich ist es genau dieser befürchtete Kulturwandel, der die wesentliche Ablehnung der Idee des Grundeinkommens nährt. Verdient nicht in erster Linie handfeste Arbeit Anerkennung, während die Idee eines Werts virtueller Spielereien von Marketingkünstlern etc. eine neoliberale Verirrung ist? Damit kehrt unsere Argumentation zurück zum Thema Überarbeitung: Warum fühlen sich immer mehr Deutsche von der Arbeit gestresst,¹² obwohl 2016 jeder Erwerbstätige im Schnitt nur noch 1363 Arbeitsstunden leistete, während es 1960 noch 59 Prozent mehr waren?¹³

» *Die Wertschöpfung ist aus den Fabrikhallen gewandert ...“*

Die individuellen Ursachen sind natürlich unterschiedliche. Die oben genannte, dass sich diejenigen mit Arbeit von denjenigen, deren Arbeit überflüssig

12 <https://de.statista.com/infografik/6196/stress-verbretung-in-deutschland/>

13 http://www.sozialpolitik-aktuell.de/tl_files/sozialpolitik-aktuell/_Politikfelder/Arbeitsmarkt/Datensammlung/PDF-Dateien/tabIV46.pdf

geworden ist, abheben wollen, gehört nicht immer dazu. Eine wichtige Antwort liefert die Theorie: Automatisierung und Digitalisierung zersetzen den Wertmaßstab der Arbeitszeit, eben weil sie ‚echte‘ Arbeit ersetzen. Bildlich ausgedrückt: Die Wertschöpfung ist zusammen mit den menschlichen Arbeitskräften aus den Fabrikhallen gewandert – und nun läuft sie ihnen davon. Nur noch geringe Anteile der Arbeit und der Wertschöpfung werden am Fließband geleistet, stark gestiegen ist dagegen die Bedeutung des Marketings- und Entwicklungsbereichs, der aber nicht in gleichem Maße personell gewachsen ist.

Fragt man die Marketingleute, gibt es nennenswerten Profit nur noch, wenn man immer kleinere Nischen besetzt. Das kennen auch nahezu alle Freiberufler und Wissenschaftler unter den Lesern – es trifft aber auch insgesamt für kleine und mittlere Unternehmen zu. Größer ist der Erfolg, wenn man diese Nischen nicht nur sucht, sondern auch aktiv aufbaut. So kultiviert man eine Nachfrage, die auf einen Engpass an Angebot trifft – und am Engpass ist man selbst positioniert. Jedenfalls so lange,

bis die Nische unter dem Druck von Wettbewerbern und weiterer Automatisierung schließlich nicht mehr profitabel ist.

Profitable Nischen sind also prekär und müssen ständig gepflegt werden. Und sie sind ja gerade deshalb eine Nische, weil sie nicht jeder ohne weiteres besetzen kann – denn dann wären sie nicht profitabel. Wer eine Nische aufgebaut hat und hält, ist deswegen nie fertig mit der Aufbauarbeit und gleichzeitig besonders schlecht in der Lage, diese Arbeit mit anderen zu teilen – denn dann ließe sie sich auch von anderen besetzen oder durch Automatisierung beseitigen.

» *Stress ist bloß ein Vorgeschmack...“*

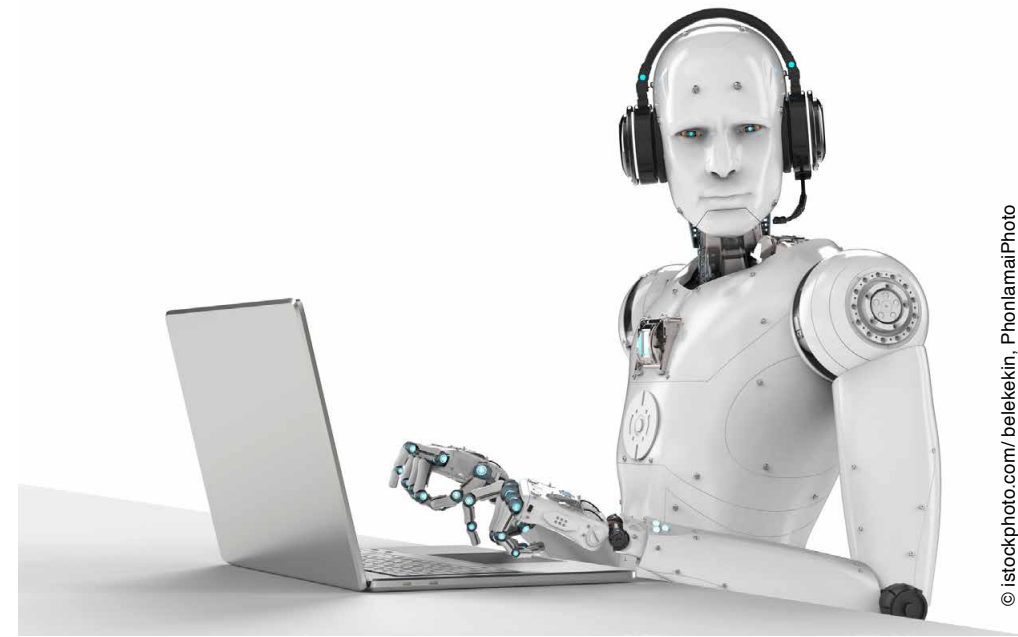
Die Philosophen Deleuze und Guattari beschreiben es so: „Die Eroberung des Marktes geschieht [...] eher durch Kursfestsetzung als durch Kostensenkung, eher durch Transformation des Produkts als durch Spezialisierung der Produktion. Die Korruption gewinnt hier neue Macht.“ Gemeint ist damit, dass



Arbeit im Zeitalter der Digitalisierung nicht mehr im alten Sinne produktiv ist, weil sie monopolistische Verkaufssituationen aufzubauen versucht. Profit ergibt sich aus Engpässen oder Monopolen. Dort, wo Automatisierung und Konkurrenz greifen, verschwindet er nach kurzer Zeit. Sobald Computer und Roboter gelernt haben, nach welchem Schema Menschen arbeiten, können sie es schneller und billiger. Wird Konkurrenz nicht künstlich ausgeschaltet, etwa über Patent- und Copyright oder den Netzwerk-Effekt¹⁴, vernichtet sie den Profit.

Selbstlernende Algorithmen beschleunigen diesen Prozess. Digitalisierung ist das Treibmittel, das Wertschöpfung in immer kleinere und immer kürzer funktionierende Nischen treibt – und die High Performer, die diese profitablen Nischen aufbauen, treibt sie gleich mit. Die Arbeit am Aufbau immer neuer profitabler Engpässe, an lokalen Monopolsituationen, verengt also auch das Leben derer, die sie aufbauen. Nischen sind arbeits- und zeitintensiv – ihre Schöpfer sind dazu verdammt.

¹⁴ <http://www.factory-magazin.de/de/themen/handeln/moege-die-macht-mit-uns-sein.html>



© istockphoto.com/ beletekin, PhonlamaiPhoto

Der heutige Stress ist demnach bloß ein Vorgeschmack auf das, was kommt. Das ‚Ende der Arbeit‘ gesellschaftlich zu gestalten, ist also nicht nur eine Frage der Reichtumsverteilung im Angesicht eines Umbruchs, etwa mittels Grundeinkommen. Es ist nicht allen eine Frage der Fairness, mit dem Blick auf eine Jugendgeneration in Bullshit Jobs, sondern auch eine Frage des Eigeninteresses der gestressten Eliten. Wie der Historiker und Bestseller-Autor Rutger Bregman feststellt, “There’s not a

person on earth who on their deathbed thinks: Had I only put in a few more hours at the office”¹⁵ ■

Dr. Andres Friedrichsmeier ist Organisationssoziologe und arbeitet für das Thüringer Bildungsministerium. Im factory-Magazin Circular Economy (1-2017) schrieb er über den „Kreislauf als Alternative“.

¹⁵ <https://thecorrespondent.com/4373/the-solution-to-just-about-everything-working-less/168119985-db3d3c10>

»Jeder ist immer erreichbar. Die ganze Welt beschleunigt sich, alles ist dringend, und wo alles dringend ist, ist nichts mehr dringend, und damit schlittern wir in eine Bedeutungslosigkeit hinein.«

Joseph Weizenbaum (1923-2008), deutsch-US-amerikanischer Informatiker sowie Wissenschafts- und Gesellschaftskritiker
Weizenbaum bezeichnete sich selbst als Dissidenten und Ketzer der Informatik. Das Deutsche Internet Institut mit Sitz in Berlin trägt seit 2017 seinen Namen: Weizenbaum-Institut für die vernetzte Gesellschaft.



Grüne Welle: Vernetzen für die Verkehrswende

Bringt die Digitalisierung den ökologischen Wandel im Verkehr voran? Vor allem Städte setzen dank Smartphone-Apps bereits auf Car- und Bikesharing statt auf Besitz. Ob das allein schon ausreicht, ist fraglich. Ein Blick in den Norden Europas zeigt, wohin es gehen könnte.

Von Susanne Götze

Innerhalb weniger Jahrzehnte hat sich Finnland vom Agrar- zum Hochtechnologieland entwickelt. Anlässlich der Feierlichkeiten zu 100 Jahren Unabhängigkeit schickte die Regierung allen finnischen Handynummern ein „Happy Birthday“. Was bei uns als Überwachungs- und Kontrollgestus wahrgenommen würde, ist bei den Finnen Teil des Nationalstolzes: Im „Handyland“, wie es von deutschen Medien getauft wurde, ist die Mobilfunkbranche einer der wichtigsten Wirtschaftszweige. Nicht nur, dass praktisch jeder Einwohner mindestens ein Handy besitzt, vor allem die Datenvolumina sind die größten und die Preise die niedrigsten in ganz Europa. Kein Wunder also, dass die Finnen in Sachen Digitalisierung bereits viel mehr ausprobieren, während in Deutschland die digitale Spaltung – also das lückenhafte Breitbandangebot – immer noch Wahlkampfthema ist.

Und die Experimentierfreude der Finnen ist ungebrochen groß. So kündigte die finnische Hauptstadt an, ihren Straßenverkehr durch eine Handy-App zu revolutionieren. Ab 2025 soll es in Helsinki ein umfassendes Mobilitäts-

system geben, über das die Menschen flexibel Busfahrten buchen, Fahrräder und Autos leihen und Taxis ordern können. Die Idee dahinter: den öffentlichen Nahverkehr so einfach und günstig zu machen, dass private Autos in der Stadt überflüssig werden.

Kern des Konzepts ist eine Smartphone-App. Sie soll die Nutzer in Echtzeit darüber informieren, welche Optionen sie haben, an einen bestimmten Ort zu gelangen. Die App schlägt vor, wie man am besten von A nach B kommt, und zeigt an, was das kostet. Ob Leihgebühr für Fahrrad oder Auto, Ticket für Bus oder Tram oder Taxigebühr – abgerechnet wird zentral über das System.

Die Digitalisierung erlaubt den Sprung

Den Anfang für das „smarte Mobilitätssystem“ nahm Helsinki vor vier Jahren mit „Kutsuplus“, einem innovativen Minibus-Service. Via Smartphone konnte man dem System den gewünschten Einstiegs- und Zielort mitteilen. Aus den eingehenden Anfragen ermittelt dieses dann optimale Routen für die

kleinen Busse. Das Angebot war günstiger als eine Fahrt mit dem Taxi, aber teurer als der herkömmliche öffentliche Nahverkehr.

Doch auch im technologieversessenen Finnland gehen manche Ideen mitunter nicht auf: Obwohl sich über 20.000 Nutzer registriert hatten, musste Helsinki den Kutsuplus einstellen. Der Grund: der „smarte“ Minibus-Service war einfach zu teuer. Dennoch wurde die Software, die aus der Nachfrage blitzschnell Routen errechnet, nicht ganz umsonst entwickelt. Die Technologie findet derzeit bei einem ähnlichen Projekt in Washington D. C. weitere Anwendung.

Das Helsinki-Beispiel zeigt: Neue Formen von Mobilität liegen im Trend und werden derzeit weltweit ausprobiert. Möglich wird das durch flächendeckendes Internet und Mobiltelefone, die nicht nur in Industrieländern mittlerweile zum Alltag gehören.

Und auch wenn es dabei immer wieder Rückschläge zu verzeichnen gibt, so wird doch gleichzeitig eine bedeutende Menge an neuem Wissen



generiert, die unsere Fahrgewohnheiten schon bald grundlegend ändern könnten. Doch kann die digitale Vernetzung wirklich zu einer ökologischen Verkehrswende beitragen? Oder fördert sie das Auto eher sogar noch und treibt den Strom- und Spritverbrauch in die Höhe?

„Wenn alle Verkehrsmittel digital vernetzt sind und der Nutzer ohne viel Aufwand bequem seine Route planen kann, ist die Bereitschaft höher, auf mehrere Verkehrsmittel zuzugreifen“, glaubt Marc Schelewsky vom Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ). Das Institut arbeitet seit Jahren an einer besseren Vernetzung zwischen Auto, Bahn, Bussen und Leihfahrrädern. Jedoch habe sich die Hoffnung einiger Unternehmen, die mit der Vernetzung Geld verdienen wollen, bisher nicht erfüllt.

Größer als regional denken

Neue Handy-Apps wie „Door2Door“ oder „Switchh“ kranken daran, dass sie nur einen Teil des Nahverkehrs abdecken und oft nur regional funktionieren. „Intermodale Plattformen wie Switchh,

Moovel oder Qixxit verfügen derzeit nur über fragmentierte Angebote“, so Schelewsky. Er sieht deshalb die Zukunft der Vernetzung in einer „flächendeckenden Integrationsleistung“ – das heißt einer Plattform, in der alle Anbieter unabhängig vom jeweiligen Verbundnetz mitmachen. Auf diese könne man dann mit unterschiedlichen regionalen Apps zugreifen und auch Tickets erwerben – wichtig sei aber erstmal eine gesamtdeutsche Vernetzung aufzubauen, an der sich alle beteiligen, von der Deutschen Bahn über die Berliner Verkehrsbetriebe bis hin zum Lidl-Bike. „Dann könnte man mit der App der Stuttgarter Verkehrsbetriebe seinen Aufenthalt in Hamburg planen, von der Bahnfahrt bis hin zum Car- oder Bikesharing“, erläutert Schelewsky.

Auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) hält viel von dieser Idee. Durch diese „Connected Mobility“ würden in Zukunft die Grenzen zwischen ÖPNV- und Individualverkehr „verschwimmen“, heißt es in einem aktuellen Bericht.



Smartphone-begeistert ist auch der Thinktank Agora Verkehrswende. Man gebe seine Präferenzen wie Zeit, Kosten oder CO₂-Emissionen in das Gerät ein und lasse sich die optimale Route in Kombination aller Verkehrsmittel berechnen – und könne dann noch die gesamte Reisekette buchen und bezahlen, heißt es in den „12 Thesen zur Verkehrswende“. „Der Smartphone-Nutzer wird somit Teil des vernetzten Verkehrssystems, das ihm die für seine persönliche Verkehrsmittelwahl relevanten Informationen in Echtzeit liefert“, wird die Vision ausgemalt. Die Experten schlagen zudem die bundesweite Einführung des E-Tickets vor. Die geplante Abschaffung ►

von Papierfahrscheinen bis Ende 2018 solle allerdings nicht ausschließlich durch die Abrechnung per Smartphone erfolgen, sondern ebenso über eine elektronische Chipkarte, die ohne Mobiltelefon genutzt werden kann.

Dennoch: Auch wenn alles perfekt vernetzt ist und Menschen sich Verkehrsmittel teilen muss das Ziel eine wesentlich emissionsärmere Mobilität sein.

Mit „wahren“ Preisen fahren

Denn sonst passiert das, was man zum Beispiel beim Sharing-Dienst Uber beobachten konnte. Nachdem der Fahrdienst – buchbar über eine App – seine Dienste sehr viel günstiger als herkömmliche Taxen anbot, stieg in New York, wo Uber stark genutzt wird, die Zahl der Taxi- bzw. Überfahrten in den vergangenen Jahren enorm an.

Allerdings kommt es schon darauf an, was für eine Art Carsharing man nutzt: Während Uber vor allem herkömmlichen Taxifahrern durch Dumping-Angebote schadet, werden beim so genannten Peer-to-Peer-Carsharing

private Pkw sinnvoll geteilt – Autos, die ohnehin 90 Prozent der Zeit am Straßenrand stehen. So teilen sich deutschlandweit laut InnoZ bereits 20.000 Autobesitzer ihre Wagen mit über 300.000 Teilnehmern.

Sogenannte Effizienzgewinne erhoffen sich manche Verkehrsexperten auch vom „autonomen Fahren“: Gemeint sind Autos, die quasi ferngesteuert auch ohne Fahrer auskommen. Die Sachverständigen des SRU sind jedoch skeptisch: Zwar könnten die selbstfahrenden Autos die Elektromobilität befördern und weniger Strom oder Sprit verbrauchen, jedoch aufgrund des hohen Bequemlichkeitsfaktors gleichzeitig das Autofahren wieder attraktiver machen und so die Zahl der Fahrzeuge in die Höhe schießen lassen.

„Das Problem ist, dass wir heute im Verkehr keine Kostenwahrheit haben – wenn Autofahren durch Steuerprivilegien günstiger wird, dann fahren die Menschen logischerweise mehr Auto“, meint Philipp Kosok vom Verkehrsclub Deutschland (VCD). Das bestätigt auch eine Analyse des Wuppertal-Institutes „Nutzen statt Besitzen“: Sharing allein

ist nicht per se besser für die Umwelt. Damit wirklich ein ökologischer Effekt entsteht, müssen die Angebote mit „ökologisch wahren Preisen“ ausgestattet werden. Andernfalls kommt es durch den Preisvorteil sogar noch zu mehr Energie- und Ressourcenverbrauch, so die Bilanz der Studienautoren. „Ökologische Vorteile sind beim Carsharing nur dann erschließbar, wenn sich das Mobilitätsverhalten insgesamt verändert“, schreiben die Autoren. Denn wenn Carsharing am Ende das Fahrradfahren oder die Nutzung des ÖPNV ersetze, sei das ein Widerspruch zu den Zielen einer ökologischen Verkehrswende.

Dennoch scheint es einen allgemein zu beobachtenden Trend weg vom privaten Auto zu geben. So ist vor allem in Großstädten die Zahl der Haushalte ohne Pkw oder Motorrad gestiegen. Fast ein Drittel der Haushalte in Kommunen ab 500.000 Einwohnern verfügt laut Statistischem Bundesamt inzwischen nur über Fahrräder, ein Anstieg um rund zehn Prozentpunkte in den vergangenen zehn Jahren. Bundesweit haben im Schnitt 15 Prozent der Haushalte kein eigenes Auto. „Neben ▶

der Digitalisierung und neuen Sharing-Angeboten brauchen wir auch eine neue Verkehrspolitik, damit die Verkehrswende wirklich ökologisch wird“, fordert VCD-Verkehrsexperte Kosok. So würden Dieselautos hierzulande immer noch subventioniert und auch Flugkerosin wird steuerlich bevorteilt. Hingegen müsse der Schienenverkehr hohe Abgaben zahlen. „Wenn diese Ungleichbehandlung zwischen den Verkehrsträgern nicht behoben wird, kann sich auch grundsätzlich nichts ändern“, meint Kosok.

Digitalisierung nur erneuerbar

Das InnoZ in Berlin berücksichtigt hingegen bei der Digitalisierung nicht nur die Verkehrs- sondern auch die Energiewende. Denn auch ein Elektro-Carsharing hilft der Umwelt wenig, wenn es mit Kohlestrom betrieben wird. Digital-experte Schelewsky und seine Kollegen arbeiten deshalb an einer intelligenten Vernetzung beider Bereiche: Auf dem EUREF-Campus des Europäischen Energieforums in Berlin Schöneberg,

der mit 5,5 Hektar Fläche für eine digitale, nachhaltige Stadtentwicklung steht, testen Startups zusammen mit dem Zentrum, wie die Digitalisierung bei der Planung helfen kann.

Dafür wurde auf dem Campus ein intelligentes Stromnetz entwickelt – das sogenannte Micro Smart Grid –, das Angebot und Nachfrage des erneuerbar erzeugten Stroms genau reguliert: Wird beispielsweise im Veranstaltungssaal des Gasometer, wo vor einigen die GüntherJauch-Talkshow produziert wurde, für wenige Stunden viel Strom gebraucht, kann dieser auch aus den rundherum parkenden Elektroautos bezogen werden. Deren Batterien sind dann „reine“ Stromspeicher und werden durch Solarpanels auf den Dächern und einigen vertikalen Windrädern versorgt. Ist die Talkshow vorbei, können die Autos wieder normal aufgeladen werden. Der EUREF-Campus dient ohnehin als Spielwiese für die „schöne neue Welt“ der vernetzten Verkehrswende: Auf dem Gelände gibt es schon lange Leihfahrräder und den selbstfahrenden Bus. Der soll sich schon bald ganz autonom an dem „Smart Grid“ aufladen können –

und zwar genau dann, wenn andere den Strom nicht brauchen.

Ganz ähnlich funktioniert es sogar bereits in der „wirklichen Welt“: Die Filialbäckerei Schüren im rheinischen Hilden versorgt mit ihrer Solaranlage morgens die Backstube, während sie ab mittags die eigenen Lieferfahrzeuge lädt – und die der Kunden. Mit 22 Ladepunkten hat „Ihr Bäcker Schüren“ damit bisher den größten öffentlichen Ladepark eröffnet. Das Mobilität, klimaneutrale Produktion und ökologische Produkte verbindende Unternehmenskonzept hat die Effizienz-Agentur NRW deshalb auch gerade mit dem Sonderpreis des Effizienzpreises NRW 2017 ausgezeichnet. ■

Dr. Susanne Götze arbeitet als freie Journalistin und Autorin in Berlin und ist stellvertretende Chefredakteurin von klimareporter.de. Sie schreibt seit 2002 in verschiedenen Tageszeitungen und Magazinen über Umwelt- und Klimathemen. Im factory-Magazin Besser bauen schrieb sie zuletzt über die Entwicklung im Rheinischen Braunkohlerevier „Einmal Perspektive, bitte!“.



»Das Traurigste am Leben ist, dass die Wissenschaft derzeit schneller Wissen sammelt als die Gesellschaft Weisheit.«

Isaac Asimov (1919-1992), russisch-amerikanischer Biochemiker, Sachbuchautor und einer der bekanntesten sowie produktivsten Science-Fiction-Schriftsteller seiner Zeit

A hand in a blue shirt sleeve holds a large, pink, cloud-shaped thought bubble. The background is a green chalkboard covered in white hand-drawn business diagrams, including flowcharts, bar graphs, and icons like gears and lightbulbs. The text 'Smarter grüner starten' is written in bold black letters inside the bubble.

Smarter grüner starten

Startups mit ökologischer Mission liegen im Trend. Sie treiben mit digitalen Innovationen zum Beispiel die Energie- und die Verkehrswende an oder helfen der Kreislaufwirtschaft auf die Sprünge – müssen aber immer noch um das Vertrauen von Investoren kämpfen

Von Susanne Schwarz

Wenige Fahrten, dafür aber hohe Preise: Duisburg ist nicht gerade bekannt für seinen öffentlichen Nahverkehr, zumindest nicht im positiven Sinn. In einer Studie des Marktforschungunternehmens Civity für Die ZEIT schnitt nur Köln schlechter ab als die Stadt im Ruhrgebiet. Das war im Februar 2017. Vom beliebten Veranstaltungsort Landschaftspark Nord nachts nach Hause? Selbst am Wochenende ging das – sofern man auf den öffentlichen Verkehr angewiesen ist – auch vor ein Uhr morgens nicht mehr. Einziger Ausweg: das eigene Auto oder ein Taxi.

Nachhaltig kann man das nicht nennen. Ein Auto belastet laut Umweltbundesamt durchschnittlich mit 142 Gramm Kohlendioxid pro Person und Kilometer das Klima, bei Straßen-, S- und U-Bahnen sind es nur 71 Gramm. Die Duisburger Verkehrsgesellschaft ließ sich etwas einfallen. Oder besser gesagt: Das Berliner Startup Door2door. Das Unternehmen hat eine Software entwickelt, mit der sich Kleinbusse koordinieren lassen, die seit Oktober auf Abruf kommen – und ihre Fahrgäste von Haustür zu Haustür bringen.

Das funktioniert so: Wer die Kleinbusse nutzen will, lädt sich erst mal die passende App auf sein Smartphone. Die ermittelt den aktuellen Standort und zeigt an, wann der nächste Bus da sein könnte und wie lange die Fahrt zum Ziel maximal dauern würde. Der ökologische Clou: Anders als ein Taxi kann der Bus unterwegs auch von weiteren Menschen „gerufen“ werden und diese einsammeln.

Ein Algorithmus berechnet den effizientesten Weg, auf dem die Busse die Kunden abholen und aktualisiert ständig die Strecken der Fahrzeuge. Mehr als 15 Minuten Umweg sollen dadurch pro Fahrgast nicht entstehen, so das Versprechen. Mehrkosten gibt es auch nicht: Jede Fahrt wird zum Fixpreis von 3,20 Euro angeboten – wer schon eine Monatskarte oder ein sonstiges Abo der Duisburger Verkehrsgesellschaft hat, zahlt nur 2,50 Euro.

„Mybus“ heißt das neue Angebot. „Unser Anliegen ist es, dass Kommunen und Verkehrsunternehmen die Chancen der Digitalisierung nutzen und wir gemeinsam den ÖPNV zielgenau stärken“,

meint Tom Kirschbaum, Gründer und Geschäftsführer von Door2door.

Grüne Gründungen sind Spitze

Startups wie Door2door liegen im Trend. Unternehmensgründungen in Deutschland haben mittlerweile oftmals eine ökologische Motivation. Mit innovativen digitalen Lösungen schaffen sie eigene Angebote oder klinken sich wie im Falle des Duisburger Mybus in vorhandene Strukturen ein.

Nach den Ergebnissen des aktuellen Green Economy Gründungsmonitors des Borderstep Instituts für Innovation und Nachhaltigkeit wurden von 2006 bis 2014 rund 190.000 Unternehmen in den Bereichen Erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Kreislaufwirtschaft und Klimaschutz gegründet. Sie beschäftigen insgesamt mehr als eine Million Mitarbeiter. „Bei einer allgemein rückläufigen Gründungsaktivität in Deutschland weisen grüne Gründungen gegen den Trend eine stabile Gründungsdynamik auf“, sagt Klaus Fichter, Chef des Borderstep Instituts. ►

Im Jahr 2014 waren demnach 17,3 Prozent aller Gründungen in Deutschland grün. Die Startups ziehen sich durch die verschiedensten Sektoren, in Deutschland spielt vor allem die Stromgewinnung mit erneuerbaren Energien eine große Rolle. Fasst man alle Unternehmen zusammen und zählt sie als einen eigenen Sektor, dann wird dieser zum zweitgrößten Gründungsfeld in Deutschland. Mehr neue Unternehmen kann nur der Handel verzeichnen.

Fichter kritisiert, dass der Trend als solcher bisher zu wenig wahrgenommen wird. „In der politischen und öffentlichen Aufmerksamkeit stehen grüne Startups noch stark im Schatten des Themas Digitalisierung. Die wirtschafts- und umweltpolitischen Potenziale grüner Gründungen werden unterschätzt“, meint der Experte.

Nebenwirkungen nicht ausgeschlossen

Wann ein Startup tatsächlich grün ist, darüber lässt sich streiten. Beispiel Sharing Economy, zu der auch Door2door gehört: „Den Angeboten der Unter-



© istockphoto.com/belekekin, DrAfter123

nehmen der Sharing Economy wird häufig automatisch zugeschrieben, sie seien ökologisch sinnvoll“, sagt Martina Schmitt vom Wuppertal Institut, die die sogenannten Nutzen-statt-besitzen-Konzepte erforscht. Es geht schließlich darum, Gegenstände zu teilen und so – dem Prinzip nach – Ressourcen zu sparen. Das zum Geschäftsmodell zu machen, erfreut sich besonders bei jungen Unternehmen des vergangenen Jahrzehnts besonderer Beliebtheit: Airbnb vermittelt geteilte Wohnungen, Frenets Haushaltsgegenstände aus der Nachbarschaft, Getaway Autos.

Schmitt warnt: Nur wenn die Angebote auch richtig genutzt werden, sind sie nachhaltig. „Das ist nicht zwangsläufig der Fall: Manche sind es durchaus, andere haben nur einen geringen ökologischen Nutzen, wieder andere sind nur unter bestimmten Bedingungen überhaupt nachhaltig – das muss man sich genau anschauen“, sagt die Sozialwissenschaftlerin. Dem Ökounder steht nämlich der sogenannte Rebound-Effekt im Weg. „Wenn beispielsweise durch die Inanspruchnahme von Sharing-Angeboten ein höherer Transport-, Verpackungs- oder Mobilitätsaufwand entsteht, können vorhandene ressourcenschonende Potenziale aufgebraucht oder sogar ins Gegenteil verkehrt werden“, erklärt Schmitt.

Im Falle von Mybus soll die Einbindung in das System des öffentlichen Verkehrs den Rebound-Effekt möglichst kleinhalten. Die Kleinbusse sollen schließlich vor allem bestehende Lücken schließen – ausgeschlossen ist es aber natürlich nicht, dass sie aus Bequemlichkeit auch auf eigentlich durch Bus und Bahn angebundenen Strecken genutzt werden. Das könnte den Rebound-Effekt ins Rollen bringen. ►

Keine Branche bleibt verschont

Die Szene der Öko-Startups geht aber ohnehin längst über Sharing-Plattformen hinaus. Gründer stürzen sich sogar auf Geschäftsbereiche, die lange großen Konzernen vorbehalten schienen, wie die Banken-, Energie- oder die Automobilwirtschaft.

Ein Beispiel dafür ist das Leipziger Startup Binee. Die Gründer wollen die Abfallwirtschaft nachhaltiger machen. Die Idee: So wie in Drogerie- und Supermärkten Boxen für leere Batterien stehen, sollen auch Sammelbehälter für alte Elektrogeräte in den Räumlichkeiten von Kooperationspartnern zu finden sein. Schließlich lagert im Schnitt jede Person in Deutschland schon mehr als fünf alte Mobiltelefone zuhause.

Die ersten Binee-Stationen stehen bereits bei verschiedenen Einzelhändlern und in Einkaufszentren – bisher vor allem in Leipzig, aber auch in Berlin und Chemnitz gibt es je eine der Tonnen. Was zunächst unspektakulär klingt, gab es so bisher aber einfach noch nicht.

„Wir wollen Menschen an den Orten abholen, an denen sie im Alltag ohnehin vorbeikommen“, erzählt Mitgründer Martin Jaehnert. Wer beim Einkaufen ein paar Mal an den großen, blauen Tonnen vorbeiläuft, kommt vielleicht dadurch erst auf die Idee, dass die alten Kopfhörer gar nicht in den Hausmüll gehören.

Außerdem lockt Binee noch mit zwei Extras: Erstens kann man auf einem Tablet vor Ort seine E-Mail-Adresse hinterlassen und bekommt dann Meldung darüber, wo der Müll gelandet und recycelt worden ist. So will Binee die Transparenz des Prozesses erhöhen. Zweitens haben die Gründer Einzelhändler und Dienstleister angesprochen, die jetzt Gutscheine für ihre Angebote bereitstellen. Wer etwas in die Tonne wirft, kann sich auf dem Tablet einen davon aussuchen. „Wir finden, dass man sich für seine Mühe ein kleines Dankeschön verdient hat“, meint Jaehnert. Dass Altgeräte als Währung funktionieren, hat die Wissenschaftlerin Jola Welfens am Wuppertal Institut herausgefunden. Im factory-Interview:

„Tausche Handy gegen großes Menü“ berichtet sie davon.

Mit den Tauschwerten werden Anreize zum Recycling geschaffen, sie bleiben aber eine Notlösung: Den Verbrauchern den Schrott durch die Gutscheine gewissermaßen abzukaufen, rechnet sich – gemessen an dem Geld, das der Wertstoffhof für den Elektroschrott zahlt – momentan einfach noch nicht. Binee finanziert sich zurzeit vor allem durch Preisgelder aus Gründerwettbewerben.

Wenn sich Wachstumszwang und Nachhaltigkeit begegnen

Obwohl die grünen Startups aus dem Boden schießen, sind Investoren noch skeptisch. Das zeigen Untersuchungen von Linda Bergset vom Borderstep Institut. Grüne Startups haben es unter Umständen schwerer als andere, Financiers zu finden. Die Finanzierungslücke, erzählt Bergset, würde in erster Linie zwei Gruppen von Unternehmen – ob grün oder nicht – betreffen: besonders innovative und solche, die selbst forschen und entwickeln. „Wir haben allerdings herausgefunden, dass das auf die ►

grünen Startups eben öfter zutrifft“, sagt Bergset.

Die Märkte sowie Industrien der Green Economy seien teils noch in Entwicklung, erklärt Bergset. Investoren würden so Informationen fehlen, um die Unternehmen einzuschätzen. „In diesem Sinne sind grünen Startups vielleicht oft ‚zu‘ innovativ“, meint die Wissenschaftlerin.

Hinzu kommen kulturelle Probleme. „Es gibt durchaus einen kulturellen Misfit zwischen Investoren und nachhaltigkeitsorientierten Startups“, sagt Bergset. „Diese jungen Unternehmer reden von Werten und beschweren sich darüber, dass den Investoren das Verständnis für die Umwelt und deren Relevanz für die Geschäftswelt fehle. Sie fühlen sich bei Investoren zum Teil nicht gut aufgehoben.“ Wenn diese auf Nachhaltigkeit bedachten Unternehmen dann auch noch ein sanftes oder gar begrenztes Wachstum statt kurzfristiger Rendite vorsehen, ist der Clash der Kulturen vorprogrammiert.

Das Startup Carbon Delta in Zürich gehört zu den Betroffenen dieser Skepsis, die manche Investoren an den Tag

legen – arbeitet aber gleichzeitig daran, das Problem zu beheben. Die Geschäftsidee: eine klimafreundliche Research- und Rating-Agentur, die Nachhaltigkeit als Grundbedingung von Investments untersucht.

Denn im Gegensatz zu Carbon Delta beziehen die meisten Rating-Agenturen den Klimawandel bei der Bewertung von Anlagen nicht ein. Dabei sind seine Folgen vielfältig, angefangen beim veränderten Klima – mehr Stürme, Fluten, Dürren, an manchen Orten wird es viel wärmer, an anderen kälter –, weiter bei völlig neuen Technologien, bis hin zu veränderten sozialen und politischen Rahmenbedingungen.

Aktien der Kohle-, Öl- und Gasförderung zum Beispiel können deshalb ganz schnell an Wert verlieren. Es geht um die sogenannte Kohlenstoffblase: Machen die Staaten der Welt mit dem Klimaschutz ernst, ist früher oder später Schluss mit dem Verbrennen der fossilen Reserven. Die Energieunternehmen haben einen Großteil dieser Rohstoffe allerdings in ihren Bilanzen „eingepreist“ – mehr über scheiternde und

gelingende Investitionen im factory-Magazin Divestment (1-2016).

Die Gründer von Carbon Delta wollen diese Botschaft in die Finanzwelt tragen. Ko-Gründer David Lunsford: „Vielen Unternehmen und Investoren ist schlicht nicht klar, wie gefährlich der Klimawandel ist, auch für ihr Geschäft.“

Mehr Transparenz hilft

Unternehmen zu helfen, die größten Nachhaltigkeitslücken und Risiken nicht nur im eigenen Unternehmen und in eigenen Produkten zu finden, sondern in der gesamten Lieferkette – sozusagen vom Rohstoff bis zum Recycling – hat sich das Startup Sustainabill vorgenommen. Die Gründung entstand aus einem Forschungsprojekt des Wuppertal Instituts und ist öffentlich gefördert.

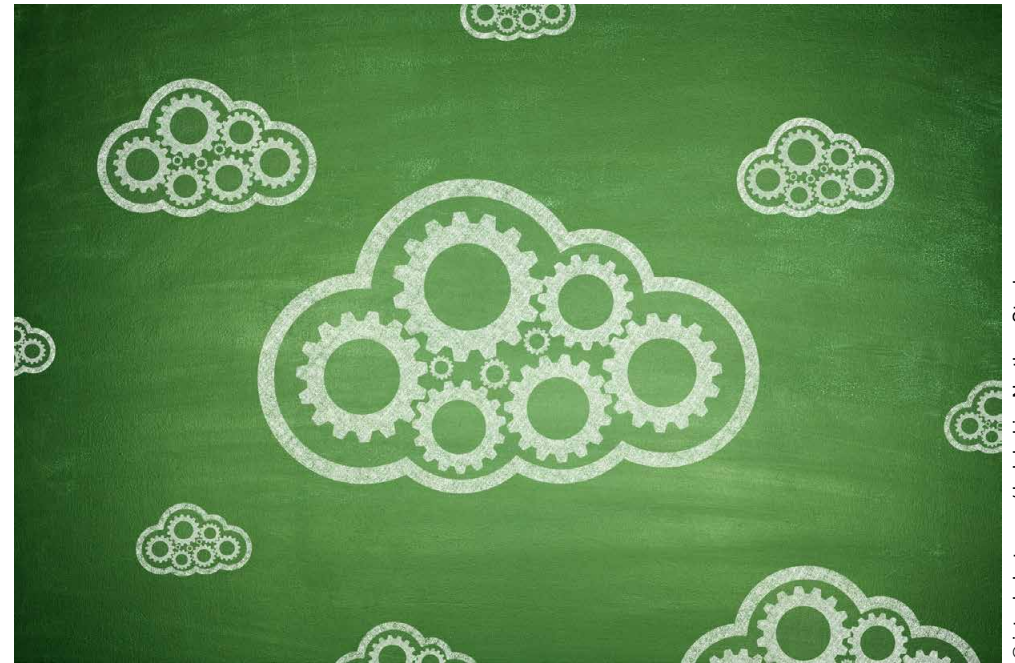
Grundlage der Sustainabill-„Nachhaltigkeitsrechnung“ ist eine Cloud-Plattform, in der alle Daten zu Materialien, Rohstoffen, Lieferanten und Vorlieferanten zusammenfließen und ausgewertet werden. Durch entsprechende Visualisierung von nachhaltigkeitsbezogenen Produktda- ▶

ten und Fußabdrücken können Unternehmen Produkte vergleichen und Effizienzpotenziale erkennen – und gemeinsam mit ihren Lieferanten heben. „Unser Ziel ist eine transparente Lieferkette mit sozialem und ökologischem Anspruch“, sagt Mitgründer Klaus Wiesen.

Dass derartige Informationen zunehmend wichtiger werden, zeigt auch das Ranking der Nachhaltigkeitsberichte vom Institut für Ökologisches Wirtschaften (IÖW) und der Unternehmensinitiative future – verantwortung unternehmen. Sie stellten beim Ranking 2016 fest, „dass sich zwar immer mehr Unternehmen um Nachhaltigkeit und Transparenz bemühen. Doch insbesondere die Bedingungen, unter denen zugelieferte Rohstoffe gefördert oder Vorprodukte hergestellt werden, liegen oft noch im Dunkeln.“

Deswegen unterliegen große börsennotierte Unternehmen seit 2017 sogar einer CSR-Berichtspflicht – mehr Transparenz über die Nachhaltigkeit in der Lieferkette soll Verletzungen von Menschen- und Umweltrechten verhindern. Die Skandale um brennende und einstürzende Fabriken der Bekleidungsindustrie in Indien und Bangladesh sind noch gegenwärtig. Kein Wunder also, dass Sustainabill beim Wettbewerb des Supply Chain Executive Club in Amsterdam als aussichtsreichstes Startup bewertet wurde. ■

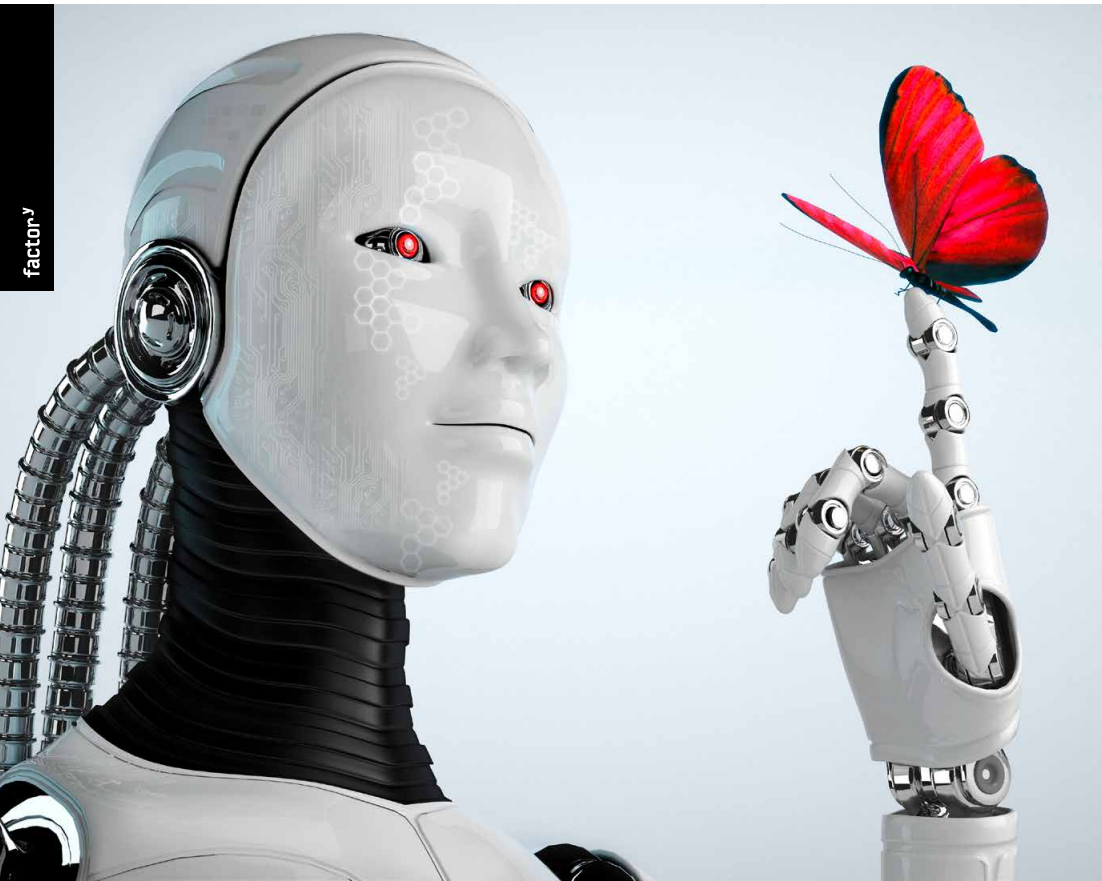
Susanne Schwarz studierte Sozialwissenschaften und Philosophie in Berlin, wo sie als Journalistin arbeitet, unter anderem für klimareporter.de, den Freitag, neues deutschland und Frankfurter Rundschau. Im factory-Magazin „Besser bauen“ (1-2017) schrieb sie zuletzt mit Susanne Götze über ressourceneffizientes Bauen.



»Digital first. Bedenken second.«

Wahlspruch der FDP auf Plakaten mit Christian Lindner zur Bundestagswahl 2017

Die FDP erhielt 10,7 Prozent der abgegebenen Stimmen und bildet die viertstärkste Fraktion im Bundestag.



© istockphoto.com/ belekekin, ABIDAL

Mit Datenschutz und Suffizienz gegen Rebound

Was bringt die Digitalisierung für Energie- und Ressourcenschonung? Macht sie alles hyper-effizient und begrenzt Umwelt- und Klimabelastung auf das Notwendigste? Oder werden wir eine Form der smarten Naturausbeutung erleben, bei der IKT-gestützte Umwelttechnik zu einer minutiösen Überwachung und über den Umweg der Konsumsteigerung letztlich zu noch größerem Energie- und Ressourcen hunger führt?

Von Tilman Santarius

Chancen und Potenziale, um den Energie- und Ressourcenverbrauch in vielen Sektoren und Anwendungsfeldern zu senken, scheint die Digitalisierung mannigfaltig zu bieten: Materielle Produkte lassen sich durch virtuelle Dienste ersetzen, so wie Bücher durch die Verwendung von E-Book-Readern. Damit lässt sich der Konsum schon ein Stück weit dematerialisieren. Das Herunterladen von E-Books, das Skyping mit weit entfernt lebenden Menschen oder das Online-Shopping mindert das Verkehrsaufkommen. Bekommen hunderte Kunden ihren Einkauf mit einem Transporter gebündelt geliefert, ist das viel ressourcen- und energieeffizienter als wenn jede Person per PKW zum Einkaufen fährt. Doch die Effizienzhoffnungen gehen noch weiter: Ganze Sektoren der Industrie, die Logistik und auch die Landwirtschaft lassen sich digital optimieren. Laut einem Bericht der Global e-Sustainability Initiative, einem Zusammenschluss von internationalen IT-Unternehmen, bieten digitale Lösungen das Potenzial, die weltweiten Treibhausgasemissionen bis 2020 um 16,5 Prozent zu senken. Dies wäre ein

deutlich größerer Erfolg als alle bisherigen Gesetze der Klimapolitik.

Doch in diesen und ähnlichen Szenarien werden allein die technischen Chancen für Effizienzsteigerungen berücksichtigt – nicht jedoch die gesellschaftlichen Auswirkungen, die die Digitalisierung mit sich bringt. Und noch weniger das Dilemma zwischen einem steigenden Maß der Information und Überwachung, das mit digitalen Effizienzsteigerungen einhergeht, und dem Ziel der Konsumsteigerung und des Wachstums, dem die Datensammlung heute in erster Linie dient. „Digital first, Bedenken second“, der Wahlkampfslogan der FDP trifft die gegenwärtige Einstellung genau. Doch welchen Leitbildern müsste eine digitale Gesellschaft folgen, wenn sie zugleich eine zukunftsfähige Gesellschaft sein möchte?

Technische Einsparpotenziale versus wirtschaftlicher Expansionsdrang

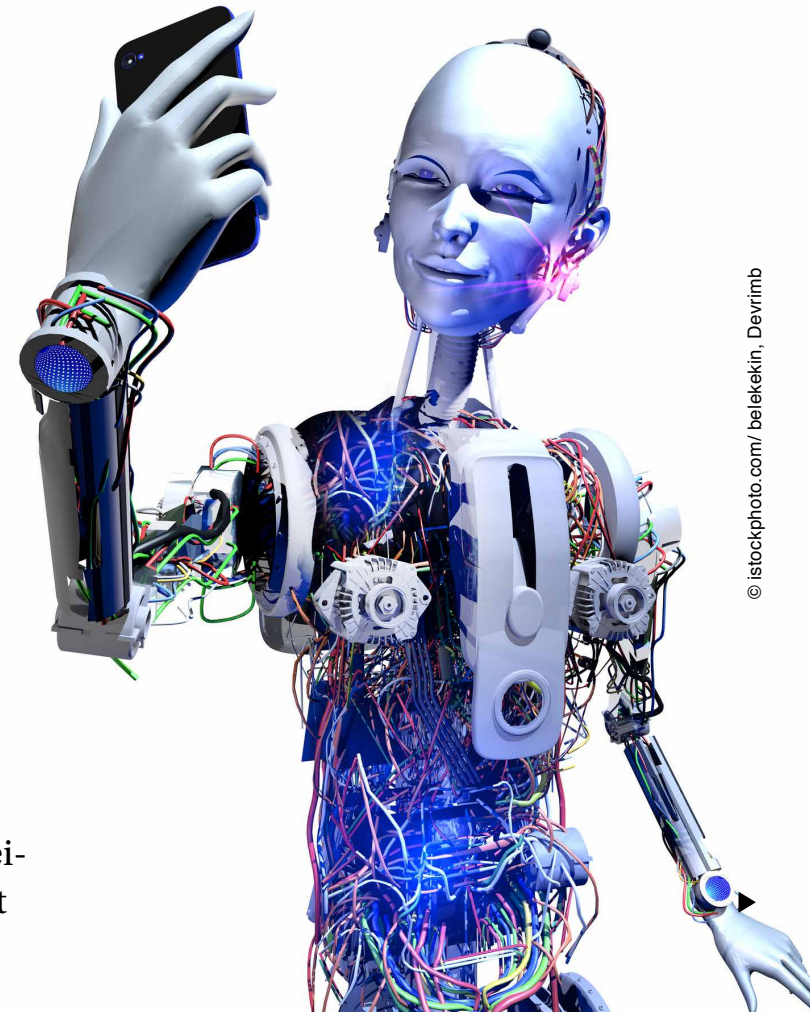
Zunächst zur Entwicklung digitaler Technologien. Hier sind zwei Phänomene bekannt, die manche gar als „Gesetzmäßigkeiten“ betrachten. Zum einen sind da die enormen Effizienzsteigerungen in der Rechnertechnologie und allem was dazu gehört, von der Batterie- bis zur Bildschirmtechnologie. So konnte beispielsweise der 1950er-Baujahr UNIVAC I-Computer, der mit 5.200 Elektronenröhren ausgestattete erste programmgesteuerte Digitalrechner aus den USA, ungefähr 0,015 „Operationen pro Watt-Sekunde“ (OPS) ausführen. Er verbrauchte dafür am Tag so viel Energie wie damals rund 200 Haushalte. Demgegenüber leistete etwa ein Fujitsu Vektorprozessor aus dem Jahr 2005 bereits satte 17 Milliarden OPS. Auch jüngere Vergleiche zwischen Mikroprozessoren zeigen nach wie vor erhebliche Energieeffizienzfortschritte. Jonathan Koomey, Consulting Professor an der Stanford University, hat über Jahrzehnte den Zusammenhang beob-

achtet und so seinen Namen verewigt: Das „Koomey’sche Gesetz“ besagt, dass sich die Rechnerleistung pro Kilowattstunde etwa alle 1,5 Jahre verdoppelt hat. Und in Zukunft, da sind sich die Szenarien einig, werden die Geräte – sowohl Endgeräte als auch Datenzentren und Cloud-Technologien – noch energieeffizienter werden.

Das klingt erst einmal erfreulich. Doch zum anderen sehen wir laufend enorme Leistungssteigerungen bei der Rechner- und Speicherkapazität. Hier lässt sich ein korrespondierender Zusammenhang beobachten: Auch die Integrationsdichte pro Flächeneinheit verdoppelt sich etwa alle 1,5 Jahre. Dies kennen wir als das bekannte „Moore’sche Gesetz“, denn Gordon Moore hatte bereits in den 1960er Jahren eine Verdopplung der Komplexität integrierter Schaltkreise erkannt – und als langfristigen Trend vorausgesagt. Vom Commodore C64 aus den 1980er Jahren bis zum neuesten iPhone X hat sich die Leistung unserer digitalen Begleiter in sagenhafter Weise entwickelt. Und wird in Zukunft weiterhin drastisch zunehmen. Doch weil

das so ist, werden die Einsparpotenziale durch die größere Leistungsfähigkeit der Rechner wieder aufgefressen. Auf eine Formel gebracht lautet das Ergebnis der beiden Gesetze: Koomey + Moore = ökologisches Nullsummenspiel.

Hinzu kommt, dass leistungsstärkere Prozessoren, größere (Arbeits-)Speicher, energiesparendere Bildschirme, hochleistungsfähigere Batterien usw. gänzlich neue Anwendungen möglich machen, die mit den ineffizienten Vorgänger-Technologien gar nicht denkbar gewesen wären. Es gäbe kein Smartphone mit dem Stand der Technik der 1980er Jahre – und wenn doch, müssten wir einen Bollerwagen mit Batterien hinter uns herziehen, um es zu betreiben. Ebenso gilt: Das Internet der Dinge würde sich in Zukunft nicht entfalten, wenn nicht die RFID-Chips und Sensoren pro Stück kaum noch Energie verbrauchen würden. In der Summe aber macht Kleinvieh aber bekanntermaßen sehr wohl Mist. Es erlaubt neue Applikationen, die den Energie- und Ressourcenverbrauch weiter in die Höhe schnellen lassen: Smart



Cities, selbstfahrende Autos, vernetzte Fabriken oder intelligente Kleidung – all dies und noch weiteres, was in den nächsten Jahren an neuen, bisher noch nicht antizipierten Anwendungen hinzu kommen wird, kostet Material und Energie. Schon heute beträgt der Anteil von IKT am weltweiten Stromverbrauch rund 8 Prozent. Bis zum Jahr 2030 kann er auf 21 Prozent oder sogar 51 Prozent anwachsen – je nachdem, wie digital die zukünftige Gesellschaft geprägt sein wird. Auf eine Formel gebracht lautet dies: Koomey + Moore + immer neue Anwendungen, die deshalb möglich werden = Expansion des Energie- und Ressourcenverbrauchs.

Digitale Suffizienz statt smarte Effizienz

Beispielhaft für dieses Problem steht die Einführung von Smarthomes und automatisierten Energiemanagementsystemen. Mit ihrer Hilfe kann ordentlich Heizenergie eingespart werden, wenn sich die Systeme an die Nutzungsmuster der Bewohner*innen anpassen. Wenn Menschen von montags bis freitags

im Büro arbeiten, dreht kaum jemand beim Verlassen des Hauses morgens die Heizkörper runter – schon allein deshalb nicht, weil sonst zunächst Frieren angesagt wäre, wenn man nach Hause kommt. Digital aber geht das ohne Komfortverlust. Mittels smarterer Steuerung kann die Heizung automatisch an die Nutzungsmuster angepasst werden, beispielsweise tagsüber etwas kühler gehalten und erst gegen Abend auf Wohlfühltemperatur angehoben werden. Allerdings deckt eine Studie zur Ökobilanzierung dieser Systeme auf, dass sie recht stromintensiv im Betrieb sind und die Herstellung der Geräte und Steuerungseinheiten ebenfalls bereits Energie verbraucht hat. Daher fangen sie erst nach einer Nutzung von frühestens anderthalb Jahren an, tatsächlich Energie einzusparen.

Und die Ökobilanzierung bezieht nicht in die Betrachtung ein, was neben der Heizungsanlage mithilfe des Smarthome-Systems noch alles elektronisch gesteuert wird und ebenfalls Strom frisst – von der vernetzten Alarmanlage über die Steuerung der Lichtfarbe der Wohnzimmerlampen bis

zum Vorheizen des Backofens aus der Ferne. Nur ein Bruchteil der Anwendungen vieler Smarthome-Systeme ist darauf ausgelegt, den Energieverbrauch zu verringern. Der weitaus größere Teil sind neue Spielereien, die vielleicht dem Komfort dienen, aber nicht dem Umweltschutz.

Damit jedoch die technischen Einsparpotenziale digitaler Geräte und Anwendungen nicht verpuffen, müsste man auf allen Ebenen – vom Design der Technologien über ihre politische Regulierung bis zu ihrer Nutzung – das Leitbild einer „Digitalen Suffizienz“ verfolgen. „So viel Digitalisierung wie möglich“, ist derzeit die Maxime. Nötig wäre stattdessen eher das Motto: „So viel Digitalisierung wie nötig, so wenig wie möglich.“ Denn wenn wir die planetaren Grenzen nicht sprengen wollen, sollte Digitalisierung nicht dazu führen, dass sie auch noch die letzten analogen Anwendungen durch smarte Geräte ersetzt. Vielmehr sollten digitale tools vorrangig so eingesetzt werden, dass sie tatsächlich zu einer absoluten Reduktion der Energie- und Ressourcenverbräuche führen. ►

Totale Überwachung in der Sensoren-Residenz

Schließlich gibt es noch eine andere Herausforderung durch smarte Geräte: den Datenschutz. Auf individueller Ebene wirft schon die Erfassung, Übertragung, Speicherung und Auswertung der Informationen, die wir beim Surfen im Internet hinterlassen, Fragen zum Schutz der Privatsphäre auf – erst recht aber wird das im smart vernetzten Wohnumfeld zum Problem. Anwendungen, die zur Steuerung von Haushaltsgeräten genutzt werden, liefern viele Daten an die Hersteller. Die auf den ersten Blick unkritischen Informationen ermöglichen sehr konkrete Rückschlüsse auf das Alltagsleben der Menschen. So hat eine Studie gezeigt, dass man allein anhand des Energieverbrauchs erkennen kann, wann welcher Fernsehsender in einem Haushalt geschaut wurde – wenn nicht die Smart-TVs diese Informationen selber liefern.

Doch viele Smarthome-Systeme übertragen noch weit differenziertere Informationen. In den letzten Jahren haben

mehrere große IT-Konzerne sprachgesteuerte Geräte herausgebracht, wie etwa Alexa von Amazon und entsprechende Konkurrenzprodukte anderer Hersteller. Mit ihnen kann man elektronische Geräte im Haus steuern, aber eben auch vieles andere machen – etwa sich Musik vorspielen lassen oder online shoppen. Das Risiko für Datenschutz und Privatsphäre: Alexa zeichnet alle Gespräche auf und leitet sie in die Cloud weiter. Jüngst hat Amazon diese Daten für die Aufklärung einer Straftat herausgegeben. In einem anderen Fall hat der amerikanische Geheimdienst CIA smarte Fernseher von Samsung gehackt, um die Nutzer zu bespitzeln. Insgesamt besteht das Risiko, dass Smarthome-Systeme minutiöse Präferenz- und Bewegungsprofile der Nutzer erstellen und intimste persönliche Informationen über ihr Verhalten sammeln – der Film „Minority Report“ zeigt eine Gesellschaft, deren Verhalten sich vorher-sagen lässt. Es entsteht eine historisch beispiellose Machtasymmetrie zwischen den datensammelnden Unternehmen und den Nutzer.

Solange mit Smarthome-Systemen die Heizenergie gedrosselt werden kann, ließe sich aus einer Perspektive, die vor allem ökologische Ziele verfolgt, schnell von einer Kosten-Nutzen-Abwägung zwischen Umweltschutz und Privatsphäre sprechen. Ähnlich argumentieren manche auch in anderen Feldern – etwa, wenn nutzerspezifische Bewegungsprofile im Verkehr erhoben werden, um öffentliche Verkehrsträger besser auszulasten und nutzungsgeteilte Mobilitätsdienstleistungen kundenspezifischer anbieten zu können. Doch die Annahme, dass eine Preisgabe der Intimität einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz leisten würde, könnte sich auch in ökologischer Hinsicht als Trugschluss erweisen. Dies wird deutlich, wenn man sich vor Augen hält, wofür heute ein guter Teil der im Internet hinterlassenen persönlichen Informationen verwendet wird: Große Unternehmen wie Google, Facebook, Apple, Microsoft und einige andere, die mittels ihrer Suchmaschinen, sozialen Netzwerke, Betriebssysteme oder Browser über extrem detaillierte Nutzerinformationen verfügen, ziehen einen enormen



wirtschaftlichen Nutzen daraus, diese Informationen der Werbeindustrie zur Verfügung zu stellen. Allein Google und Facebook teilen sich rund die Hälfte der weltweiten Online-Werbeinnahmen, die im Jahr 2017 schon weit über 200 Milliarden Dollar betragen und weiter steil ansteigen. Das Geschäftsmodell dahinter: Persönliche Informationen werden ausgewertet, um Konsument*innen möglichst personalisierte Werbung sowie Produkte mit zunehmend personalisierten Preisen anzubieten. Die eigentliche Kundengruppe der datensammelnden IT-Konzerne sind die Werbefirmen und Marketingabteilungen; die Internet- und Handynutzenden sind nur ihre Produzenten. Im Ergebnis wird der Konsum ordentlich angekurbelt. Durch Digitalisierung, Vernetzung und Big Data erlebt die absatzorientierte Wirtschaft einen neuen Frühling – mit entsprechenden Auswirkungen auf die Energie- und Ressourcennachfrage, die mit dem Konsum ebenfalls weiter ansteigt. Welche politischen und ökologischen Dimensionen das haben kann und wie der „Network-Effekt“ die digitale Wirtschaft bestimmt, beschreibt And-

res Friedrichsmeier im factory-Magazin Handeln in „Möge die Macht mit uns sein“.

Datenschutz für die Rettung des Planeten

Neben dem Leitbild der digitalen Suffizienz muss daher auch das Leitbild „Konsequenter Datenschutz“ verfolgt werden. Datenschutz ist nicht nur wichtig, um den Schutz der Privatsphäre, die Integrität der Person und die Meinungsfreiheit zu gewährleisten – wenngleich diese bereits in sich selbst wichtige, beinahe unveräußerliche Ziele darstellen. Ein konsequenter Datenschutz ist auch aus ökologischen Gründen zentral. Denn die beinahe völlige Freizügigkeit der IT-Konzerne, persönliche Daten für jedwede Zwecke analysieren und die gewonnenen Erkenntnisse ohne Einschränkungen an Werbekunden weitergeben zu dürfen, steigert das nicht-nachhaltige Konsumniveau. Auch aus Gründen des Umweltschutzes muss die kommerzielle Datenauswertung und -nutzung daher viel stärker als bisher reguliert werden: Nur wenn staatliche und

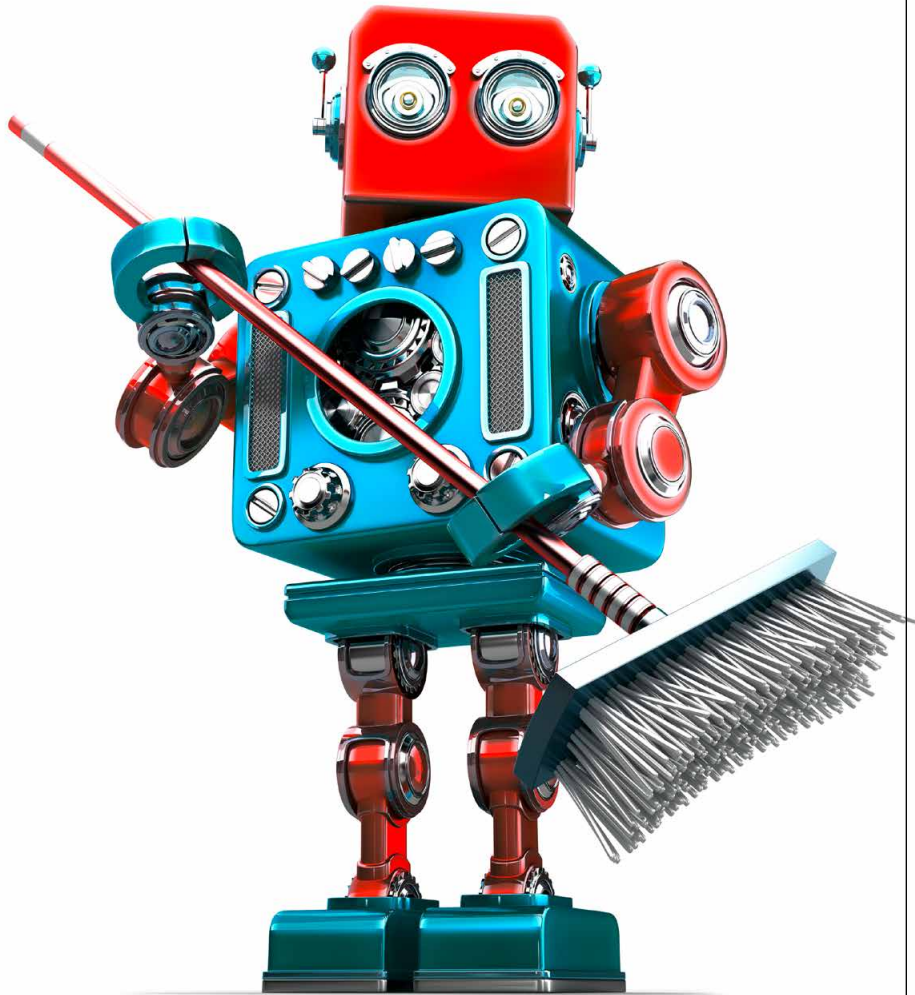
privatwirtschaftliche Datenspeicherung und -nutzung streng limitiert sind, lässt sich eine Aushöhlung der Demokratie und die weitere Expansion der Naturausbeutung vermeiden. ■

Dr. Tilman Santarius ist Professor für Sozial-ökologische Transformation und Nachhaltige Digitalisierung an der TU Berlin und am Einstein Center Digital Futures. Sein Buch „Smarte grüne Welt“ – zusammen mit Steffen Lange – erschien Anfang 2018 im Oekom Verlag. Im factory-Magazin Rebound schrieb er zusammen mit Wolfgang Sachs „Rethink statt Rebound: Der Effizienzrevolution muss eine Suffizienzrevolution vorangehen.“



»Wir sind längst Cyborgs,
nur dass die Schnittstelle zum
Internet bislang noch in unserer
Hand liegt.«

Miriam Meckel (* 18. Juli 1967), deutsche Kommunikationswissenschaftlerin, Publizistin, Herausgeberin der Wirtschaftswoche und Direktorin am Institut für Medien- und Kommunikationsmanagement an der Universität St. Gallen



Mit ein bisschen digitaler Hilfe ...

Allein durch sparsameres Nutzerverhalten ließe sich der Gesamtenergieverbrauch um bis zu 36 Prozent verringern. Sicher ist: Mit digitaler Hilfe können private Haushalte ihren Energie- und Ressourcenverbrauch deutlich reduzieren. Auch am Arbeitsplatz lässt sich so Energie sparen.

Von Carolin Baedeker, Viktor Grinewitschus und Andre Beblek

Es ist ein schlafender Riese der Emissionswende: Gut ein Viertel des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland entfällt auf Privathaushalte. Mehr als zwei Drittel davon benötigen sie, um ihre Räume zu heizen. Ein Bereich also mit viel Potenzial, um die Energiewende voran zu treiben. Die britischen Wissenschaftler Wood und Newborough schätzten 2003, dass etwa 26 bis 36 Prozent des Energieverbrauchs im Haushalt durch Verhaltensänderungen beeinflussbar ist. Leider scheitert ein Großteil der Produkt- und Dienstleistungsinnovationen mit hohen Nachhaltigkeitspotenzialen jedoch bisher an mangelnder Nutzerakzeptanz. Oder die nachhaltigen Neuerungen lösen durch unerwartetes Nutzerverhalten negative Rebound-Effekte aus – beziehungsweise sie werden falsch angewendet. So konterkariert das Nutzerverhalten in vielen Fällen hochinvestive Maßnahmen im Gebäudebereich wie Dämmung oder neue Heiz- und Lüftungsanlagen.

Mit etwas Hilfe ließe sich das ändern: Geht es um die Steigerung der Energieeffizienz in Haushalten, kann technische und digitale Assistenten Nut-

zer dabei unterstützen, ihr Verhalten beim Heizen und Lüften zu verbessern. Entscheidend ist dabei jedoch der richtige Umgang mit den digitalen Lösungen – und ihre Akzeptanz durch die Nutzer. Wichtig ist deswegen schon bei deren Entwicklung und Weiterentwicklung die frühzeitige Nutzerintegration.

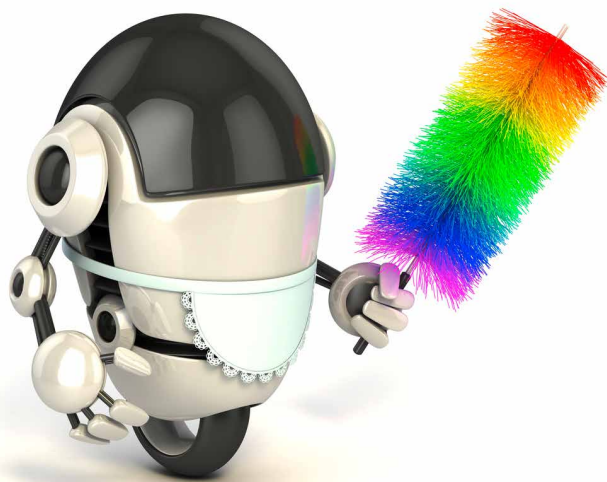
Im Rahmen des Forschungsprojektes SusLabNWE konnten wir, Wissenschaftler des Wuppertal Instituts und der Hochschule Ruhr West, in mehr als 80 Haushalten im nordrhein-westfälischen Bottrop in den Jahren 2012 bis 2015 das jeweilige Heiz- und Lüftungsverhalten messen und mit Hilfe von Nutzer-Interviews und Beobachtungen analysieren. Deutlich zeigte sich, wie unterschiedlich der Heizenergieverbrauch der Haushalte bei gleichem Gebäudealter und Heizsystem ist. Die Differenz zwischen den Mietern mit dem niedrigsten Verbrauch und den Mietern mit dem höchsten Verbrauch lag, je nach Gebäudeart und -zustand, zwischen minus 54 und plus 113 Prozent gegenüber dem Durchschnitt. In der Folge suchten wir nach Wegen, durch niedrig-investive Maßnahmen das Hei-

zen und Lüften nicht zu automatisieren, sondern die Nutzer mitzunehmen und ihr Verhalten zu beeinflussen.

Dazu stellten wir 40 Haushalten in Bottrop elektronische „Assistenten“ zur Verfügung: entweder in Form einer automatischen Thermostatsteuerung wie in Smart Home Systemen üblich oder als so genannte „CO₂-Ampel“. Sie dient der Überwachung der Raumluftqualität und zeigt über ein Ampelsystem gute, sich verschlechternde oder alarmierende CO₂-Werte an und macht zudem Angaben zu Temperatur, Luftfeuchte sowie „flüchtigen oxidierbaren Gasen“ (VOC). Daneben ist auch ein Datenlogger zur Langzeitaufzeichnung der Messwerte integriert, der damit auch Veränderungen im Verhalten protokolliert. Normalerweise lüften und heizen Nutzer „nach Gefühl“. Die CO₂-Ampel zeigte ihnen nun an, wann und wie lange Frischluft benötigt wurde. Im Winter 2013/2014 hatten wir zunächst erstmal die Verbrauchs- und Raumklimadaten ohne digitale Unterstützung erfasst. Diesen stellten wir schließlich dem Heizenergiebedarf nach Einrichtung der Smart Home Systeme und CO₂-Ampeln gegenüber. ►



Dabei zeigte sich, dass die untersuchten Haushalte durch beide Systeme durchschnittlich über zehn Prozent weniger Heizenergie benötigten. Manche erreichten mit dem Smart Home System sogar bis zu 25 Prozent Einsparung – mit der CO₂-Ampel sogar bis zu 31 Prozent. Andererseits verbrauchten einige Haushalte mehr Energie als zuvor, da sie durch die automatische Steuerung Räume wie das Badezimmer heizten, die bisher ungeheizt blieben – oder sie heizten automatisiert länger als zuvor manuell. Darüber hinaus hatten Teilnehmende, denen die Systeme nicht installiert, sondern zur Selbstmontage



© istockphoto.com/ belekekin, koyaz79

ausgehändigt worden waren, Probleme, diese zu installieren und in Betrieb zu nehmen.

Ähnliche Ergebnisse und Erkenntnisse brachte das Projekt „Schlauer Wohnen mit Smart Home“ der Bau- und Wohnungsgenossenschaft Halle Merseburg, das von Oktober 2014 bis April 2016 in 25 Mietwohnungen in Halle Daten sammelte. Installiert wurden Smart Home Systeme zur Heizungs- und Lüftungsassistenz, die wissenschaftliche Begleitforschung übernahm die Bochumer EBZ Business School, eine Hochschule für Immobilienwirtschaft. In den Haushalten installierte man zusätzlich Raumklimalogger zur Erfassung und Speicherung der Raumlufttemperatur und -qualität. Zur Beurteilung der energetischen Systemeffizienz wurden die Heizkostenabrechnungen mit Klimadaten bereinigt und ausgewertet.

Daraus ergaben sich witterungsunabhängige Verbrauchseinsparungen von etwa sechs bis acht Prozent. Vor allem Mieter mit anfänglich anteilig hohen Verbrauchskosten im Vergleich zu den Grundkosten erzielten mit dem Assistenzsystem größere Einsparun-

gen. Diese ehemaligen Vielverbraucher bilden somit einen größeren „Einsparhebel“, ohne dass das Komfortniveau abnahm oder das Schimmelrisiko stieg. Entsprechend gering fiel die Einsparung bei Haushalten aus, die einen ohnehin geringen Verbrauchsanteil besitzen.

Mit wenig Aufwand zu großen Veränderungen – Energie einsparen am Arbeitsplatz

Noch größer sind die Energieeinsparpotenziale in Büro- und Verwaltungsgebäuden: Hier zeigen Projekte, dass sich allein durch energiesparsameres Nutzerverhalten im Büro der Gesamtenergieverbrauch in öffentlichen Gebäuden um bis zu 40 Prozent senken lässt. Entsprechend hoch sind die erreichbaren Kosteneinsparungen. Um die Energieeffizienz von Büros und Bürogebäuden zu steigern, werden zahlreiche technische Lösungen entwickelt und angewandt. Die tatsächliche Wirksamkeit und Nachhaltigkeit dieser Lösungen entsprechen allerdings häufig nicht den Erwartungen, da der menschliche Faktor nicht

berücksichtigt ist. Dies liegt vor allem an der Tatsache, dass das Verhalten von Angestellten, Gebäudemanagern und Haustechnikern den Gebäudebetrieb mit beeinflusst. Das gilt für die einzelnen Büros sowie auch für die gemeinschaftlich genutzten Räume: Besprechungsräume, Abteilungsküchen, Veranstaltungsäle etc.

Leider berücksichtigt man dieses Wechselspiel aus Anlagentechnik, Gebäudemanagement, Büroausstattung und Nutzerverhalten bei der Planung nicht genug. Dann bleiben Fragen wie: Was kann ich bezüglich des Raumklimas beeinflussen? Was will ich beeinflussen? Und worauf möchte ich keinen Einfluss haben? Bleiben die Antworten der Nutzer unberücksichtigt, führen ihre alltäglichen Handlungen vielfach zu Rebound-Effekten, die sogar mehr Energie als geplant verbrauchen und damit höhere Kosten verursachen.

Das Büroklima bestimmen

Das vom Wuppertal Institut betreute und vom Land NRW geförderte Projekt „EE-Office“ untersucht gegenwärtig die

CO₂-Einsparung durch nutzerintegrierte Energieeffizienzlösungen. Im realen Betrieb kommen Nutzerverhalten und Energieverbrauch im Bonner Land- und Amtsgericht, das der Bau- und Liegenschaftsbetrieb Nordrhein-Westfalen (BLB NRW) verwaltet, unter die Lupe. Die Büroräume und Gerichtssäle sind über ein historisches Gebäude und zwei aus den 2000er Jahren stammenden Anbauten verteilt. Hier bieten sich hohe Potenziale für Energieeinsparungen, da die Energieverbräuche über dem Durchschnitt von Verwaltungsgebäuden liegen. Durch einfache Lösungen, die sie im Projekt individuell erarbeiten, kann jeder Mitarbeiter und jede Mitarbeiterin einen Beitrag leisten, Energie einzusparen sowie die Energieeffizienz im eigenen Büro und damit im gesamten Gebäude zu steigern.

Das Projekt will nicht nur den Teilnehmenden einen Überblick über ihre Energieverbräuche im Vergleich zu den anderen Mitarbeitern ermöglichen. Mittels direktem und kontinuierlichem Feedback durch Anzeigesysteme im Büro sowie individuelle Online-Datenplattformen sollen die Nutzer ihr Raum-

klima eigenständig gestalten können. Dabei soll potenzielles energieineffizientes Nutzerverhalten nicht kompromittiert werden. Vielmehr ist es Ziel des Projekts, dass die Mitarbeiter ihre individuelle Komfortzone möglichst energieeffizient einrichten.

Die Nutzer stehen im Projekt vor der Aufgabe, ein ausgewogenes Raumklima als Zusammenspiel aus einer individuell-angenehmen Temperatur und einer gesunden Raumluft zu erzeugen. Gemessen und angezeigt wird im Projekt der CO₂-Gehalt der Luft als Parameter für die Raumluftgüte. Sorgen die Nutzer beispielsweise durch Lüften für eine geringe CO₂-Konzentration in der Luft, wird das Büro kühler und durch gleichzeitig verstärktes Heizen eine behagliche Temperatur hergestellt. Deswegen stellt effizientes Heizen und Lüften immer einen Kompromiss zwischen guter Raumluft, behaglichen Temperaturen und effizienten Energieverbräuchen dar.

Im Bonner Gericht erklärten sich 91 Personen und damit fast 20 Prozent der Belegschaft bereit, an dem Projekt teilzunehmen. Die Motivation der Teil-



nehmenden liegt dabei vor allem darin, etwas über die Einflussmöglichkeiten beim Energieverbrauch im Büro zu erfahren und entsprechende Handlungsempfehlungen auch für Zuhause mitzunehmen.

Interessant dabei: Der Vergleich des Energieverbrauchsverhaltens zwischen den Büros mit Anzeigesystem, die durch ein Lichtsignal im direkten Kontakt mit den Teilnehmenden stehen und denen mit Messgeräten, die nur Aufzeichnungszwecken dienen, zeigt bereits in der frühen Projektphase signifikante Unterschiede. So sind die Schwankungen des CO₂-Gehalts und der Raumtemperatur in Büroräumen, die nur über reine Aufzeichnungsgeräte verfügen, sehr viel höher als in denen mit Feedbacksystemen. Dies deutet bereits darauf hin, dass sich Nutzer durch Feedbacksysteme stärker für die Energieeinsparung engagieren. Damit ließe sich der Riese sanft, aber gründlich wachrütteln. ■

Dr. Carolin Baedeker ist stellvertretende Abteilungsleiterin im Bereich Nachhaltiges Produzieren und Konsumieren am Wuppertal Institut, Prof. Dr.-Ing. Viktor Grinewitschus ist Inhaber der Techem Stiftungsprofessur für Energiefragen der Immobilienwirtschaft an der EBZ Business School – University of Applied Sciences, Andre Beblek ist dort Projektleiter.



Literatur:

- Baedeker, Carolin; Liedtke, Christa; Welfens, Maria Jolanta: Green Economy as a Framework for Product-Service Systems Development: The Role of Sustainable Living Labs. In: Keyson, David V.; Guerra-Santin, Olivia; Lockton, Dan (Editors) Living Labs – Design and Assessment of Sustainable Living, Springer International Publishing Switzerland, 2017, pp. 35-51.
- Liedtke, Christa; Baedeker, Carolin; Hasselkuß, Marco; Rohn, Holger; Grinewitschus, Viktor: User-integrated innovation in Sustainable LivingLabs: an experimental infrastructure for researching and developing sustainable product service systems. In: Journal of Cleaner Production Volume 97, 15 June 2015, pp. 106-116.

»Computerviren sollten als Lebensform zählen. Ich denke, es sagt etwas über die menschliche Natur aus, dass die einzige Lebensform, die wir bisher erschaffen haben, rein destruktiv ist. Wir haben das Leben nach unserem eigenen Bild geschaffen.«

Stephen William Hawking (1942-2018), britischer theoretischer Physiker und Astrophysiker



„Es muss ein Umdenken stattfinden.“

Die Digitalisierung kostet Ressourcen. Für das Internet der Dinge, Sensoren und Dateninfrastrukturen entsteht erheblicher Material- und Energiebedarf, auch wenn bestimmte Bereiche dadurch ressourceneffizienter werden. Wo Engpässe und Abhängigkeiten drohen und wie sie sich vermeiden lassen, darüber sprach Ralf Bindel mit Professor Armin Reller. Er ist Inhaber des Lehrstuhls Ressourcenstrategie am Institut für Materials Resource Management (MRM) und Vorstandssprecher des Wissenschaftszentrums Umwelt (WZU) der Universität Augsburg.

factory: Herr Professor Reller, können Sie beziffern, wie groß der Ressourcenaufwand bei fortschreitender Digitalisierung in den nächsten Jahren sein wird?

Armin Reller: Es ist schwierig zu beziffern und realistisch einzuschätzen, welche Rohstoffen für den Aufbau der gesamten Infrastruktur notwendig sein werden. Sicher ist damit zu rechnen, dass Versorgungsengpässe für bestimmte Rohstoffe auftreten, insbesondere auf Grund der Tatsache, dass einige essenzielle Ressourcen in der Hand einzelner Länder oder auch Konzerne sind. Damit sind sozio-ökonomische und geo-politische Konflikte vorprogrammiert.

Wie sieht es bei den Metallen der seltenen Erden aus? Reichen die Vorräte für den digitalen Ausbau?

Die berühmt-berüchtigten Seltene-Erdmetalle sind gar nicht so selten. Das Problem ist jedoch, dass zur Zeit über 90 Prozent dieser wichtigen Funktionsmetalle in China gewonnen werden.

Warum ist das so kritisch?

Da China bestrebt ist, Wertschöpfungsketten im eigenen Land aufzubauen, kann davon ausgegangen werden, dass das Land aus strategischen Überlegungen zuerst seinen Eigenbedarf deckt – und erst dann die Bedürfnisse externer Nutzer bedient.

Wenn der Stromverbrauch der Digitalisierung und damit der Ressourcenverbrauch für die Energieerzeugung steigen: Können Sie abschätzen, welche Entwicklung das nehmen wird?

Man kann davon ausgehen, dass für den Ausbau und Betrieb der gesamten, die Digitalisierung ermöglichenden Infrastruktur erhebliche Energiemengen bereitgestellt werden müssen. Auch der Ressourcenverbrauch wird trotz aller möglichen Effizienzgewinne steigen. Zudem steigt der Energieverbrauch auch auf Grund der Tatsache, dass für die Realisierung von Industrie 4.0, Smart Technologies etc. hochraffinierte Funktionsmaterialien eingesetzt werden müssen, was wiederum einen erheblichen Energieverbrauch zur Folge hat. Es

stellt sich dabei die Frage, ob es gelingt, auf regional und erneuerbar erzeugte Energiequellen zurückzugreifen.

Was ist zu tun, um eine umwelt- und klimafreundliche, eine nachhaltige Industrie 5.0 zu gestalten?

Wie gesagt, muss der Energieverbrauch möglichst effizient erfolgen und grundsätzlich mit regenerativen Energietechnologien abgedeckt werden. Darüber hinaus sollten die eingesetzten primären und sekundären Ressourcen derart konzipiert sein, dass möglichst geringe dissipative Verluste auftreten, weil Rohstoffe so fein verteilt werden, dass sie unwiederbringlich verloren gehen. Dazu müssen Logistiken entwickelt werden, die Recycling bzw. Reuse ermöglichen und somit einen wichtigen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft leisten. Diese Anforderungen beinhalten letztlich auch, dass die derzeitige Zunahme der Diversität synthetischer Funktionsmaterialien kontrolliert unter den Gesichtspunkten nachhaltigen Wirtschaftens erfolgt.



Was muss passieren?

Es muss ein Umdenken stattfinden. Das bedeutet, dass man einerseits ein zukunftsfähiges Ressourcen- und Energiemanagement betreibt, gleichzeitig aber auch mögliche Rückkopplungseffekte erkennt und entsprechende Alternativen bei Planung und Umsetzung mit berücksichtigt. Das sind Herkules-Aufgaben, die jedoch essenziell für die Wahrung von Ressourcenpotentialen, aber auch für die Einhaltung sozialer Standards und letztlich die Zukunft unseres Planeten sind.

Wer ist dafür verantwortlich?

Eine zentrale Rolle nehmen zweifellos die international tätigen Unternehmen der Informations- und Kommunikationsbranche ein, also privatwirtschaftliche Akteure. Das heißt aber auch, dass die vorherrschende Machtposition durch politische Regularien und Gesetze steuerbar ist. Alle Akteure, auch die Konsumentinnen und Konsumenten, stehen in der Verantwortung, die weitere Entwicklung der Digitalisierung den menschlichen Bedürfnissen entsprechend gestaltbar zu belassen. Das

„Worst Scenario“ wäre, dass wir nur noch reagieren können.

Den wenigsten Entscheidern dürfte das bewusst sein.

Das hat damit zu tun, dass die Tragweite der „Digitalen Transformation“ auf Grund ihrer komplexen Wirkungsweise kaum erfasst werden kann. Auch ist es schwierig abzuschätzen, wem diese Entwicklung zu Gute kommt und wer unter Umständen darunter leidet. Gerade bei der Ressourcenbereitstellung und -nutzung können unterschiedliche Szenarien eintreten. In ressourcenreichen Ländern Afrikas, wie in der Demokratischen Republik Kongo, könnte das Vorkommen reicher Lagerstätten der Wirtschaft zum Aufschwung verhelfen, führt aber in der Realität zu korruptionsgeprägten Missständen.



Im Kongo leiden nach Jahrzehnten Bürgerkrieg 13 Millionen Hilfsbedürftige und fast 8 Millionen Hungernde unter der größten humanitären Krise in der Geschichte des 80-Millionen-Einwohner-Landes. Das Land ist Hauptlieferant der zentralen Rohstoffe für die Energiewende und könnte ganz Afrika industrialisieren, stattdessen bedroht die Krise den ganzen Kontinent, heißt es.

Das ist leider so. Ressourcensegen oder Ressourcenfluch liegen in der Hand von mehr oder weniger politisch und gesellschaftlich legitimierten Entscheidern.

Kann die Digitalisierung ihren hohen Ressourcenaufwand durch Effizienzgewinne wieder auffangen?

Rebound-Effekte werden auf jeden Fall eintreten. Die Digitalisierung kann durchaus durchaus Effizienzgewinne generieren, vor allem im Logistikbereich. Hinsichtlich der technischen Entwicklung werden jedoch hochkomplexe, in ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrem Funktionsdesign äußerst komplizierte Materialkompositionen notwendig. Dadurch steigt

die schon genannte Materialdiversität, was wiederum die Recyclingfähigkeit beeinträchtigt. Zudem extrahieren wir weiterhin Metalle aus primären Quellen, und nur bedingt aus sekundären metallischen Wertstoffen. Oft finden sich im Schrott nur kleinste Mengen von Funktionsmetallen, deren Rückgewinnung kompliziert und energieintensiv ist. Dementsprechend werden vor allem aus wirtschaftlichen Gründen nach wie vor mehr Primär- als Sekundärrohstoffe verwendet: eine kurzsichtige und problematische Ressourcenstrategie.

Wenn zunehmend Produkte, Geräte, Materialien und Stoffe mit RFID-Chips versehen werden, um diese besser identifizieren und recyceln zu können, wäre das eine Lösung?

RFID-Chips mit Materialinformationen zu jedem Produkt stellen einen durchaus nutzbringenden Ansatz dar. Wenn jedoch in dieser Technologie Ressourcen zum Einsatz kommen, die durch die Nutzung verloren gehen, respektive dissipieren, so kann das zu ungünstigen Rebound-Effekten führen. Gerade an diesem Beispiel wird deutlich, dass die

erzielte Materialersparnis bei extrem hohen Stückzahlen überkompensiert werden kann. Es muss unbedingt darauf geachtet werden, dass in solchen Anwendungen unkritische Materialien bzw. Ressourcen zum Einsatz kommen.

Vielfach besteht die Hoffnung, dass Produzenten Materialinformationen verschlüsselt per Blockchain-Technologie Recyclern zur Verfügung stellen, damit diese materialgerecht trennen können.

Die Euphorie, dass mit Blockchain die Transparenz in der Wertschöpfungskette und damit die Ressourceneffizienz gesteigert werden kann, teile ich bedingt. Blockchain kostet ebenfalls Ressourcen. Die Forderungen nach Transparenz hinsichtlich Herkunft, Nutzungsweise und Zukunft von Materialien, Prozessen und Produkten sind unumstritten zielführend, das Blockchain-Konzept ist ein möglicher Ansatz.

Wie groß sind die dissipativen Verluste, nach denen sich die Rohstoffe nicht wiedergewinnen lassen?

Wie schon erwähnt, wird in Produktionsprozessen angestrebt, möglichst geringe und miniaturisierte Materialmengen einzusetzen – das Wesen der Ressourceneffizienz. Da diese Strategie insbesondere für Massenprodukte verfolgt wird, wie bei Handys, Smartphones, Kameras usw., werden durch die Nutzung der Massenartikel kleinste Materialportionen über den ganzen Erdball verteilt. Eine Rückgewinnung ist auf Grund der extremen räumlichen Verteilung bzw. Dissipation energetisch und logistisch wenig sinnvoll. Unter dem Strich verlieren wir wertvolle Stoffe historisch betrachtet unwiederbringlich.

Lassen sich diese Verluste vermeiden?

Wenn wir Geräte aus kombinierten Funktionsmodulen konstruieren, dazu angemessene Nutzungsdynamiken konzipieren, ist es möglich, langlebige Baueinheiten einzusetzen, die ihre Funktionsfähigkeit über eine erste Nut-

zungsphase hinaus nicht verlieren. Wird dieser Tatsache bei dem Design von Produkten Rechnung getragen, kann das Dissipationspotenzial massiv reduziert werden. Damit verbunden ist auch eine Rückbesinnung auf Langlebigkeit und Reparaturfähigkeit. Insgesamt lassen sich Wertschöpfungsketten konzipieren, die vor allem auch die Nachnutzungsphase und dementsprechend die Wiederaufbereitung und Wiederverwendung von Funktionseinheiten zum Ziel haben. Dann ist es auch möglich, eingebaute Kleinstmengen an wertvollen Funktionsmaterialien für aufeinanderfolgende Produktzyklen ohne große Verluste und Rückgriffe auf kritische Primärressourcen bereitzustellen.

In der Digitalisierung wird die Entwicklung nicht stehen bleiben, der Berg des digitalen Schrotts wachsen. Muss da ein eigenes digitales Recycling entstehen?

Auch bei der zunehmenden Implementierung digitaler Konzepte werden hochspezifische Funktionsmaterialien und -elemente genutzt. Dementsprechend entstehen mittelfristig unter-

schiedlichste Abfall- und Schrottfractionen. Um dieses Technologiefeld möglichst ressourcenschonend zu bestellen, wird es entscheidend sein, die Stoffgeschichten der verwendeten Materialien zu kennen, um sie sachgerecht trennen und reintegrieren zu können. Eine dann notwendige Bewertung der Relevanz von Ressourcen und daraus gewonnenen Werkstoffen erfolgt über die Bestimmung der so genannten Kritikalität. Diese Kritikalitätsanalyse beruht auf einer jeweils maßgeschneiderten, spezifischen Matrix quantitativer und qualitativer Kriterien, anhand derer Nutzungspotenziale und -risiken abgeleitet werden können. Zudem etablieren sich zielführende Maßnahmen, Konzepte und alternative Wirtschaftsmodelle für eine zukunftsfähige Ressourcennutzung mehr und mehr. Gerätschaften müssen beispielsweise nicht mehr ausschließlich käuflich erworben, sondern deren Funktionen können geleast bzw. gemietet werden. ■



factory^y ist das Magazin für Nachhaltiges Wirtschaften

factory steht für industrielle Produktion und Fabrik, aber auch für den Faktor Y, um den sich der Ressourcenverbrauch ändern muss, damit nachfolgende Generationen gleiche Bedingungen vorfinden. Dieses Nachhaltigkeitsverständnis schließt ein, dass es um alle Aspekte Nachhaltigen Wirtschaftens geht, also neben Produktion und Dienstleistungen auch um die Seite des Konsums. factory will dazu beitragen, die Bedeutung der Unternehmen bei der Verwirklichung einer Nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft deutlich zu machen und Wirtschaftsakteure in die gesellschaftliche Debatte einzubinden. Es geht dabei um eine ressourceneffiziente Wirtschaftsweise und die Herausbildung nachhaltiger Produktions- und Konsummuster. factory erscheint kostenlos viermal im Jahr als PDF-Magazin und im Netz unter www.factory-magazin.de

factory – Magazin für Nachhaltiges Wirtschaften
ISSN 1860-6229,
14. Jahrgang Ausgabe 1-2018

Redaktion:

Inhaltlich Verantwortlicher gemäß § 10 Absatz 3 MDStV:
Ralf Bindel
Am Varenholt 123
44797 Bochum
Tel. 0234-9799513
rb@factory-magazin.de

Anzeigen:

rabe – medienbüro
Tel. 0234-9799513
www.rabeuero.de
Es gilt die Anzeigenpreisliste 1.2012

Englische Übersetzung:

Universität Mainz, Fachbereich Angewandte Sprach- und Kulturwissenschaften, Institut für Anglistik, Amerikanistik und Anglophonie, Prof. Dr. Donald Kiraly & Studierende
www.fask.uni-mainz.de

Herausgeberinnen:

Effizienz-Agentur NRW
Dr.-Hammacher-Straße 49, 47119 Duisburg
Tel. 0203-37879-30, Fax -44
efa@efanrw.de
www.efanrw.de

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
Döppersberg 19, 42103 Wuppertal
Tel. 0202-2492-0, Fax -108
info@wupperinst.org
www.wupperinst.org

Gestaltungsentwurf:

Oktober Kommunikationsdesign GmbH, Bochum
www.oktober.de

Umsetzung:

ubb Kommunikation, Bochum, www.ubb-kommunikation.de

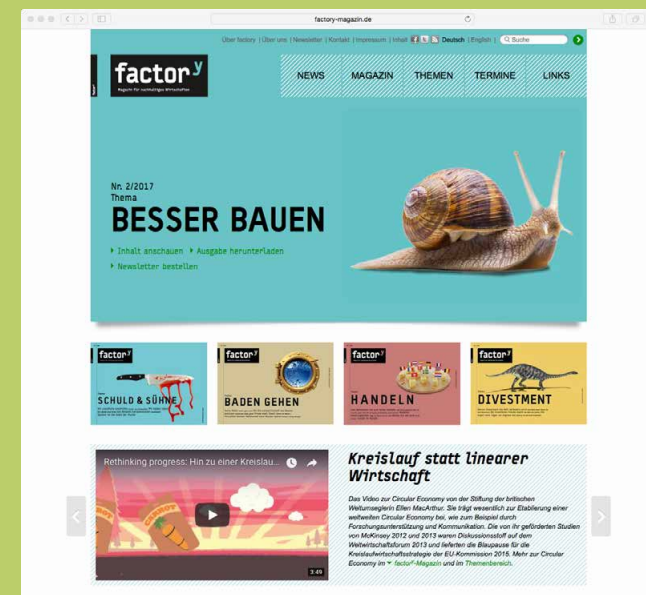
Druck:

Circlematt White Matt gestrichen, Bilderdruck aus 100 % Altpapier, ausgezeichnet mit dem Blauen Umweltengel und dem EU-Eco-Label.
Gebrüder Hoose GmbH, Druckerei und Verlag, Bochum

Die Beiträge in factory geben nicht zwingend die Meinung der Herausgeber wieder. Für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Materialien ist die Redaktion dankbar, übernimmt aber keine Gewähr. Das Copyright liegt bei den jeweiligen Autoren beziehungsweise der Redaktion; Nachdruck oder Vervielfältigung (auch auszugsweise) erlaubt die Redaktion auf Anfrage und bei Nennung des Autors und Link auf www.factory-magazin.de.

Mehr lesen und mehr Service im Netz

Abonnieren Sie unseren Newsletter, informieren Sie sich über aktuelle News und Termine, lesen Sie einzelne Beiträge und nutzen Sie weitere Service-Angebote. Folgen Sie uns bei Facebook und Twitter und verbreiten Sie factory und die Idee des Nachhaltigen Wirtschaftens weiter.



- ▶ www.factory-magazin.de
- ▶ Abonnieren Sie unseren Newsletter