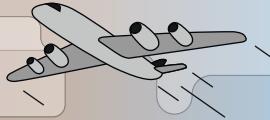


MIT Technology Review

Das Magazin für Innovation von Heise



Fediverse

Stärken und Schwächen von Mastodon und Co.

Wohltätigkeit

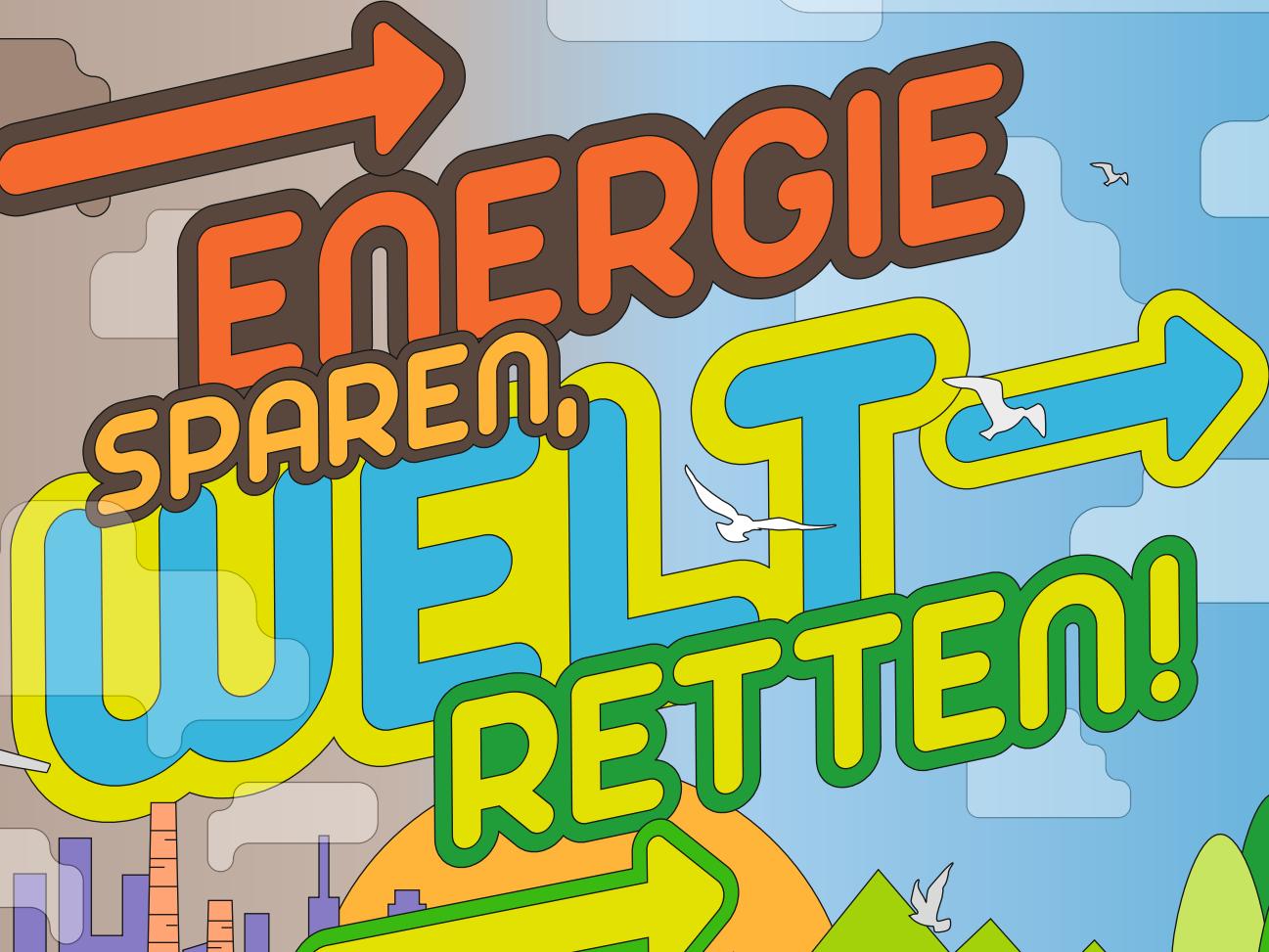
Die fragwürdige Agenda des Silicon Valley

Chatbots

Start-ups ermöglichen Gespräche mit Toten

Infektionen

Wie sich Pandemien verhindern lassen



Rohstoffmangel, hohe Kosten, Emissionen:
So lösen wir diese Probleme gleichzeitig



nova Conferences

To Grow Your Business Networks



8–9 March 2023

Hybrid Event
Cologne (Germany)

cellulose-fibres.eu



19–20 April 2023
Hybrid Event
Cologne (Germany)

co2-chemistry.eu



23–25 May 2023
Hybrid Event
Siegburg/Cologne

renewable-materials.eu



28–29 November 2023
Hybrid Event
Cologne (Germany)

advanced-recycling.eu

In-House Workshops

We Like to Share our Expertise with You!

Topics:

- Bio-based Polymers Technologies, Markets, Capacities
- CO₂-based Chemistry and Polymers
- Advanced Recycling Technologies and Outlook
- Biowaste Feedstock Availability and Technologies
- Renewable Refinery
- Sustainability in Theory and Practice
- Green-Green Conflicts
- Food or Non-Food
- EU Green Deal

Other topics on demand! Our 40 experts share their expertise with you and your team. We discuss and evaluate your focus points. Your in-house workshop customised to your needs.

Contact Michael Carus for more information.
michael.carus@nova-institut.de

Get in touch!

**More than 31,000 News on
Bio-based and CO₂-based Materials
and Recycling**



renewable-carbon.eu/news



**Science-Based Consultancy on
Renewable Carbon for Chemicals
and Materials**

What are future challenges, environmental benefits and successful strategies to substitute fossil carbon with biomass, direct CO₂ utilisation and recycling? What are the most promising concepts and applications? We offer our unique understanding to support the transition of your business into a climate neutral future.



nova-institute.eu

© Copyright by Heise Medien.



Liebe Leserinnen und Leser,



Haben Sie
uns abonniert?
Lesen Sie ausgewählte
TR-Magazinartikel
kostenlos auf Heise+.
So geht's!



der Ukraine-Krieg führt uns gerade vor Augen, was in Zukunft bitter nötig werden wird: Der Energieverbrauch muss runter. Was jetzt akut ist, nämlich aufgrund des wirtschaftspolitischen Drucks und der hohen Kosten weniger zu heizen und Energie zu sparen, ist im besten Fall eine Art Schocktherapie fürs 21. Jahrhundert. Denn die große Krise der kommenden Jahrzehnte ist der Klimawandel, der unmittelbar mit unserem hohen Ressourcen- und Energieverbrauch zusammenhängt.

Es ist mitnichten damit getan, allein auf die Energiewende oder technische Effizienzsteigerungen zu setzen – aber sie sind ein erster Schritt. Deshalb stellen wir einige in dieser Ausgabe vor. Sie sind ohne Frage beeindruckend, etwa wie sich auf den letzten Metern noch mehr Effizienz aus E-Autos herausholen lässt (Seite 38). Oder die Fortschritte im Bereich von Siliziumkarbid: Ein faszinierender Stoff, der für viele Effizienzgewinne in den Bereichen Elektromobilität, Solar- und Windkraft oder Industrie verantwortlich ist (Seite 44). Und nicht zuletzt, wie Künstliche Intelligenz energiesparender wird (Seite 46).

Aber die entscheidende Frage ist, wie eine Gesellschaft aussieht, die grundsätzlich weniger Energie verbraucht (Seite 14). Das könnte bedeuten, mit Gewohnheiten zu brechen, die unser Leben ausmachen. Der Historiker Frank Trentmann sagt dazu (Seite 22): „Das Autofahren, die Urlaubsreise,

die Tatsache, dass eine Wohnung 21 Grad haben muss. Das halten wir für selbstverständlich, weil die Gesellschaft um uns herum so formiert ist, wie sie ist.“ Heißt: Wir können diese Gewohnheiten ändern, sie sind nicht gottgegeben.

Um konkret mit dem Heizen zu beginnen: Wir zeigen auf, was welche Einsparungen in den heimischen vier Wänden wirklich bringen. Wer die Raumtemperatur zu Hause zum Beispiel dauerhaft auf 19 statt 21 Grad einstellt, kann im Schnitt fast 20 Prozent Energie sparen (Seite 26). Und wie genau funktioniert eigentlich eine Heizkurve (Seite 36)? Apropos Heizung: Wir erklären, dass Wärmepumpen durchaus auch in älteren Häusern verbaut werden können (Seite 30).

Groß denken, klein anfangen: Anders geht es nicht. Wenn wir es schaffen, die neue Normalität des Energiesparens in ihrer langfristigen Bedeutung zu begreifen und ernst zu nehmen, dann ist auch eine Veränderung möglich. Denn die ist nötig, wenn wir unseren zukünftigen Generationen einen Ort für ein gutes Leben hinterlassen wollen.

Ihr

Luca Caracciolo
@papierjunge



Energie • Ukraine-Krieg und Klimakrise fordern Einschränkungen von uns allen. Wie wir diesen Verzicht gerechter organisieren können (Seite 14)

3 Editorial

6 Bild des Monats

Einmal Mond und zurück

UPDATE

9 Umwelt

Roboterfisch sammelt Mikroplastik

10 Digitalpolitik

Twitter auf Kollisionskurs mit EU-Recht

11 Material

Kühlende Fensterbeschichtung dank KI

12 Biophysik

Elektrisch geladene Bienenschwärme

TITEL

14 Energie

Sparen löst mehrere Probleme auf einmal

22 Interview

Konsumforscher Frank Trentmann über die Psychologie des Luxus



Podcast

Frank Trentmann hat das Buch *Die Herrschaft der Dinge: Die Geschichte des Konsums vom 15. Jahrhundert bis heute* geschrieben. Im Podcast spricht er über die Bedeutung von Konsum, Luxus und Verzicht.



26 Experte in 5 Minuten

Wo sich am meisten Energie sparen lässt

30 Heizung I

Wärmepumpen für Altbauten

36 Heizung II

Das Geheimnis der richtigen Einstellung

38 Elektromobilität

Effizienz alleine senkt den Verbrauch nicht

44 Leistungselektronik

Siliziumkarbid, das neue Effizienzwunder

46 Künstliche Intelligenz

Datensparende Modelle und effizientere Hardware

REPORT

51 Kolumne

Julia Kloiber über die prekäre Lage der Content-Moderatoren

52 Wohltätigkeit

Die fragwürdige Agenda des Silicon Valley

59 Jubiläum

50 Jahre Apollo 17, die letzte Mondmission

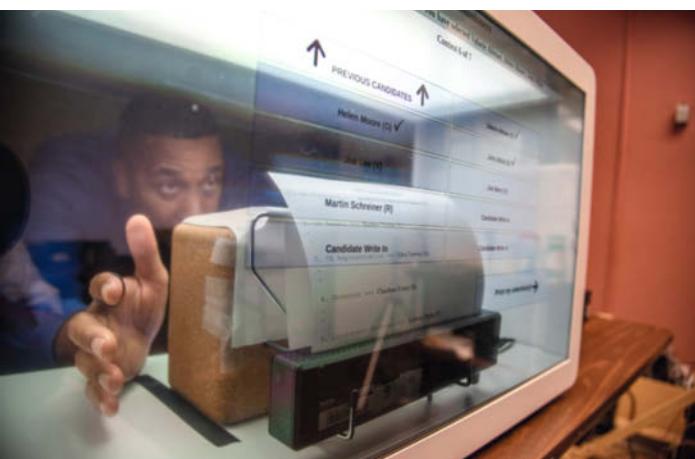
Künstliche Intelligenz • Forscher auf der ganzen Welt arbeiten an sparsamen KI-Modellen (Seite 46)



© Copyright by Heise Medien.

„Wenn ich sehe, dass alle anderen mit der Hälfte der Energie auskommen, überlege ich mir schon, was ich eigentlich falsch mache.“

Ortwin Renn, Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung (Seite 17)



Elektronische Wahlen • Kritiker einer angeblich unknackbaren Wahlmaschine drücken sich davor, diese zu prüfen (Seite 88)

60 Fediverse

Die Stärken und Schwächen von Mastodon & Co.

66 Datensicherung

So wird unser digitales Erbe zukunftssicher

68 Infektionen

Wie sich künftige Pandemien vermeiden lassen

74 Chatbots

Gespräche mit Toten

81 Déjà-vu

Anpassung an den Klimawandel



MIT Technology Review ist die unabhängige deutsche Ausgabe des gleichnamigen Magazins vom Massachusetts Institute of Technology MIT.

82 Pathologie

Verwesen für die Forschung

88 Demokratie

Gibt es eine unhackbare Wahlmaschine?

REVIEW

95 Ausprobiert

BeReal sorgt für mehr Authentizität in der virtuellen Welt

96 Hardware

Klang aus dem Kragen, Musik aus Wasser, Kleidung aus Algen

100 Medien

Wigbert Tochas Grüne Gier, Eva Wolfgangs Ein falscher Klick, Serie The Playlist, Klassiker Report der Magd neu gelesen

102 Meinung Social Media

Von Twitter zu Mastodon wechseln – oder doch nicht?

104 Meinung Gesundheit

Der Mythos von der Immunschuld

105 Meinung Verkehr

Rettet den Kleinwagen!

106 Der Futurist

Strafvollzug in der Virtual Reality

RUBRIK

65 Impressum

98 Technologiezentren

„Ich habe den Chatbot von Hand gebaut und dabei Nachrichten aus fünf Jahren verwendet. Es hat zwölf Stunden gedauert, ihn zu exportieren, und er besteht aus Tausenden von Seiten.“

Justin Harrison, Gründer von You, Only Virtual, über den Chatbot, der seine verstorbene Mutter imitiert (Seite 77)

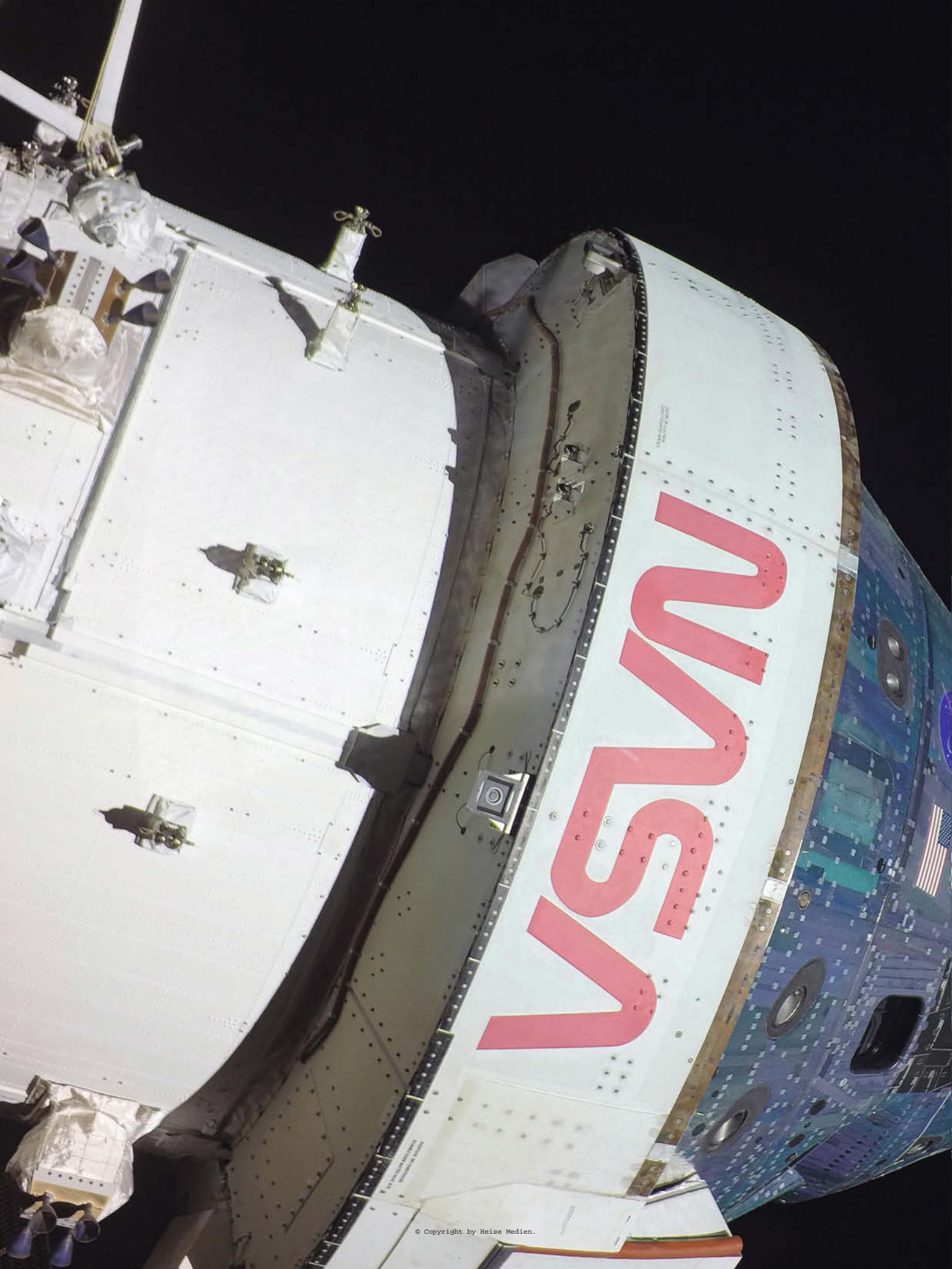


BILD DES MONATS

Jägerin im Weltraum

Sie war einmal die griechische Göttin der Jagd: Artemis. Inzwischen hat die Nasa sie unter Vertrag genommen und will mit ihrer Hilfe zurück auf den Mond. Am 16. November 2022 startete vom traditionsreichen Weltraumbahnhof Cape Canaveral in Florida die erste Artemis-Mission: Das „Space Launch System“ brachte die Raumkapsel Orion mit ihrer Versorgungseinheit ins All.

Artemis 1 brachte die Raumkapsel in eine Umlaufbahn um den Mond, die etwa 80 000 Kilometer von der Mondoberfläche entfernt verläuft. Diese Flugbahn führte die Kapsel an ihrem entferntesten Punkt über 400 000 Kilometer von der Erde weg. So weit ist bisher kein Raumschiff, das für den Transport von Menschen konzipiert wurde, in den Weltraum vorgedrungen.

Dieser unbemannte Testflug sollte zunächst bestätigen, dass die Artemis-Systeme reibungslos miteinander funktionieren, denn schon 2024 plant die Nasa, Astronautinnen und Astronauten ins All zu fliegen. Frühestens 2025 sollen dann wieder Menschen den Mond betreten.



Foto: Nasa

© Copyright by Heise Medien.



lang waren zwei Embryonen eingefroren, bevor sie ausgetragen und nun Ende Oktober 2022 als Zwillinge geboren wurden. Damit haben sie den bislang bestehenden Rekord geknackt: 2020 kam ein Mädchen zur Welt, das als Embryo 27 Jahre lang eingefroren war. Die Embryonen wurden 1992 für die In-vitro-Fertilisation (IVF) eines Ehepaars erzeugt und eingefroren. 2007 spendete das Paar sie an das National Embryo Donation Center. Die Einrichtung vermittelt Embryonen an Paare mit Kinderwunsch. In den USA sind mittlerweile rund eine Million eingefrorene Embryonen gelagert.

NAVIGATION

Quanteneffekte statt Satelliten

Navigationssysteme wie GPS, Galileo oder Glonass verlieren ohne Satellitenempfang die Orientierung. Ein Team des französischen *Centre national de la recherche scientifique* hat nun ein ähnlich präzises Navi entwickelt, das keine Satelliten braucht (heise.de/s/YoVL).

Der Prototyp besteht aus einer kleinen Metallkiste, die drei Laser und Rubidiumatome enthält, die fast auf den absoluten Nullpunkt heruntergekühlt sind. Bei diesen Temperaturen kommen Quanteneffekte ins Spiel: Angeregt von den Lasern, emittieren die Atome Wellen. Je nachdem, wie schnell und in welche Richtung die Atome bewegt werden, verändert sich das Wellenmuster. Daraus lässt sich die Beschleunigung errechnen.

Beschleunigungssensoren werden schon lange zur Navigation eingesetzt, beispielsweise in der Luftfahrt. Sie helfen, die Flugbewegungen nachzuvollziehen und daraus die aktuelle Position zu ermitteln. Allerdings summieren sich kleine Ungenauigkeiten mit der Zeit zu immer größeren Abweichungen. Auch das Prinzip der Quantensensoren ist nicht neu. Die Forschenden haben es aber mit einem entscheidenden Dreh verbessert: Sie maßen die Beschleunigung nicht in einer, sondern in drei Richtungen. Auf diese Weise lassen sich Vibratiorionen herausrechnen, die das Ergebnis verfälschen würden. Deshalb eignet sich das System besonders gut für schaukelnde und schwankende Objekte wie Schiffe. – Gregor Honsel



Fallen GPS-Satelliten aus, können Schiffe sich nicht mehr auf den Meeren orientieren. Statt auf Sextanten könnten sie dann auf ein Quanten-Navigationssystem an Bord zurückgreifen.

ELEKTROMOBILITÄT

Schneller laden, länger leben

Schnellladungen lassen die Akkus von E-Autos schneller altern. Forschenden der Pennsylvania State University gelingt es nun gemeinsam mit dem Start-up EC Power, höhere Ladeleistungen mit einer längeren Lebensdauer zu verbinden.

Das Problem: Die Akkus werden bei Schnellladungen sehr warm. Dadurch setzt sich metallisches Lithium ab, was die Batteriezellen schädigt. Dieser Prozess lässt sich vermeiden, wenn die Zellen schon vor dem Laden kontrolliert aufgewärmt werden (heise.de/s/xrKe).

Üblicherweise setzen Batteriehersteller auf externe, flüssigkeitsbasierte Kühl- und Heizsysteme, um die Zellen zu temperieren. Doch diese Systeme sind platzraubend, schwer, träge und energiedurstig. Stattdessen haben die Forschenden eine ultradünne Heizfolie aus Nickel direkt in die Zellen eingebaut.

Damit konnten sie eine Li-Ionen-Batterie in 12 Minuten zu 75 Prozent aufladen. 900 Zyklen dieser Druckbetankung überstand der Akku, was einer Fahrleistung von über 800 000 Kilometern entspricht. Das Verfahren soll unabhängig von der verwendeten Zellchemie funktionieren. EC Power will es nun kommerzialisieren. – Gregor Honsel

Foto: Robert Siddall



Gillbert, der Plastiksammelfisch, hat einen Wettbewerb für bio-inspirierte Roboter gewonnen, die die Welt ein Stückchen besser machen sollen.

ROBOTIK

Roboterfisch sammelt Mikroplastik aus Gewässern

Forschende der University of Surrey haben einen Fischroboter gebaut, der die Plastikverschmutzung im Wasser verringern soll. „Gillbert“ hat einen Mund, der sich öffnen und schließen lässt. Ist der Mund geschlossen, drückt eine Art Zunge das Wasser aus seinen Kiemenöffnungen. Im Wasser vorhandene Plastikpartikel, die größer als zwei Millimeter sind, werden von einem Nylonnetz abgefangen, das die Kiemen abschließt. Angetrieben wird der Roboter von Flossenschlägen.

Die Forschenden haben den ferngesteuerten Prototypen in einem See getestet und dabei gezeigt, dass er sowohl schwimmen als auch tauchen kann. Die typische Schwimmgeschwindigkeit betrug 5 cm/s bei einer „Schwefelschlagfrequenz von 2 Hertz“, so die Forschenden, „aber die Tendenz der Mundhöhle, Luft einzuschließen, war ein Problem“.

Zukünftig wollen sie das Design und die Steifigkeit der Schwanzflossen optimieren und eine Art Dockingstation bauen, in der der Fischroboter wieder aufgeladen wird, während das gesammelte Plastik abgepumpt wird. – Wolfgang Stieler

HANNOVER
Energiewende durch grüne Wasserstoffproduktion

FAHRTZIEL: ZUKUNFT!
WASSERSTOFFREGION HANNOVER

generationh2.de

WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG

- Leistungsfähige Infrastruktur
- Zielführende Investitionen
- Starkes Netzwerk
- Innovative Forschung
- Zukunftorientierte Bildung und Qualifizierung

H2
WASSERSTOFF
REGION HANNOVER

Region Hannover

DIGITAL SERVICES ACT

„Twitter schmeißt Leute raus, die besonders wichtig wären“

Während Elon Musk Twitter auf den Kopf stellt, ist in der EU der Digital Services Act (DSA) in Kraft getreten. Das Regelwerk soll eigentlich Internetplattformen zu mehr Transparenz nötigen und sie gegenüber der Gesellschaft stärker in die Pflicht nehmen. Jan Penfrat von European Digital Rights (EDRi), dem Brüsseler Dachverband für die europäische Zivilgesellschaft im Bereich digitaler Rechte, spricht darüber, wie es mit der EU und den Plattformen weitergeht.

Der Digital Services Act ist in Kraft und soll ab 2024 durchgesetzt werden. Bei Verstößen drohen empfindliche Strafen. Wie geht es jetzt zwischen der EU und den Plattformen weiter?

Von Facebook und Google hört man, dass sie sich gerade sehr aktiv darauf vorbereiten, den DSA umzusetzen. Wenn die EU-Kommission den DSA wirklich so stark durchsetzt, wie sie das ankündigt, dann ist das durchaus wichtig für die Plattformen.

Bei Twitter hingegen hat das komplette Brüsseler Büro gekündigt. Das wäre für die Koordination mit der EU zuständig gewesen...

Twitter wirkt gerade nicht so, als ob es auf dem direkten Wege in die DSA-Compliance wäre. Sie schmeißen in den Bereichen Leute raus, die besonders wichtig wären: Moderation, Trust, Safety...

Jan Penfrat ist Senior Policy Advisor bei European Digital Rights (EDRi), dem Brüsseler Dachverband für die europäische Zivilgesellschaft im Bereich digitaler Rechte.



Welche neuen Aufgaben kommen denn auf die Plattformen zu?

Je nachdem, wie groß eine Plattform ist, gibt es die Verpflichtung zu einer jährlichen Risikoanalyse und jährlichen Audits mit externen Partnern. Man muss ein System aufbauen, mit dem Nutzende illegale Inhalte melden können. All diese Systeme müssen laufen und dafür müssen im Backend auch Menschen sitzen, das darf nicht allein durch Algorithmen passieren.

Wenn es dann tatsächlich zu einem Konflikt zwischen der EU und einer Plattform kommt – wie läuft sowas ab?

Es könnte sein, dass die Kommission erstmal sagt: „Wir treten erst mal in Kontakt mit dem Unternehmen und versuchen, das zu klären.“ Es kann aber auch sein, dass die Kommission ein Exempel statuieren will und gleich harte Strafen auferlegt. Das können sechs Prozent des globalen Umsatzes sein.

Das klingt, als müsste die EU selbst erhebliche Ressourcen aufbauen, um das Gesetz überhaupt umzusetzen.

Gerade waren bei der Kommission rund 30 Stellen für Datenanalysen und Moderation ausgeschrieben. Aber so eine Spezialistin für AI oder Moderationsalgorithmen davon zu überzeugen, aus dem Silicon Valley nach Brüssel zu kommen, ist auch keine ganz leichte Angelegenheit.

2024 wird es eine neue EU-Kommission geben. Lässt sich vorhersehen, wie die den DSA handhaben könnte?

Das ist schwer vorherzusagen. Aber die Menschen, die auf Dienstebene in den entsprechenden Abteilungen arbeiten, haben den DSA mitgeschrieben. Das ist gewissermaßen ihr „Baby“. Die wollen jetzt natürlich auch, dass der DSA durchgesetzt wird und nicht in der Schublade verschwindet.

Klingt nach einer Herausforderung, selbst für die Plattformen, die sich darauf vorbereiten.

Ich weiß. Aber vieles, was mit dem DSA neu geregelt oder verboten wird, war so offensichtlich falsch – da hätten die Unternehmen auch selbst drauf kommen können, dass das so nicht geht. Zum Beispiel, einfach eine unmoderierte Social-Media-Plattform in autoritären Ländern oder Konfliktregionen ausrollen. Oder das User-Interface mit irreführenden Designs so zu gestalten, dass Nutzer Dingen zustimmen, zu denen sie wissentlich nie ja gesagt hätten. Bei EDRi würden wir uns natürlich auch lieber damit beschäftigen, das offene und freie Internet zu stärken, als ständig irgendwelche Multimilliarden-Dollar-Unternehmen zu reparieren. – Interview: Jan Vollmer

MATERIAL

Quanten-KI berechnet kühlende Fensterbeschichtung

Kühlende Glasbeschichtungen, die zwar Sonnenstrahlung abhalten, aber Fenster trotzdem nicht verdunkeln – das klingt nach einem nicht zu vereinenden Widerspruch. Eine amerikanisch-südkoreanische Forschergruppe hat ihn nun gelöst (heise.de/s/Xdem). Ihr Ausgangsmaterial war ein sogenannter Transparent Radiative Cooler – eine dünne Beschichtung aus alternierenden Lagen verschiedener Materialien wie Aluminiumoxid, Siliziumdioxid, Siliziumnitrid und Titandioxid mit einer Abschlusschicht aus Polydimethylsiloxan. Damit diese Schichten nur unsichtbares infrarotes und ultraviolettes Sonnenlicht reflektieren und sichtbares Licht durchlassen, müssen Zusammensetzung und Schichtdicken exakt stimmen.

Das Forschungsteam schrieb deshalb eine Software, die mittels maschinellen Lernens Reihenfolge und Kombinationen der notwendigen Schichten berechnete. Da dies mit herkömmlichen Systemen zu lange dauern würde, haben sie auch Algorithmen aus dem Bereich des Quantencomputings verwendet.

Im Vergleich zu gewöhnlichen Fenstern spart die neue Beschichtung im Sommer rund 30 Prozent der Kühlenergie. In einem nächsten Schritt wollen die Forschenden nun untersuchen, wie sich die Produktion skalieren lässt. Der Ansatz lasse sich auch auf andere komplexe Materialien übertragen, schreiben sie. – Ben Schwan



Die Kuppel der Universität von Notre Dame in Indiana, USA, links durch die Transparent-Radiative-Cooler-Beschichtung fotografiert.

ENERGIE

Effizientere Wärmepumpe nutzt Propan

Wärmepumpen heben in der Umgebung – Luft oder Boden – verfügbare Wärmeenergie auf eine höhere, zum Heizen taugliche Temperatur. Dafür zirkulieren heute in den meisten Wärmepumpen teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW / HFKW), die zwar effizient sind, andererseits aber beim Entweichen ein hohes Treibhauspotenzial aufweisen. Dass Propan diese Aufgabe ebenfalls erfüllen kann, zeigte jüngst das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg.

Forschende des ISE konnten für eine Propan-Wärmepumpe eine rekordverdächtige Effizienz erzielen: Nur 124 Gramm Propan reichten für eine Heizleistung von 12,8 Kilowatt aus. Handelsübliche Wärmepumpen mit Propan als Kältemittel benötigen mit etwa 60 Gramm pro Kilowatt ein Vielfaches davon.

Das Ergebnis erzielten sie allerdings mit einem noch nicht marktauglichen Prototyp, der das gasförmige Propan mit einem elektrisch betriebenen Verdichter aus der Automobilbranche komprimiert. Der ist jedoch nicht auf eine lange Betriebszeit von bis zu 20 Jahren ausgelegt. Die ISE-Forscher treiben nun die Entwicklung ihrer hocheffizienten Propan-Wärmepumpe in Kooperation mit verschiedenen Herstellern voran. – Jan Oliver Löfken

MEDIZIN

Schnelle PCR-Alternative

Ein Fraunhofer-Forschungsverbund hat einen „Pathogen Analyzer“ entwickelt – einen Test-Chip, der die Schnelligkeit von Antigentests und die Genauigkeit von PCR-Tests vereinen soll.

Ähnlich wie PCR-Tests vervielfältigt der Pathogen Analyzer das in den Proben vorliegende Virenerbgut. Anders als bei der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) muss die Probe dafür aber nicht mehrmals erhitzt werden und abkühlen. Beim sogenannten LAMP-Assay wird der Test in einem mobilen Analyseinstrument nur einmal auf 62 Grad Celsius aufgeheizt und eine Pufferlösung hinzugegeben. „Das Ergebnis liegt dann bereits nach 20 bis 40 Minuten vor“, sagt Daniel Reibert, Projektmanager und Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT.

Dabei machten die Forscher die bisher oft überempfindliche und zu falsch-positiven Ergebnissen neigende LAMP-Messmethode genauer. Anstatt nur einen oder zwei Tests durchzuführen, wo natürlich ein falsch-positives Signal eine entsprechende Ungenauigkeit mitbringt, testen sie jede Probe auf Tausenden Signalpunkten auf dem Chip gleichzeitig. Diese Signalpunkte enthalten Fängeroleküle, die unter Bestrahlung mit Licht Fluoreszenzstrahlung anderer Wellenlänge abgeben, wenn sie das passende Pathogen gefangen haben. – Veronika Szentpétery-Kessler

MYTHOS DES MONATS

Die Zunge schmeckt in Zonen

Süßes schmecken wir besser an der Zungenspitze, Bitteres dagegen hinten im Rachen, hieß es lange Zeit. Mittlerweile gibt es zahlreiche Untersuchungen, die dem Mythos widersprechen – trotzdem hält er sich hartnäckig.

Die Geschmackskarte der Zunge stammt aus einem 1978 veröffentlichten Buch der US-Psychologin Linda Bartoshuk. Darin verweist sie auf ein Lehrbuch ihres Kollegen Edwin G. Boring von 1942. Boring wiederum bezieht sich auf die Dissertation des deutschen Physiologen David Pauli Häning aus dem Jahr 1901. Mittlerweile gehen viele Wissenschaftler davon aus, dass Boring und Bartoshuk die Daten von Häning falsch interpretiert haben, als sie daraus schlossen, dass die Rezeptoren für Geschmacksrichtungen ungleichmäßig über die Zunge verteilt sind.

Inzwischen wissen wir, dass dies nicht der Fall ist. Auch die Empfindlichkeit der Geschmacksensoren unterscheidet sich in verschiedenen Regionen der Zunge nur geringfügig. Warum Versuchspersonen trotzdem subjektive Eindrücke schildern, die die Einteilungen der Geschmackskarte widerspiegeln, ist eine offene Frage. Charles Spence von der Universität Oxford vermutet, dass dabei sehr viele Faktoren eine Rolle spielen: Die Bewegung der Zunge beeinflusst die Wahrnehmung genauso wie Speichelfluss, Erwartungshaltung und Erfahrungen. – Wolfgang Stieler

Anzeige



PSI  Softwareinnovationen für Energie- und Materialeffizienz



Wenn sich viele Bienen von ihrem Stock sammeln, erzeugen sie elektrische Felder, die stärker sein können als in Gewitterwolken.

BIOPHYSIK

Geladene Bienenschwärme

Bienenschwärme können durch ihr Flügelschlagen elektrische Feldstärken erzeugen, die sogar Gewitterwolken übertreffen. Das berichten Forscher um Ellard Hunting von der University of Bristol im Fachjournal *iScience*. Noch ist unklar, wie die Bienen die großen Feldstärken erzeugen und ob dies eine Funktion erfüllt oder zufällig passiert. Die Entdeckung gelang

den Forschern zufällig: Eigentlich führten sie an einer Messstation Wetterbeobachtungen durch und erfassten dazu auch die elektrischen Felder in der Atmosphäre. Dabei fielen ihnen mehrere starke Ausschläge in der Feldstärke auf. Da gerade kein Gewitter herrschte, schied das als lokale Ursache für die Ausschläge aus.

Allerdings beobachteten die Wissenschaftler bei den nahe gelegenen Bienenstöcken ein rege Ausschwärmen. Dabei erzeugten die Bienen Feldstärkenspitzen zwischen 100 und 1000 Volt pro Meter. Bei näherer Betrachtung war die Feldstärke umso größer, je dichter der Schwarm gedrängt war. Ein Vergleich ergab, dass die Ladungsdichte der Bienenschwärme jene von Gewittern um das Acht- und das von elektrischen Staubstürmen um das Sechsfache übertraf. – Veronika Szentpétery-Kessler



Das Produkt von Upside Foods sieht aus wie Hähnchen, soll riechen und schmecken wie Hähnchen, kommt aber aus dem Bioreaktor und wird jetzt von der FDA geprüft.

LEBENSMITTELTECHNOLOGIE

Geprüftes Labor-Hühnerfleisch

Das auf die Laborproduktion von Hühnerfleisch spezialisierte Upside Foods hat als erstes Unternehmen die freiwillige Vorberatung der US-Zulassungsbehörde FDA für Laborfleisch im November durchlaufen. Auf Basis der eingereichten Unterlagen über den Produktionsprozess hat die FDA Mitte November signalisiert, dass sie die Sicherheitsangaben für ausreichend hält.

Das Unternehmen – bis Mai 2021 noch Memphis Meats – nimmt nun den nächsten Prüfschritt mit dem US-Agrarministerium (USDA-FSIS) in Angriff: die Vor-Ort-Inspektion der Anlagen und der fertigen Produkte. Diese Schritte könnten durch die Vorprüfung schneller ablaufen, so dass das Labor-Hühnerfleisch schneller auf den US-amerikanischen Markt kommt.

Das Unternehmen will sein Hähnchen zunächst nur über ausgewählte Sterne-Restaurants anbieten. Starköchin Dominique Crenn, die in San Francisco das Drei-Sterne-Restaurant Atelier Crenn betreibt, hat bereits damit gekocht und ist voll des Lobes: „Es sieht wie Hähnchenbrust aus. Man kann es genauso anbraten. Der Duft, und die Kapern dazu, es war einfach köstlich!“ – Veronika Szentpétery-Kessler

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Roboter könnten sich selbst programmieren

In dem Projekt Code as Policies (CaP) präsentieren Google-Forscher ein KI-Sprachmodell, das einen Python-Code nur aus einer umgangssprachlichen Aufgabenbeschreibung, kurzen Codeschnipseln und Kommentaren erzeugen kann. Mit diesem Code können Roboter vorgegebene Aufgaben eigenständig lösen. Würde solch ein KI-Modell direkt auf dem Roboter laufen, könnte er damit lernen, sich selbst zu programmieren.

Das ist zwar noch Zukunftsmusik, aber das Google-System erzeugte immerhin direkt Code, mit dem beispielsweise Roboterarme so angesteuert werden, dass sie geometrische Formen zeichnen und dann in der Anweisung beschriebene Gegenstände in der richtigen Form ablegen. In einem anderen Versuch ermöglichte der so produzierte Code einem Haushaltsroboter, eine leere Coladose auf einem Tisch zu ergreifen und in den richtigen Müllimer zu werfen. Daraus lässt sich – so die Forschenden (heise.de/s/pwBQ) – ein rekursives System von Funktionen und Modulen schaffen, mit dem sich immer komplexere Aufgaben lösen lassen.

Allerdings ist die automatisierte Erstellung von Code nicht ohne Risiko. Denn große Sprachmodelle neigen zum „Halluzinieren“, das heißt, sie können Output erzeugen, der auf den ersten Blick sinnvoll aussieht, aber komplett sinnfrei ist. Das gilt nicht nur für Texte, sondern auch für Code. – Wolfgang Stieler

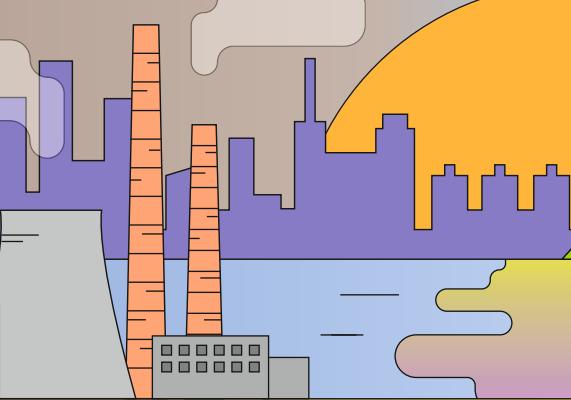
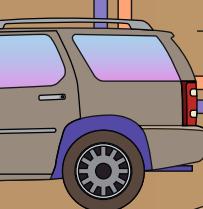
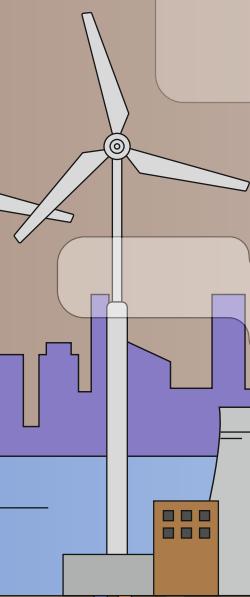
Anzeige

www.psi.de

PSI

© Copyright by Heise Medien.

**ENERGIE
SPAREN,
WELT
RETten!**



Die Folgen von Ukraine-Krieg und Klimakrise werden sich ohne persönliche Einschränkungen nicht abfedern lassen. Wie wir diesen Verzicht gerechter organisieren können. – Gregor Honsel und Wolfgang Stieler

Krise? Welche Krise? Wer an diesen Novembersonnabenden durch die Kölner Altstadt schlendert, fühlt sich an laue Sommernächte erinnert: Überall sitzen Menschen im Freien, essen, trinken, lachen. Vor praktisch jeder Kneipe heizen ganze Batterien von Infrarotstrahlern mit bis zu 1500 Watt gegen das feuchtkalte Herbstwetter an.

Kann man Wirten und ihren Gästen das verdenken? Die Gasspeicher sind schließlich voll, und bisher ist es uns noch jedes Mal gelungen, aufkommende Probleme einfach mit Ingenieursleistung zu lösen: LEDs statt Glühbirnen, Erneuerbare statt Kohle, E-Autos statt Verbrenner. Doch vieles spricht dafür, dass immer bessere technische Lösungen künftig nicht mehr ausreichen werden, unsere Energieprobleme zu lösen – auch unabhängig vom Ukraine-Krieg. Es geht schließlich nicht nur um die Verfügbarkeit von bezahlbarer Energie. Das Pariser Klimaschutzabkommen löst sich nicht in Luft auf: Bis 2030 will Deutschland seine Emissionen um 65 Prozent gegenüber 1990 senken, bis 2045 komplett klimaneutral werden.

Energieverbrauch ist also aufgrund des Kriegs in der Ukraine nicht nur ganz akut eines der drängendsten Probleme. Auch langfristig kommen wir als Gesellschaft am Thema Energiesparen nicht vorbei: Der Klimawandel lässt sich sonst kaum abmildern. Wie im Rahmen der Weltklimakonferenz in diesem Jahr erneut deutlich wurde, sinken die CO₂-Emissionen kaum beziehungsweise stagnieren.

Wie viel Energie lässt sich durch weitere technische Optimierungen also einsparen? Wie groß ist die Lücke, die nur durch Änderungen beim Lebensstil zu schließen sein wird? Und wie lässt sich dieser Verzicht fair organisieren?

ENTKOPPLUNG VON WACHSTUM UND VERBRAUCH

Beginnen wir mit einer Bestandsaufnahme. Beim Gas sieht es derzeit gar nicht so schlecht aus: Laut Bundesnetzagentur haben Industrie und Verbraucher in diesem Herbst 15 bis 25 Prozent Gas gegenüber den Vorjahren gespart, selbst unter Berücksichtigung der milderer Temperaturen.

Das Interessante daran: Laut Umfrage des Ifo-Instituts vom Oktober 2022 konnten 75 Prozent von 700 befragten Unternehmen Gas sparen, ohne ihre Produktion drosseln zu müssen. Diese Zahlen decken sich mit einem längerfristigen Trend: Die Energieproduktivität – also die wirtschaftliche Wert schöpfung pro verbrauchter Kilowattstunde – hat sich in Deutschland seit 1990 um satte 80 Prozent

erhöht. Noch wichtiger: Auch in absoluten Zahlen sank der Primärenergieverbrauch, und zwar von 2008 bis 2020 um gut 17 Prozent. Die berühmte Entkopplung von Wachstum und Ressourcenverbrauch, von der viele Ökonomen träumen, sie scheint demnach zu funktionieren.

„Deutschland hat im Bereich der Energieeffizienz bereits einiges erreicht“, lobt auch das Bundeswirtschaftsministerium, um gleich wieder Wasser in den Wein zu kippen: Das Einsparziel der Bundesregierung von 20 Prozent Primärenergie sei damit jedoch verfehlt worden. Und letztlich ist es nur der absolute Energiekonsum – beziehungsweise der damit verbundene CO₂-Ausstoß und Ressourcenverbrauch –, der für Umwelt und Klima zählt.

Um Energie zu sparen, gibt es reichlich Hebel. In privaten Haushalten ist dies vor allem die Heizung (siehe S. 30). Noch größer sind die Möglichkeiten in der Industrie, vor allem durch effizientere Pumpen, Lampen, Lüftungs- und Druckluftsysteme. „Noch wird dieses große wirtschaftliche Potenzial nicht genutzt“, schreibt das Umweltbundesamt. Der Grund: „Industrie- und Gewerbeunternehmen verwenden die verfügbaren Investitionsmittel vorrangig für das Kerngeschäft und stellen hohe Anforderungen an die Amortisationszeit von Energieeffizienzmaßnahmen.“

Durch die gestiegenen Energiekosten verkürzen sich diese Amortisationszeiten nun. Entsprechend attraktiver sollte die Investition in energie sparende Technik für Unternehmen sein – einerseits. „Andererseits führen die gestiegenen Energiepreise und die unsichere Situation dazu, dass die Bereitschaft – und zum Teil auch die Möglichkeiten – für zusätzliche Investitionen sinkt“, sagt Matthias Weyland, Energieeffizienzexperte am Umweltbundesamt. Stärkere staatliche Förderung allein werde es nicht richten: „Es setzt sich zunehmend die Erkenntnis durch, dass die Klimaziele mit reinen Förderinstrumenten zur Effizienzsteigerung nicht erreichbar sind“, meint Weyland. „Nicht nur, weil es wahnsinnig teuer wird, etwa den Gebäudebestand rein über Förderung klimaneutral umzubauen, sondern weil gegenläufige Wachstumseffekte wie die Zunahme der Pro-Kopf-Wohnfläche die Effizienzgewinne oftmals auffressen.“

NULSUMMENSPIEL FÜR DAS KLIMA

Auch weitere Faktoren relativieren die scheinbaren Erfolge: Erstens hat Corona den Energieverbrauch zeitweise nach unten gedrückt und die Bilanz da-

75 von 700 Unternehmen konnten Gas sparen, ohne ihre Produktion drosseln zu müssen.

durch geschönt. Zweitens verfälscht der Wandel von der Schwerindustrie hin zu Dienstleistungen das Bild: Rein rechnerisch sinkt dadurch hierzulande der Energieverbrauch, tatsächlich aber verlagert er sich nur in andere Länder. Drittens gibt es einen ähnlichen Effekt durch die Einfuhr energieintensiver Zwischenprodukte – etwa Ammoniak für die Düngerherstellung. Das ist zwar schön für die deutsche Versorgungssicherheit, aber ein Nullsummenspiel für das Klima – zumindest, solange die Produkte nicht in sonnenreichen Staaten mit sauberem Strom erzeugt werden.

Die Ifo-Umfrage deutet zudem darauf hin, dass die niedrigen Früchte in der Industrie bereits gepflückt sind. „Der Spielraum für weitere Einsparungen ohne Produktionsrückgang scheint zunehmend ausgereizt“, warnt Karen Pittel, Leiterin des Ifo-Zentrums für Energie, Klima und Ressourcen. Für die kommenden sechs Monate geben 41 Prozent der Unternehmen an, weiteres Gas nur noch bei sinkender Produktion einsparen zu können. Hier gibt es große Unterschiede zwischen den Branchen: Bei der Chemie sind es 57 Prozent der Firmen, in der Pharma industrie 67 Prozent, bei Glas und Keramik 69 Prozent, bei Leder gar 100 Prozent.

Eines dieser Unternehmen ist die Zwiesel Kristallglas AG im Bayerischen Wald. Schon direkt nach dem Eintritt in den Werksverkauf wird deutlich, dass hier ohne Gas nichts geht. Hinter einer großen Glasscheibe gehen Glasbläser ihrem Handwerk nach: In einer eingespielten Choreografie übergeben sie einander rot glühende Glasklumpen, aus denen sie dann edle Weingläser formen. Die Hitze der gasbetriebenen Schmelzöfen ist noch durch die Scheibe zu spüren.

„Wir haben bereits unterschiedliche Energiesparmaßnahmen in der Produktion realisiert“, sagt Zwiesel-Glas-Sprecherin Kirstin Deschler. „Durch die Umstellung auf Gas- / Sauerstoffbeheizung etwa werden 30 Prozent Energie eingespart. Zudem arbeiten wir mit externen Beratern an der Optimierung von Faktoren wie Wärmerückgewinnung, Isolierung und LED-Beleuchtung.“ Rund 80 Prozent des gesamten Energieverbrauchs entfielen allerdings auf Bereiche, in denen sich der Gasverbrauch nicht einfach so reduzieren ließe: „Es käme nur eine komplette Abschaltung in Frage“ – und auch diese nur mit einem Vorlauf von 14 Tagen, um die Schmelzwanne für das flüssige Glas nicht irreparabel zu schädigen. Für den laufenden Winter sieht sich das Unternehmen gut gerüstet. „Schwierig könnte es allerdings für die Jahre 2024 und 2025 werden.“

FLASCHENHÄLSE

Es hilft also nichts: „Um unsere Klimaziele zu erreichen, müssen wir unsere Möglichkeiten bis zum Anschlag ausreizen. Das geht nur mit einem Zusammenspiel von Erneuerbaren, Effizienz und Suffizienz“, sagt Martin Pehnt vom Heidelberger Insti-

„Ich kann nicht vor-schreiben, dass jeder nur noch 35 Quadrat-meter Wohn-fläche in Anspruch nehmen darf.“

tut für Energie- und Umweltforschung (IFEU). Schon aus Gründen der Geschwindigkeit spielt Suffizienz, also Sparen, dabei eine besondere Rolle: „Die Flaschenhälse bei Erneuerbaren und Effizienzmaßnahmen sind lange Genehmigungsprozeduren, fehlende Fachkräfte oder Produktionskapazitäten“, so Pehnt. „Wenn wir zum Beispiel pauschal vorschreiben würden, dass ausnahmslos jede 20 Jahre alte Heizung ausgetauscht werden müsste, hätten wir das Problem, sehr kurzfristig sehr viele neue Heizungsanlagen bereitstellen zu müssen.“ Sparen – etwa indem man seine Heizung herunterdreht oder seine ungenutzte Dachwohnung vermietet – geht hingegen sehr viel schneller.

Auf dem Papier sind die Deutschen dazu durchaus bereit. In einer Umfrage des Meinungsforschungsinstituts infratest dimap für Report Mainz erklärten sich rund die Hälfte der 1225 Befragten bereit, für den Klimaschutz die eigenen Lebensgewohnheiten zu verändern. Und immerhin 46 Prozent stimmten der Aussage zu: „Wir müssen auf Wirtschaftswachstum verzichten, um den Klimawandel zu stoppen.“

Ob ihnen wohl klar war, was es konkret bedeutet, wenn man den „ökologischen Imperativ“ von Hans Jonas ernst nimmt? Der Philosoph forderte 1979 in seinem Buch *Das Prinzip Verantwortung*: „Handle so, dass die Wirkung deiner Handlung verträglich ist mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf der Erde.“ Forschende der ETH Zürich haben Anfang der 1990er-Jahre berechnet, was das für den ständigen Energieverbrauch des Einzelnen bedeuten würde, und sind dabei auf die griffige Zahl von 2000 Watt pro Kopf gekommen. Das entspricht rund 17 500 Kilowattstunden Pri-

Für die Glasproduktion in Zwiesel wäre ein kurzfristiger Gasausfall eine Katastrophe: Zu schnelles Abkühlen der Schmelzwannen würde diese irreparabel schädigen. In ihnen befindet sich die Glasschmelze, aus der die Gläser dort noch mundgeblasen werden.



© Copyright by Heise Medien.



Chemieanlage von BASF. Viele chemische Vorprodukte ließen sich auch importieren. Das würde zwar der deutschen Versorgungssicherheit helfen, aber nicht notwendigerweise auch dem Klima.

märenergie im Jahr für Heizung, Strom und Fortbewegung (einschließlich aller Umwandlungsverluste). Derzeit liegt Deutschland bei knapp 42 000 Kilowattstunden, also fast beim 2,5-fachen. Um das 2000-Watt-Ziel zu erreichen, müssten die Bürgerinnen und Bürger von Industrienationen ihren Energiekonsum auf das Niveau der Einwohner der Malediven drosseln. Mal eben nach Mallorca fliegen ist dann nicht mehr drin, ebenso wenig ein Auto oder eine große Wohnung. Acht deutsche und schweizerische Gemeinden rund um den Bodensee hatten sich 2013 zum Ziel gesetzt, die 2000 Watt bis 2050 zu erreichen. Doch die letzte Pressmitteilung der Kampagne stammt von 2014. Seitdem ist es ruhig geworden um das Vorhaben.

„Wir haben in vielen Untersuchungen festgestellt, dass der soziale Abgleich mit anderen ein ganz wichtiger Ko-

ordinator ist, um das eigene Verhalten einzustufen“, sagt Ortwin Renn, Wissenschaftlicher Direktor am Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung in Potsdam. „Wenn ich sehe, alle anderen kommen mit der Hälfte der Energie aus, dann überlege ich mir schon, was mache ich eigentlich falsch.“ Die für einen solchen Vergleich nötige Technologie verbreitet sich jedoch beim Strom nur schleppend – und smarte Zähler für den Gaskonsum gibt es noch gar nicht.

DIE MORALISCHE KOMPONENTE

Vor diesem Hintergrund bekommt jede Flugreise, jedes Steak, jedes heiße Vollbad auch eine moralische Komponente: Handelt es sich um wohlverdienten Luxus oder um eine Verschwendug knapper Ressourcen? Seit Jahrzehnten, sagt der Historiker und Konsumforscher Frank

Trentmann, verbinden wir Fortschritt mit mehr und besserem Konsum (siehe Interview Seite 22). Spar-Appelle wie die Aufforderung von Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck, einfach mal kürzer zu duschen, gehen also psychologisch ans Eingemachte.

Matthias Weyland vom Umweltbundesamt hält es generell für ein Problem vieler Energiesparkampagnen, vor allem die einzelnen Menschen in die Verantwortung zu nehmen, während sie „strukturelle Rahmenbedingungen wie bessere Radwege und Bahnangebote oder Mindeststandards für Gebäude ganz überwiegend ausblenden“.

Weil strukturelle Verbesserungen aber Zeit kosten, gibt das Bundeswirtschaftsministerium konkrete Sparmaßnahmen vor: Seit Anfang September schreibt die „Kurzfristenergieversorgungssicherungsmaßnahmenverordnung“ (En-

SikuMaV) unter anderem vor, dass Flure oder Foyers in öffentlichen Gebäuden gar nicht mehr geheizt werden dürfen und Behördenbüros nur bis 19 Grad. Zudem untersagt sie Warmwasser zum Händewaschen und die Außenbeleuchtung von Baudenkämlern. Unternehmen mit einem jährlichen Energieverbrauch von mehr als zehn Gigawattstunden werden zudem dazu verpflichtet, Effizienzmaßnahmen durchzuführen.

Doch auch Bürgerinnen und Bürger kommen nicht ungeschoren davon. Private Swimmingpools, ob innen oder außen, dürfen nicht mehr mit Netzstrom oder Gas beheizt werden. In Japan geht das Wirtschaftsministerium noch radikaler vor: Es überlegt, den Stromversorgern künftig zu erlauben, bei Stromengpässen häusliche Stromfresser wie Klimaanlagen online herunterzuregeln. „Bei der Suffizienz ist es schwerer, regulatorisch ranzugehen“, wendet IFEU-Forscher Martin Pehnt ein. „Ich kann ja nicht vorschreiben, dass jeder nur noch maximal 35 Quadratmeter Wohnfläche in Anspruch nehmen darf.“

Dabei ist gerade die Wohnfläche ein guter Hebel, haben Experten vom Öko-Institut, IFEU und der FU Berlin 2020 im Auftrag des Umweltbundesamtes herausgefunden. „Relevante Potenziale“ konnten sie bei der „Reduktion der Pro-Kopf-Wohnfläche“ identifizieren. Konkret schlagen sie „kommunale Wohnbörsen“ vor, die Untervermietungen vermitteln oder älteren Menschen helfen, von großen Wohnungen oder Häusern in kleinere umzuziehen. Insgesamt, so die Studie, lassen sich so bis 2030 satte 3,3 Terawattstunden Verbrauchsminderung pro Jahr gegenüber dem Basisszenario erreichen. Zum Vergleich: Der Gesamtverbrauch aller Haushalte in Deutschland liegt bei etwa 670 TWh. Berücksichtigt man, dass nur ein Teil der Zielgruppe solche Maßnahmen tatsächlich umsetzen würde, blieben immer noch 1,7 TWh pro Jahr übrig.

Untersucht haben die Experten auch den Effekt von Durchflussmessern für Heißwasser, Zeitschaltuhren für die Dusche, Beratungen für „Bedarfsanpassungen“ wie die Abschaffung von Wäschetrocknern oder den Ersatz des alten PCs durch ein Tablet. Doch hier sind, vor allem wegen der zu erwartenden geringen Umsetzungsraten, die Einspareffekte ziemlich klein.

„Empirische Untersuchungen zeigen, dass die Motivation zum Stromsparen im Allgemeinen gering ist. Die eigennützigen Motive kommen nicht zum Tragen, weil der finanzielle Anreiz nicht ausreichend hoch ist“, heißt es in einer vertiefenden Einzelstudie zum Stromsparen. „Ein Problem stellt auch die Kleinteiligkeit der Einzelpotenziale dar, die nur in der Summe eine merkliche Einsparung bieten.“

Altruistische Motive wie etwa die Einsicht, etwas gegen Klimawandel und Ressourcenausbeutung tun zu müssen, kämen ebenfalls kaum zum Tragen, weil es um „komplexe, räumlich und zeitlich weit verteilte und unbeabsichtigt durch das Zusammenspiel vieler Einzelakteure ausgelöste Problem-

lagen“ geht, deren „Zusammenhang mit dem täglichen Handeln nicht unmittelbar erfahrbar“ sei.

REGELN SETZEN

Das Beispiel Stromsparen illustriert sehr schön, was die Transformationsforscherin Maja Göpel in ihrem neuen Buch *Wir können auch anders* eine „Systemfalle“ nennt: eine Struktur, die Handlungen belohnt, die innerhalb des Systems stimmig sind, auch wenn sie „auf Dauer dem ganzen System schaden“.

Als Beispiel nennt sie das Brettspiel Monopoly. Dort gibt es nur eine Handlungsoption: reich werden auf Kosten aller anderen. In einer frühen Version des Spiels mussten die Eigentümer von Grundstücken allerdings einen Teil ihrer Einnahmen an die Staatskasse abführen. War die Kasse gut gefüllt, wurde das Geld beispielsweise dazu genutzt, die Bahnhöfe für die Öffentlichkeit zurückzukaufen, um einen kostenlosen Nahverkehr zu schaffen, oder Parks anzulegen, um die Attraktivität von Straßen zu steigern.

Könnte es also auch Spielregeln geben, die suffizientes Verhalten fördern, sodass wir alle gewinnen? Ja, sagt Felix Creutzig vom Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC). Bis 2050 könnten wir den Energie- und Ressourcenverbrauch um 40 Prozent senken, „bei gleichbleibendem Wellbeing“.

Creutzig sagt „Wellbeing“, weil der alte Begriff „Lebensstandard“ für ihn nicht mehr passt, denn der wird beispielsweise gemessen in Pro-Kopf-Einkommen. „Aber eigentlich muss es darum gehen, was wir brauchen, um ein gutes Leben zu führen. Wir brauchen ein Dach über dem Kopf. Wir wollen uns gesund ernähren, damit wir möglichst lange auch gesund leben können, aber das heißt nicht, möglichst viel Fleisch zu essen. Wir brauchen Mobilität, aber nicht unbedingt ein Auto.“

Um den Wandel anzustoßen, setzt Creutzig auf einen Mix aus Regulierung, staatlicher Investition und Marktmechanismen. Sozial gerechter als die Gaspreisbremse, so Creutzig, sei eine Pro-Kopf-Klimadividende, die steigende Heizkosten auffängt, bei gleichzeitigem Anstieg der CO₂-Preise: „Nur so schaffen wir einen Anreiz zum notwendigen Energiesparen“, sagt er. „Notwendig ist dafür ein Kanal für staatliche Direktzahlungen – hier kann das Finanzministerium mehr Tempo zeigen.“ SUVs will er durch einen starken Anstieg der Kfz-Steuer für große, schwere Autos unattraktiv machen – bei gleichzeitigem Ausbau einer alternativen Verkehrsinfrastruktur. Fliegen wird durch einen verpflichtenden Öko-Sprit-Anteil im Kerosin automatisch teurer – und damit seltener. Und so weiter.

Dass allein höhere Energiepreise ausreichend zum Sparen motivieren, glaubt Habecks Ministerium allerdings auch nicht mehr. „Insbesondere reicht das CO₂-Preissignal durch den Emissionshandel bei vielen Unternehmen allein nicht aus, die bestehenden Effizienzpotenziale zu realisieren“, zitiert das

Bis 2050 könnten wir den Energie- und Ressourcenverbrauch um 40 Prozent senken, bei gleichbleibendem Wellbeing.

Handelsblatt aus dem Entwurf für ein neues Effizienzgesetz. Tatsächlich sind hohe Preise nicht für alle ein Problem. Und gerade die Reichen und Superreichen sind es, die besonders viel Energie verbrauchen – und ökologisch auf besonders großem Fuß leben.

DIE ROLLE DER REICHEN

Auf der Basis von Befragungen hat die Politologin und Ökonomin Ilona Otto von der Uni Graz 2019 berechnet, dass die reichsten 0,54 Prozent der Weltbevölkerung allein 13,6 Prozent der gesamten lebensstilbedingten Kohlenstoffemissionen verursachen. „Im Vergleich dazu sind die ärmsten 50 Prozent nur für etwa 10 Prozent verantwortlich“, schreibt Otto im Fachmagazin *Nature Climate Change* (heise.de/s/B6Ex).

Der Ökonom Yannick Oswald von der University of Leeds hat die Berechnungen weiter verfeinert. Ausgehend von der Einkommensverteilung verschiedener Länder hat er für Sektoren wie Wohnen und Mobilität eine durchschnittliche Verteilung der Ausgaben in Abhängigkeit vom Einkommen berechnet. Daraus wiederum lässt sich der ökologische Fußabdruck ermitteln. In Zusammenarbeit mit der Süddeutschen Zeitung brach Oswald die globalen Daten auch auf Deutschland herunter. Demnach beansprucht das eine reichste Prozent der Bevölkerung zusammengekommen so viel Energie wie die unteren 16 Prozent. Oder anders ausgedrückt: 400 000 Haushalte an der Spitze verbrauchen so viel wie 6,4 Millionen Haushalte ganz unten.

Oswalds Kollege Joel Millward Hopkins trieb das Spiel sogar noch ein

wenig weiter. In einem Artikel für *Nature* rechnete er ein Gedankenexperiment durch: Wenn alle Menschen auf der Welt genügend Geld und Ressourcen hätten, um „auskömmlich“ mit Energie versorgt zu werden, also mit 10 bis 40 Gigajoule pro Jahr – in Deutschland sind es etwa 30 GJ pro Jahr –, und man dann diese gerechte Verteilung etwas ungerechter machen würde, was würde passieren? Wenn also die Armen etwas weniger Energie verbrauchen und die Reichen etwas mehr? Klingt wie ein Nullsummenspiel, ist es aber nicht. „Tatsächlich haben wir nur ein geringes Maß an Ungleichheit angenommen, eine Art faire Ungerechtigkeit“, sagt Hopkins. Doch das Ergebnis ist verblüffend: Schon dies würde den Gesamtverbrauch um 40 Prozent anheben (heise.de/s/oKMP).

Allerdings ist Einkommen nicht der einzige Faktor, der den Energieverbrauch bestimmt. „Der Energieverbrauch für das Wohnen zum Beispiel ist sozial sehr heterogen“, sagt Antonia Schuster, die am Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) an der Theorie der „metabolischen Klassen“ forscht. Diese teilt Menschen in Gruppen mit ähnlichem CO₂-Fußabdruck ein und versucht zu ermitteln, was sie gemeinsam haben. „Da gibt es Menschen, die zum Beispiel allein auf großer Fläche wohnen, aber auch Häuser mit alten Ölheizungen. Sie finden reiche, aber auch arbeitslose und kranke Menschen, die viel Zeit zu Hause verbringen, in der Top-Emissions-Klasse in diesem Sektor.“ Was zielgerichtete politische Maßnahmen wiederum schwierig macht. „Die Frage sollte neben ‚Wer verbraucht wie viel?‘ auch ‚Wer braucht eigentlich was?‘ lauten und thematisieren, wie man Menschen mit hohen Energieverbrächen unterstützen kann.“

Ließe sich die Klimakrise also im Umkehrschluss nicht einfach lösen, indem man alle Menschen radikal gleich behandeln würde? „Es gibt absoluten Überfluss in Zeiten der Krise“, sagt

Transformationsforscherin Maja Göpel warnt vor einer „Systemfalle“: eine Struktur, die Handlungen belohnt, die innerhalb des Systems stimmig sind, auch wenn sie „auf Dauer dem ganzen System schaden“.



© Copyright by Heise Medien.



Luxusautos und Superyachten: Das reichste halbe Prozent der Menschheit verursacht mehr als 13 Prozent des Klimawandels.

Schuster. „Das ist eigentlich nicht tragbar.“ Statt „immer nur in die Mitte und nach unten“ zu schauen, sollte sich die Aufmerksamkeit „viel mehr nach oben richten“, sagt sie. Die konkreten politischen Schlussfolgerungen aus den wissenschaftlichen Analysen müssten allerdings andere ziehen. „Wir legen nur die Zahlen auf den Tisch. Die sind ziemlich eindeutig.“

Auch Hopkins begibt sich nur zögerlich auf das „politische Minenfeld“, wie er das nennt. „Es wird nicht genügen, sich nur auf den Energieverbrauch der Reichen und Superreichen zu konzentrieren“, sagt er. „Auch die europäische Mittelklasse ist im globalen Vergleich schon sehr reich. Vermutlich gehört ein britischer Universitätsprofessor wie ich weltweit schon zu den reichsten fünf Prozent.“ Klar ist seiner Meinung jedoch, dass ein auskömmlicher Lebensstandard für eine breite Mehrheit der menschlichen Bevölkerung nachhaltig nur zu erreichen sei, „wenn wir eine wachstumsunabhängige Wirtschaft hinbekommen. Dann kann man anfangen, den Lebensstandard für alle zu erhöhen, die Arbeitszeit zu verkürzen und Technologie zu verbessern.“

Aber was passiert, wenn wir den politischen Minen weiter ausweichen und nichts an unserem sozialen Gefüge verändern? Zukunftsforcher beantworten solche Fragen gerne anhand von Szenarien. 2020 beispielsweise beauftragte die Jacobs Foundation eine Studie, um herauszufinden, wie sich Lebens- und Arbeitsweise in den kommenden Jahrzehnten in der Schweiz verändern könnten. Dazu entwarfen die Autoren der Studie vier Szenarien, die entweder von Überfluss oder Mangel in Verbindung mit Freiheit oder Beschränkungen geprägt sind. Freiheit – im Sinne von individueller Entscheidungsfreiheit – und Mangel bündelten sie in einem Szenario unter der Überschrift „Kollaps“. In diesem Szenario verschärft die individuelle Konsumfreiheit die ökologische Krise und erzeugt Mangel und so-

„Eine Rezession ist ungeplant und nicht gesteuert. Degrowth ist das Gegenteil davon.“

ziale Ungleichheit. Eine kleine, reiche Elite genießt weiterhin ihren Luxus.

Solche Szenarien zeigen nicht unbedingt eine wünschenswerte Zukunft, sie sind aber nützlich, weil sich darin Punkte abzeichnen, „an denen wir Weichen für die Zukunft“ stellen müssen – statt von „exponentiellen Verläufen und plötzlichen Umbrüchen überrascht zu werden“, schreibt Maja Göpel. In diesem Fall scheint eine der Weichen zu sein, wie wir mit der maximalen Freiheit zu konsumieren umgehen.

POSTWACHSTUM

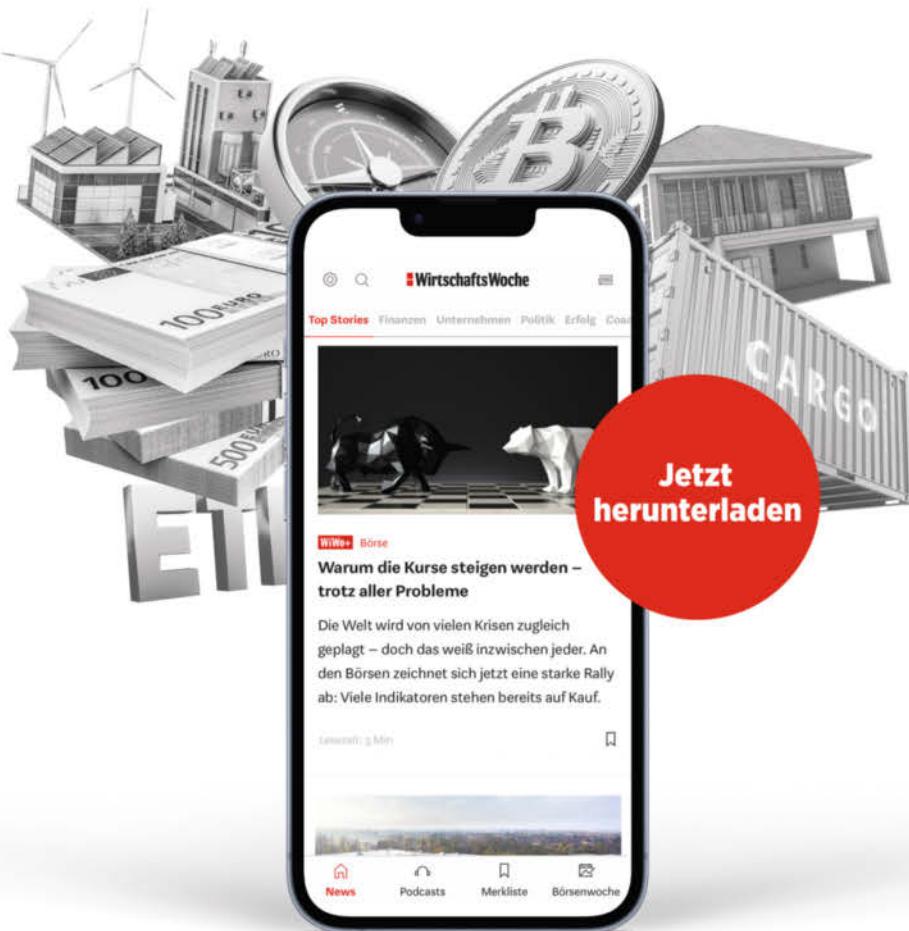
Wie eine suffiziente „Wirtschaft ohne Wachstum“ aussehen könnte, diskutieren seit einigen Jahren nun auch Ökonomen unter dem Stichwort Degrowth. „Dabei gibt es eine Reihe von Missverständnissen und Unterstellungen“, schreibt der britische Anthropologe Jason Hickel, einer der Vordenker der Bewegung: „Degrowth ist nicht dasselbe wie Rezession. Eine Rezession ist ungeplant und nicht gesteuert. Degrowth ist das Gegenteil davon.“ Ziel einer solchen Wirtschaft sei es vielmehr, die „negativen sozialen und ökonomischen Auswirkungen einer schrumpfenden Produktion gezielt auszugleichen“. Gleichzeitig müsse es um eine Verminderung der sozialen Ungleichheit gehen, den Ausbau und die Verbesserung des Gesundheitswesens und den Schutz von Ökosystemen. „Kurz: kein Verzicht und Weglassen, sondern ein umfassender Umbau.“

Klingt gut. Kritiker der Degrowth befürchten aber, dass dieser Umbau, wenn überhaupt, nicht schnell genug zu machen sei. Sie setzen lieber auf „Green Growth“, ein „intelligentes Wachstum“ durch einen „ökologischen Umbau der Wirtschaft“, wie er beispielsweise im Green New Deal der EU angelegt ist. Das Lager des „Postwachstums“ hingegen positioniert sich dazwischen und propagiert „Suffizienz-Strategien, soziale Innovationen“ und „soziale Wohlfahrtskonzepte“ gepaart mit „No Regret“-Maßnahmen zum Umbau der Wirtschaft, die wachstumsunabhängig funktionieren sollen. Die gesamte Diskussion ist zudem eng verflochten mit einem Streit über die Rolle des Kapitalismus in der ökologischen Krise. Einig sind sich die Vertreter alternativer Ansätze in den Wirtschaftswissenschaften zumindest, dass Änderungen schnell kommen und weitreichend sein müssen.

Die gute Nachricht wäre: Suffizienz, Verzicht und Einschränkungen klingen zwar danach, als würden sie die politische Akzeptanz strapazieren, können ihr umgekehrt aber auch helfen. Schließlich müssen für Energie, die nicht benötigt wird, auch keine Stromtrassen, Windräder und Solarparks zugebaut und keine kritischen Rohstoffe und Energieträger importiert werden, so eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (heise.de/s/3BMP). Insgesamt wäre der Umbau des Energiesystems bis 2045 in einem Suffizienz-Szenario sage und schreibe 1300 Milliarden Euro günstiger als bei einem Business-as-usual-Szenario. ●

Stecken Sie die besten Anlageberater in die Tasche.

Geldanlage, Märkte, Unternehmen: Mit der **neuen App der WirtschaftsWoche** verstehen Sie die Zusammenhänge und sind den Kursen stets einen Schritt voraus.



wiwo.de/app



„Wie wir leben, ist nicht natürlich entstanden“

Eine Gesellschaft, die weniger auf Konsum und Luxus fixiert ist: Schaffen wir das? Im Prinzip ja, meint der Historiker und Konsumforscher Frank Trentmann. Aber dafür bleibt uns nur noch wenig Zeit. – Interview: Wolfgang Stieler

Frank Trentmann lehrt und forscht an der University of London und am Centre for Consumer Society Research, Helsinki. Einer breiteren Öffentlichkeit ist er bekannt geworden als Autor des Buches *Herrschaft der Dinge: Die Geschichte des Konsums vom 15. Jahrhundert bis heute*. Darin diskutiert Trentmann die historischen, psychologischen, philosophischen und politischen Dimensionen des Habenwollens.

Die aktuelle Inflation und die Energiekrise zwingen uns, uns einzuschränken. Das wird durch die Klimakrise nicht besser werden. Aber eigentlich ist Luxus doch eine gute Sache, oder?

Man sieht, dass Sie ein Mann der Moderne sind. Das, was Sie beschreiben, ist eine Schlussfolgerung, die Zeitgenossen in der Moderne über Luxus ziehen. Und die wendet sich ganz stark ab von einer älteren, kritischen Reaktion auf Luxus, in der Luxus etwas Negatives war. Etwas, das eingeschränkt werden muss, insbesondere bei Frauen und bei unteren Gesellschaftsschichten. Frauen zum Beispiel, die einst Lust auf modische Baumwollstoffe hatten, wurden mit Strafen belegt, weil die Politik, die Kirchen und die Zünfte der Meinung waren, solch ein Konsum würde die gesellschaftliche Ordnung untergraben.

Etwa seit dem 17. und 18. Jahrhundert gibt es eine positivere Ausleuchtung von Konsum. David Hume, der berühmte

schottische Philosoph, weist etwa darauf hin, dass Luxus letztlich historisch relativ ist. Also was gestern Luxus war, kann heute schon normaler Teil des Lebens sein. Und er wies darauf hin, dass der Drang nach einem besseren Leben Arbeitsplätze schafft, die Menschen in Städten zusammenbringt, also Geselligkeit fördert, die Verfeinerung des Lebens mit sich führt. Denken Sie an bessere Kleidung, interessantere Konzerte, verfeinerte Speisen und Ähnliches. Und dass Konsum durch Wirtschaftswachstum eben auch die Nation stärkt.

Für viele ist ein gewisses Konsumniveau mit Freiheit und Demokratie verbunden. Würden Einschränkungen bedeuten, dass die Gesellschaft dann weniger freiheitlich und demokratisch ist?

Das ist historisch vollkommen falsch. Der Zuwachs an Konsum geht in der Geschichte nicht unbedingt auf den einzelnen Bürger zurück. Die Steigerung des Konsums geschieht in einem größeren Zusammenhang, der von Staat, Imperien, Städten und Gemeinden und auch Unternehmen geschaffen wird. Also die Güter, wie Autos, Waschmaschinen, die Idee, dass die Wohnung nicht kleiner als 75 Quadratmeter sein kann – das alles ist nicht einfach der Fantasie des einzelnen Bürgers entwachsen. Sondern die gibt es, weil es auch Autobahnen gibt, Städtebau, Kredite – und auch den Sozialstaat, der eben eine Bühne schafft, auf der selbst

schlechter bemittelte Klassen Zugang zu diesen Gütern finden.

Was bedeutet das konkret?

Die Art, wie wir leben und konsumieren, ist nicht natürlich entstanden, sondern das Resultat spezifischer Interventionen. Wenn heute Regierungen sagen, dass sie sich in bestimmte Dinge nicht einmischen können, weil sie sonst den Konsumenten auf die Füße treten würden, muss ich als Historiker widersprechen. Was haben sie denn vor 100 Jahren gemacht? Sie haben Städteplanung betrieben. Straßen sind gebaut worden, Bibliotheken, Sportplätze.

Können wir diese Form der Konsumsteigerung denn überhaupt als Fortschritt werten?

Die Idee des Fortschritts ist mit dem Ausweiten des Konsums verbunden, mit einem höheren Lebensstandard. Es gab aber eine Reihe von Liberalen in der Vergangenheit, die argumentierten, Konsum ist gut, aber er darf nicht auf Kosten der anderen gehen. Aktuell ist es aber so. Das fällt uns leicht, weil es hauptsächlich andere sind, die gar nicht zu unserer Gesellschaft gehören, sondern in Teilen Afrikas, Lateinamerika oder auch Russlands leben, wo etwa seltene Metalle herkommen. Da leben wir ein bisschen eine Selbstdüge, weil wir die Schäden des Konsums meist nicht unmittelbar erfahren, sondern externalisieren.

A close-up portrait of Frank Trentmann, a middle-aged man with light brown hair and blue eyes. He is wearing a light blue and white checkered shirt. The background is dark and out of focus.

Der Historiker und Buchautor
Frank Trentmann ist Experte
für Konsumgeschichte.

Das Grundproblem ist, dass wir uns in einer liberalen Gesellschaft schwertun, Steuerungsmechanismen einzusetzen, die möglicherweise gut für das Allgemeinwohl sind, aber dem Einzelnen in die Quere kommen. Wir gehen davon aus, dass Konsum das eigene Ich und die eigene Identität erweitert.

Wäre es dann nicht legitim, wenn der globale Süden davon träumt, diesen Luxus nachzuholen?

Ich glaube, das wird überschätzt. Dieser psychologische Eifer, den Sie beschreiben, also den Neid auf bessergestellte Gruppen und die Idee, dass man auch so leben will, geht bis in die Antike zurück. Ich weiß aber nicht, ob das empirisch haltbar ist.

Die meisten von uns konsumieren nicht, weil wir wie Millionäre leben wollen. Es gibt guten Grund anzunehmen, dass wir häufig so konsumieren, weil wir eher Teil einer Gruppe sein wollen, die wie wir ist. Man will also gar nicht immer besser als der Nachbar sein, sondern vielleicht will man genauso wie der Nachbar sein. Das heißt, dass möglicherweise die Dynamik des Konsums viel schwieriger ist.

Warum?

Weil wir dann sehen müssen, dass viel unseres Konsums Teil einer gesellschaftlichen Normalität ist, die eine Art Sog auf uns ausübt. Wir leben in stark verstaatlichten Gesellschaften, die auf grundsätzlichen Ideen über das gute Leben und Normen beruht. Also man fliegt im Sommer in den Urlaub. Das ist ja nicht nur, weil die Eliten in den Urlaub fliegen, sondern ist Teil einer Routine geworden.

Noch bis in die frühen 80er-Jahre sind die meisten Bundesbürger nicht in den Urlaub geflogen. Österreich war das beliebteste Urlaubsland. Innerhalb von 40 Jahren hat sich das radikal verändert, und jetzt sind wir alle irgendwie dabei. Das heißt aber, wenn ich mich ausklinke, falle ich da raus. Alle meine Bekannten sagen, sie hätten wieder eine exotische Reise nach Thailand gemacht, und ich bin der Einzige, der nichts zu erzählen hat. Diese Normalisierung des Konsums, die in die Alltagsgewohnheiten eingeht, ist viel, viel schwerer, als mit dem Finger auf eine globale Elite zu zeigen.

Also eine Art Perpetuum mobile – wir leben, wie wir leben, und konsumieren, wie wir konsumieren, weil wir so leben, wie wir leben?

Es ist komplexer. Es gibt Konsumformen, die hauptsächlich Gewohnheitskonsum sind. Das Autofahren zum Beispiel. Die Urlaubsreise. Die Tatsache, dass eine Wohnung 21 Grad haben muss. Das halten wir für selbstverständlich, weil die Gesellschaft um uns herum so formiert ist, wie sie ist.

Und dann gibt es andere Teile, wie das, was der Philosoph William James im späten 19. Jahrhundert das materielle Selbst genannt hat. Also, dass wir nicht nur ein psychologisches Selbst haben oder ein soziales oder geseliges Selbst, sondern auch ein materielles. Das bedeutet, dass Dinge, wie bestimmte Kleidungsstücke, Erbstücke der Großeltern bis

zum Lieblingssessel oder einem bestimmten Füller, Teile unseres Selbst sind und wir uns dadurch auch definieren. Und diese Dimensionen des Konsums sind natürlich miteinander verzahnt.

Wie kommen wir dann zu einer neuen gesellschaftlichen Normalität?

Der erste Punkt ist, dass wir andauernd verzichten. Verzicht ist mit eingebaut im Konsum. Es ist ja nicht so, dass Sie und ich wie Dagobert Duck in einem riesigen Goldspeicher säßen und einfach alles machen können, was wir nur wollen. Wenn wir uns für eine Sache entscheiden, heißt das, dass wir eine andere nicht machen können. Eine bestimmte Art von Lebensstil bedeutet, dass andere Dinge dann eben nicht gehen – zum Beispiel Muße.

Dabei gibt es ja bis ins frühe 20. Jahrhundert noch Mentalitäten, die so etwas wie Muße positiv denken. Wir denken heute, wenn jemand einfach so dasitzt und in den Himmel schaut und irgendwelche Gedanken spinnt oder einfach nur so langsam um den Teich geht, was macht der da? Hat er nichts zu tun? Freizeit muss produktiv sein. Aber die Geschichte zeigt uns, das muss gar nicht so sein. Es gibt in der Vergangenheit viele Kulturen, in denen Muße positiv bewertet wird. Auch für die Gesellschaft ist Muße eine wirklich wichtige Ressource, weil sie Fantasie freisetzen kann.

Was können wir noch lernen?

Wir können aus der Geschichte lernen, dass die Städte und unser Alltag nicht immer schon so gewesen sind wie heute. Es gibt ein sehr schönes Beispiel aus Japan von der Lebensreform-Bewegung in der Zwischenkriegszeit. Da hat sich ganz gezielt das japanische Innenministerium mit Architekten, Städteplanern und einer Hausfrauen-Bewegung zusammengetan, um modernes Leben einzurichten. Traditionelle Lebensformen in den Haushalten, in der Kleidung, im Kochen, im Heizen, in der Freizeit sollten reformiert werden. Und sie haben eine riesige Kampagne gestartet, um ganz neue Lebensgewohnheiten zu schaffen.

Könnte das ein Beispiel für den notwendigen Wandel sein?

Ich könnte mir durchaus vorstellen, dass wir mit vereinten Kräften auch heute unser Konsumverhalten radikal ändern können, auch im Sinne der Nachhaltigkeit. Aber dazu braucht es mehr, als nur auf den einzelnen Verbraucher und seinen Lebensstil zu schauen. Das muss wirklich eine verzahnte staatliche und gesellschaftliche Kooperation sein.

Dafür brauchen wir natürlich auch erst mal einen gesellschaftlichen Konsens darüber, in welche Richtung es gehen soll.

Das würde ich verneinen. Die meisten Interventionen in der Vergangenheit sind nicht das Resultat von Konsens gewesen. Man muss sich nur damit abfinden, dass das zwar ein gesellschaftlicher

Prozess ist, es aber Gewinner und Verlierer geben wird. Eindeutig. Aber schauen wir uns die Klimakrise an – da gibt es doch schon irrsinnig viele Verlierer.

Wenn hier der Konsum nicht reguliert wird, kommen wir wahrscheinlich zu einer Situation, in der nach wie vor eine kleine gesellschaftliche Elite viel konsumiert und der Rest einfach radikal zurückgestuft wird, oder?

Das sehe ich ähnlich. Aber man könnte sich durchaus vorstellen, wie nachhaltiger Konsum mit anderen Teilen der Gesellschaftspolitik gemeinsam gedacht und neu entworfen werden kann. Nehmen wir das Wohnen. Es ist eigentlich ein Unding, dass mittlerweile etwa 42 Prozent aller Haushalte Singlehaushalte sind. Gut, von denen gibt es einige, die das ganz gezielt so haben wollen. Aber es gibt auch eine große Anzahl, für die das mit Einsamkeit, Ausgrenzung und Verarmung verbunden ist. Es gibt keinen

Grund, warum man nicht mit Lebensmodellen auf den Plan tritt, in denen mehr gemeinschaftlicher Konsum – wie hier im Beispiel über gemeinsames Wohnen – wieder positiv belegt wird.

Und es ist gar nicht so lange her, dass viel gemeinschaftlicher Konsum die Norm war. Nehmen wir die Privatisierung des Sports zum Beispiel. Die Leute schimpfen auf den Vereinsmeier. Aber wenn die Alternative ist, dass ich allein abgegrenzt in meiner eigenen Einzelelle Sport treibe, ist das vielleicht was Gutes? Wir haben so ein bisschen die Fantasie verloren. Und damit meine ich nicht die technologische Fantasie.

Welche Fantasie meinen Sie denn?

Wir müssen uns viel mehr damit beschäftigen, wie Menschen Technologie tatsächlich benutzen. Ein sehr schönes Beispiel ist der Beginn der Zentralheizung in England, wo wir aufgrund von Fallstudien wissen, dass es Haushalte

gab, in denen die Menschen Textilien in die Rohre und in die Schächte gestopft haben, um die Zentralheizung zu stoppen. Warum? Weil sie heiße Luft in ihre Schlafzimmer brachte, aber die Menschen gewohnt waren, in einem kalten Raum zu schlafen.

Als jemand, der sich mit Jahrhunderten von Konsumgeschichte beschäftigt hat: Sind Sie eher optimistisch oder pessimistisch, dass wir dieses Problem lösen können?

Ich versuche immer Optimist zu sein, weil die Geschichte zeigt, dass es immer wieder große Veränderungsmöglichkeiten gibt, die zu bestimmten Zeiten von Staat und gesellschaftlichen Gruppen auch wirklich erkannt und ausgeschöpft werden. Ich bin Pessimist, weil das Problem ja auch mit Zeitlichkeit zu tun hat und wir jetzt sehen, dass alles, was wir gemacht haben, zu spät und zu wenig war. Uns läuft die Zeit davon. ●



wachsen MIT DER IBB

Für Unternehmen, die wachsen

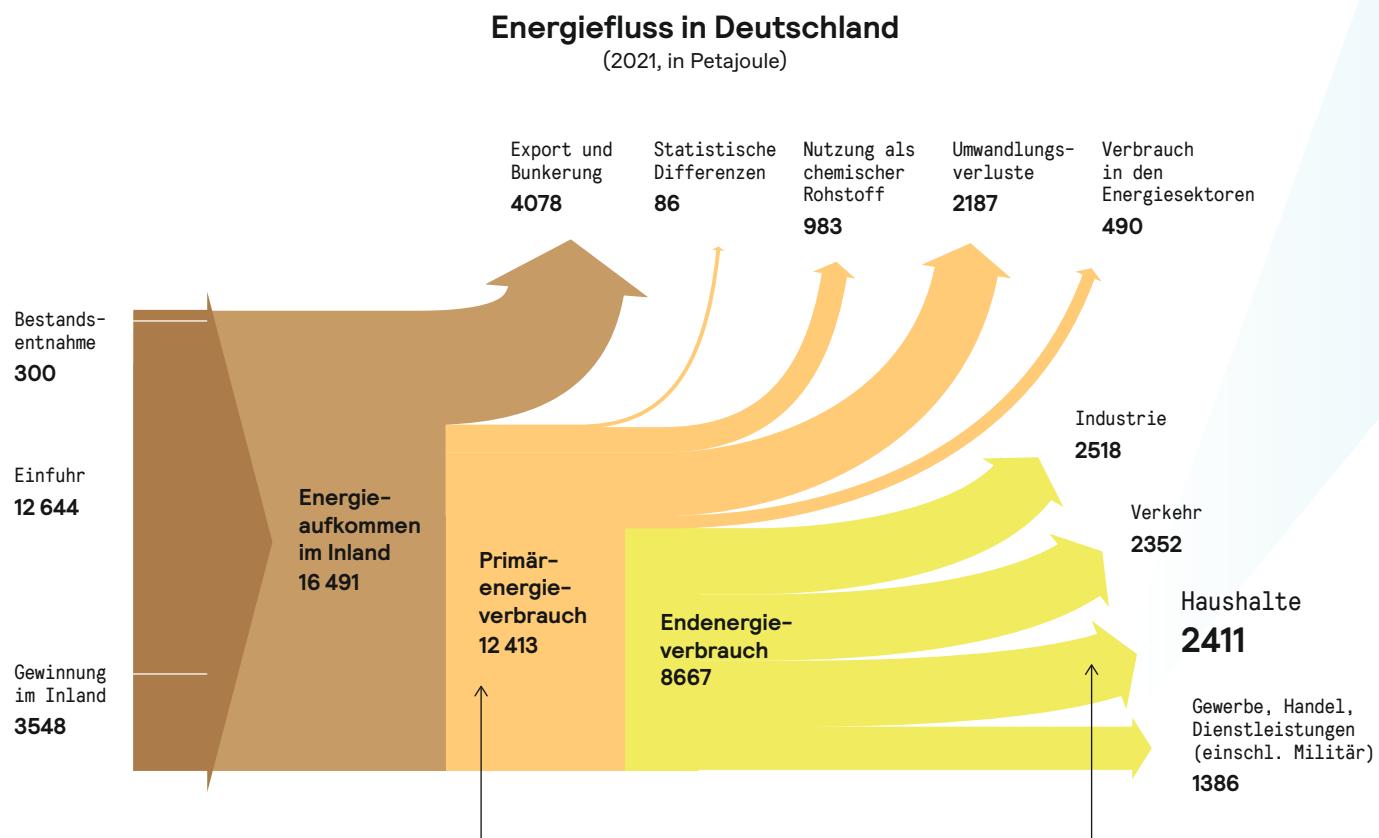
Sie suchen die passende finanzielle Förderung, damit sich Ihr Geschäft vergrößern kann? Wir haben sie. Kompetent, zuverlässig und mit dem Ziel, Ihr Unternehmen langfristig erfolgreich zu machen. Sprechen Sie mit uns!
Hotline Wirtschaftsförderung: 030 / 2125-4747

ibb.de/wachsen



Energie sparen zu Hause

Um merklich Energie zu sparen, ist es sinnvoll zu wissen, wo sich die größten Posten verbergen. Kleinvieh macht zwar auch Mist, aber dort, wo wir viel Energie verbrauchen, ist der Spar-Hebel am größten. – Udo Flohr; Grafik: Matthias Timm



Legende

- 1 Petajoule (PJ) = 277 778 Megawattstunden.
- Primärenergie: in unverarbeiteten Energieträgern (Kohle, Erdgas, Rohöl, Uran etc.) enthalten
- Endenergie: in nutzbarer Form geliefert (Strom, Benzin, Diesel, Gas etc.)

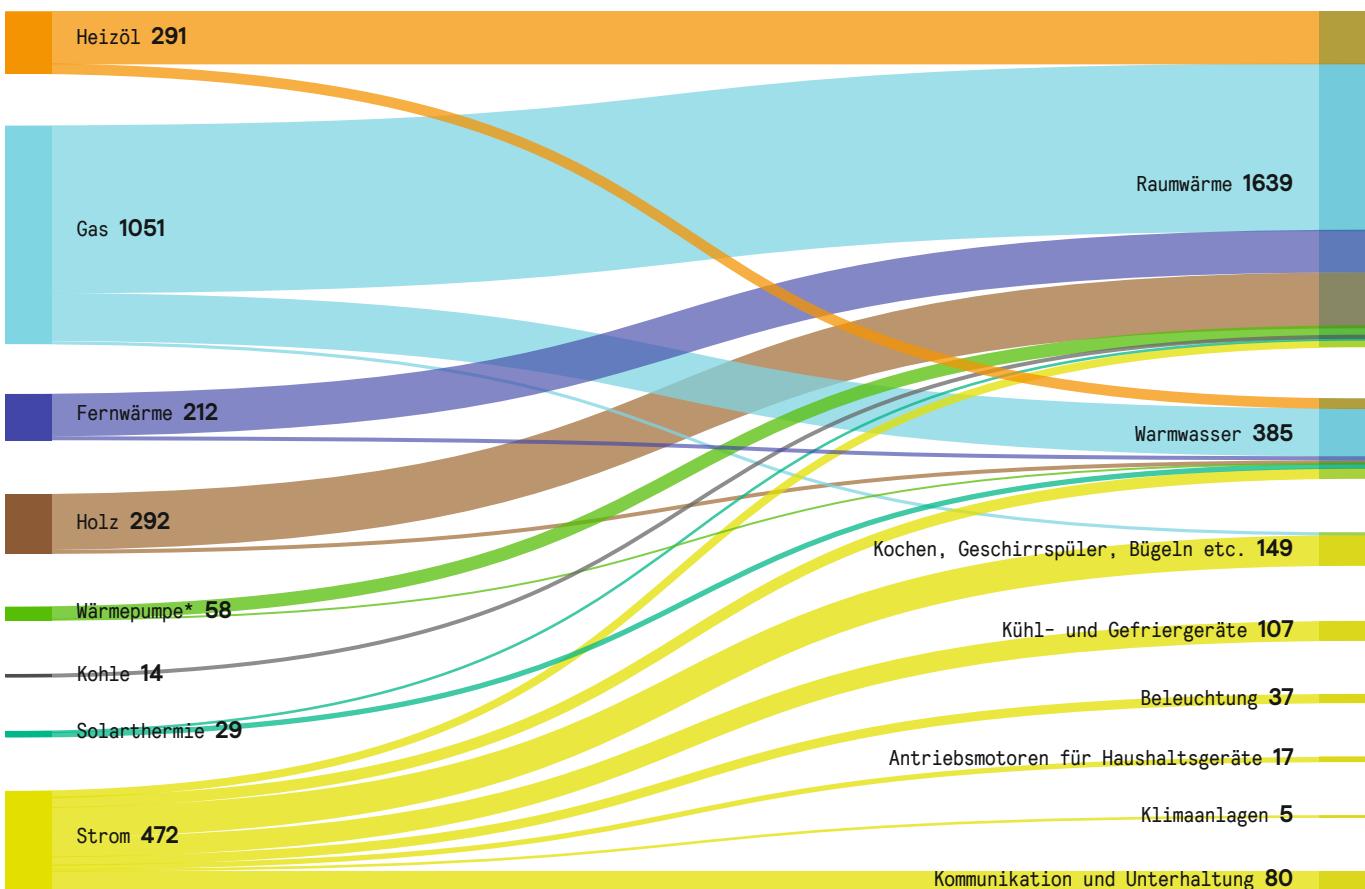
Die Grafik zeigt, dass schon bei der Umwandlung von Primär- in Endenergie Verluste in Höhe von mehr als 2000 Petajoule entstehen – vor allem durch Gas- und Kohlekraftwerke, die Wärme freisetzen. Bei Erneuerbaren wird Primär- und Endenergie gleichgesetzt. Der Anteil erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch betrug 2021 rund 15,7 Prozent. Steigt dieser Anteil, gehen auch die Umwandlungsverluste (rechnerisch) entsprechend zurück.

© Copyright by Heise Medien.

Beim Endenergieverbrauch liegen die Haushalte hinter Industrie und Verkehr an dritter Stelle. Um zu sehen, wo Privatpersonen hier den größten Hebel für Einsparungen finden, haben wir das Haushaltssegment weiter aufgeschlüsselt (siehe Grafik rechts).

Energieverbrauch deutscher Haushalte

(2021, in Petajoule)



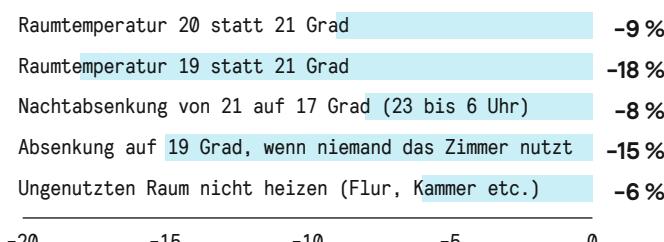
* „Wärmepumpe“ erfasst nur die Wärmezufuhr in die Wohnung. Der dabei verbrauchte Strom ist in „Strom“ enthalten.

Einsparpotenziale im Einfamilienhaus

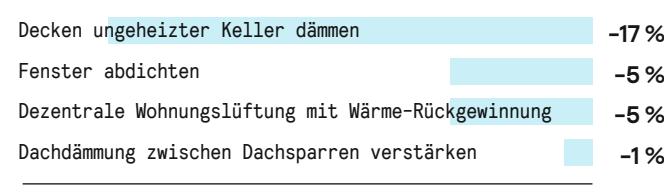
Die größten Brocken in der Energiebilanz für Haushalte sind die Raumwärme und warmes Wasser. Dort liegt damit auch das größte Einsparpotenzial. Der wichtigste Energieträger für die kuschelige Wohnung und die warme Dusche ist Gas. Allein durch Verhaltensänderung und technische Maßnahmen lassen sich große Spareffekte erzielen. Diese Werte sind allerdings keine exakte Prognose, sondern verdeutlichen lediglich die erwartbare Größenordnung.

Heizung

Verhaltensänderung

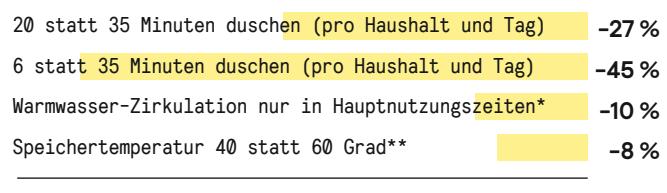


Technische Änderungen



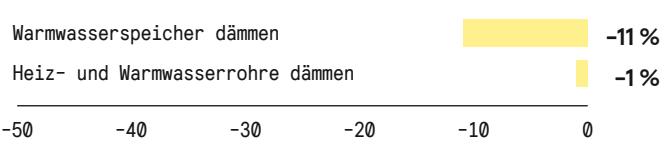
Warmwasser

Verhaltensänderung



* Warmes Wasser wird ein- oder mehrmals pro Stunde vom Kessel zu Wasserhähnen gepumpt und fließt zurück, damit der Nutzer schneller Warmwasser hat.
** vor allem für Mehrfamilienhäuser; Legionellenschutz muss ggf. nachgerüstet bzw. aktiviert werden

Technische Änderungen



Über Airbus

Airbus ist Pionier einer nachhaltigen Luft- und Raumfahrt für eine sichere und vereinte Welt. Das Unternehmen arbeitet ständig an Innovationen für effiziente und technologisch fortschrittliche Lösungen in den Bereichen Luft- und Raumfahrt, Verteidigung sowie vernetzte Dienstleistungen. Airbus bietet moderne und treibstoffeffiziente Verkehrsflugzeuge sowie dazugehörige Dienstleistungen an. Airbus ist auch führend in Europa im Bereich Verteidigung und Sicherheit und eines der größten Raumfahrtunternehmen der Welt. Im Bereich Hubschrauber stellt Airbus die weltweit effizientesten Lösungen und Dienstleistungen für zivile und militärische Hubschrauber bereit.



Bewirb dich jetzt:
www.airbus.com/careers

Die Grenzen der **Technologie**

durchbrechen



AIRBUS

✓ Luft, ✓ Erde, ✓ Pferdemist

**Wärmepumpen, heißt es oft, funktionieren nur bei modernen und sehr gut gedämmten Häusern mit Fußbodenheizungen. Beispiele aus der Praxis zeigen:
Das stimmt so nicht.** – Gregor Honsel

Lediglich der frische Splitt in den Fugen zwischen den Pflastersteinen zeugt noch davon, was sich hier vor einem Jahr abgespielt hat. Damals manövrierte sich ein Bohrfahrzeug durch eine Wohnsiedlung in Hannover-Misburg bis zum Bungalow der Scheiwe. „Das passte so gerade eben auf die Garagenauflaufahrt“, erzählt Niklas Scheiwe. Direkt vor dem Hauseingang bohrte das Fahrzeug zwei 75 Meter tiefe Löcher in den Untergrund. Seitdem müssen sich Niklas Scheiws Eltern keine Gedanken mehr über ihre Heizkosten machen – und über ihren CO₂-Fußabdruck.

In den Löchern stecken u-förmige Plastikschläuche, in denen eine Sole zirkuliert. Diese fördert die gleichbleibende Wärme aus dem Untergrund nach oben. An der Oberfläche erhöht dann eine Wärmepumpe die in 75 Metern Tiefe gewonnene Temperatur auf ein Niveau, mit dem sich auch ein weitgehend ungedämmtes, zwanzig Jahre altes Einfamilienhaus heizen lässt. Damit widerlegen die Scheiwe das alte Vorurteil, dass Wärmepumpen nur bei Neubauten oder komplett sanierten Altbauten sinnvoll seien. Die Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen (KEAN) hat gemeinsam mit dem Borderstep-Forschungsinstitut weitere Beispiele dafür zusammengestellt.

Mit der Entscheidung für eine Erdwärmepumpe haben sich die Scheiwe für einen recht aufwendigen Weg entschieden, ihr Haus energetisch zu sanieren. Ein Grund: Die tiefen

Erdschichten liefern auch im Winter eine gleichbleibende Wärme. Die meisten greifen hingegen zu einer Luftwärmepumpe, weil sie einfacher zu installieren ist.

DREI- BIS VIERFACHER ENERGIEHEBEL

Zunächst erscheint es kontraintuitiv, auch aus kalter Winterluft noch Energie gewinnen zu wollen. Doch genau das macht den Charme der Wärmepumpen aus: Sie sind in der Lage, kleinsten Temperaturdifferenzen auf ein höheres Niveau zu „pumpen“. Dabei entziehen sie der Umgebung in der Regel das Drei- bis Vierfache der Energie, die sie selbst für ihren Antrieb brauchen. Allerdings ziehen sie umso mehr Strom, je höher die Temperaturdifferenzen sind, die sie überwinden sollen. Konkret bedeutet das: Müssen sie ähnlich hohe Vorlauftemperaturen wie eine Gastherme liefern, also bis zu 80 Grad, wird es teuer.

Für gut gedämmte Häuser mit Flächenheizungen ist das kein Problem. Sie kommen auch mit niedrigeren Vorlauftemperaturen aus. Doch im Umkehrschluss bedeutet dies nicht, dass unsanierte Altbauten damit komplett aus dem Rennen sind. „Aktuelle Feldtests zeigen, dass viele Bestandsgebäude mit einem Temperaturniveau auskommen, das einen effizienten Betrieb einer Wärmepumpe zulässt“, heißt es in einer aktuellen Studie der Agora Energiewende (heise.de/s/ODJk). „Dies trifft auch auf Gebäude zu, die über ‚herkömmliche‘ Heizkör-

per beheizt werden. In vielen Fällen lässt sich das Temperaturniveau auch durch einfache Maßnahmen, wie den Einbau neuer Fenster oder den Austausch einzelner ‚kritischer‘ Heizkörper, auf das notwendige Niveau reduzieren.“

Ein Beispiel dafür ist ein Einfamilienhaus von 1952 mit 180 Quadratmetern Wohnfläche in Hannover-Bothfeld. Es wurde immer wieder aus- und umgebaut. Nur zwei Fassaden und das Dach sind gedämmt, es gibt ein Sammelsurium an Heizkörpern aus allen Epochen, darunter auch alte Rippenradiatoren aus der Nachkriegszeit. Als die Besitzer, ein pensioniertes Architektenpaar, das seinen Namen nicht genannt haben möchte, 2009 die defekte Gasheizung gegen eine Luftwärmepumpe austauschten, mussten sie trotzdem nur wenige Heizkörper wechseln. Selbst bei einer Außentemperatur von minus zwölf Grad reicht eine Vorlauftemperatur von 60 Grad aus, das Haus warm zu bekommen. Die Jahresarbeitszahl betrug bisher im Schnitt 3,1 – aus einer Kilowattstunde Strom erzeugte die Wärmepumpe also durchschnittlich 3,1 kWh Wärme. Kein überragender, aber ein durchaus ansehnlicher Wert.

DAMPFFONTÄNE ERSCHRECKT NACHBARN

Der Verdampfer der Wärmepumpe ist ein etwa brusthoher Blechkasten, der im Vorgarten steht. Mit einem Geräuschpegel von 57 Dezibel ist der Lüfter deutlich zu vernehmen. Doch Nachbarn hätten sich noch nie beschwert, erzählt die Architektin. „Wir haben das Gerät extra mit Büschchen umpflanzt – nach dem Motto: Was man nicht sieht, hört man auch nicht.“ Nur einmal gab es einen nachbarschaftlichen Zwischenfall: Als das Aggregat bei der automatischen Enteisung eine gewaltige Dampffontäne ausgestoßen habe, sei ein Nachbar kurz davor gewesen, die Feuerwehr zu rufen.

Bei der Wärmepumpe, die sich Elektromeister Manfred Ewe vor einem Jahr angeschafft hat, sind die technischen Fortschritte gegenüber der Pumpe des Architektenpaares deutlich zu sehen – und zu hören. Das nur hüfthohe Gerät steht ein paar Meter vom Haus entfernt im Garten. Dass es läuft, erkennt man vor allem daran, dass sich die Grashalme vor dem Lüfter bewegen. Die Lautstärke entspricht etwa der eines leise summenden Kühlschranks. Das dazugehörige Haus in Hannover-Bemerode ist Baujahr 2008, hat eine Fußbodenheizung und kommt mit einer Vorlauftemperatur von nur 35 Grad aus. Eine Jahresarbeitszahl liegt noch nicht vor, da die Anlage noch kein ganzes Jahr in Betrieb ist.

Dass die Scheiweis sich trotzdem für eine Erdwärmepumpe entschieden haben, hatte zwei Gründe. „Wir konnten uns nicht einigen, wo wir eine Luftwärmepumpe hätten aufstellen sollen, ohne die Nachbarn zu stören“, sagt Niklas Scheiwe. „Außerdem arbeitet eine Erdwärmepumpe effizienter.“ Da sie aus einem relativ konstanten Wärmereser-

Dass die Wärmepumpe läuft, erkennt man vor allem daran, dass sich die Grashalme vor dem Lüfter bewegen.

voir im Erdboden schöpfen kann, muss sie im Winter keine so hohen Temperaturdifferenzen überwinden. Das schlägt sich in einer Jahresarbeitszahl von 4,4 nieder.

BOHREN OHNE BERGRECHT

Allerdings war die Installation mit 27 500 Euro (einschließlich Förderungen) etwa 6000 bis 7000 Euro teurer als eine Luftwärmepumpe, so Scheiwe. Die hohen Kosten entstehen vor allem durch die Bohrung. Die dazu nötige Genehmigung der Unteren Wasserbehörde habe das mit der Bohrung beauftragte Unternehmen relativ zügig besorgt, berichtet Scheiwe. Erst bei Bohrungen ab 100 Metern wird es kompliziert – dann gilt das Bergrecht. Deshalb entschieden sich die Scheiweis für zwei Bohrungen mit ein paar Metern Abstand. So konnten sie auch mit niedrigeren Tiefen ihren Wärmebedarf decken.

Eine Fußbodenheizung hat der Bungalow nicht, sondern herkömmliche Heizkörper. Allerdings bekommen diese bei Vorlauftemperaturen unter etwa 40 bis 60 Grad ein Problem: Die Umlözung der Warmluft (Konvektion) bricht zusammen. Deshalb wurden im Haus der Scheiweis einige Heizkörper durch Gebläseradiatoren ersetzt. Sie sehen aus wie normale Heizkörper, haben aber ein eigenes kleines Bedienfeld mit Tasten und Display sowie – von außen nicht zu sehen – eine Reihe kleiner

Das Verdampfer-Modul einer modernen Wärmepumpe am Haus ist nur etwa so laut wie ein leise summender Kühlschrank.



Pferdemist kann Temperaturen um 50 Grad liefern.

Ventilatoren, ähnlich wie die CPU-Lüfter eines Computers. „Sie laufen aber selten länger als eine halbe Stunde am Tag“, sagt Scheiwe. Der besondere Clou: Auf diese Weise lässt sich das Haus auch kühlen. Schließlich ist eine Wärmepumpe nichts anderes als ein umgedrehter Kühlschrank.

Ein Nebeneffekt: Die Abwärme heizt im Sommer den Boden rund um die Erdsonde auf, sodass er nicht auskühlt. Eine solche Auskühlung kann im Winter zu Problemen führen, wenn sie das Erdreich vereist. „Nach einer Schweizer Untersuchung kommt es bei etwa 20 Prozent der Bohrungen zu einer Unterkühlung“, sagt Jens Clausen vom Borderstep Institut. Ursache sei meist ein zu geringer Abstand zwischen den Bohrungen.

Bei den Scheiws kommen 60 Prozent des Heizungsstroms von einer PV-Anlage mit Tesla-Wallbox. Wie auch die meisten anderen Wärmepumpen hat die Heizung einen Pufferspeicher, damit die Kompressoren längere Zeit am Stück laufen können und nicht zu häufig anspringen müssen.

Was ließe sich an der Anlage noch verbessern? „Eine zusätzliche Hausdämmung würde kaum noch etwas bringen“, meint Niklas Scheiwe. Energieberater Florian Lörincz von der KEAN späht im Heizungskeller nach unisolierten Rohren, findet aber nichts und zuckt mit den Schultern. „Hier ist nicht mehr viel zu optimieren“, meint er. „Das liegt vor allem daran, dass die Bewohner sensibilisiert sind.“

OHNE EIGENINITIATIVE GEHT NICHTS

„Ja, ich bin ein Technikfreund“, bestätigt Niklas Scheiwe, von Beruf IT-Berater. Das verbindet ihn mit den anderen Betreiberrinnen und Betreibern der Altbau-Anlagen – ohne Eigeninitiative geht nichts, wenn man seine auf Öl- und Gasüberfluss ausgelegte Bestandsimmobilie klimaneutral heizen möchte.

Davon können auch Kirsten und Mathias Döffinger ein Lied singen. Sie haben die Latte noch ein Stück höher gelegt: Bei ihnen ging es nicht um ein vergleichsweise kompaktes Einfamilienhaus, sondern um einen hundert Jahre alten Hof bei Hessisch Oldendorf. Dafür nutzen sie eine sehr spezielle Wärmequelle: Pferdemist. Im Oktober gewannen sie den Niedersächsischen Wärmepumpenpreis für die innovativste Anlage.

Etwa ein Dutzend Pferde leben auf dem Hof der Döffingers. Als 2020 die Vorschrift in Kraft trat, den anfallenden Mist auf einer wasserundurchlässigen Unterlage lagern zu müssen, ließ das Ehepaar eine Betongrube von der Größe einer Garage gießen. In die Bodenplatte verlegten sie 600 Meter Plastikschräume – für eine Wärmepumpe, die es damals noch gar nicht gab. Über ein Jahr arbeitete Mathias Döffinger daran, Rohre von der Mistplatte quer durch den Stall zum Heizungsraum im Wohngebäude zu verlegen. „Handwerker waren ein-



Eine Erdwärmbohrung macht die Installation einer Wärmepumpe teurer, aber ihren Betrieb günstiger. Oft reicht dafür auch der Platz einer Garagenauflfahrt.

Gebläseradiatoren sehen aus wie normale Heizkörper – abgesehen von einem kleinen Bedienfeld. Sie erleichtern es, einen Raum auch mit niedrigen Vorlauftemperaturen warm zu bekommen.



In eine Betongrube für Pferdeäpfel wurden 600 Meter Plastik-schlüche eingegossen, um die Wärme des Mists zu nutzen.

fach keine zu bekommen“, sagt er. Hilfreich war, dass er selbst früher das Sanitärhandwerk gelernt hat. „Ohne Eigenarbeit wüsste ich auch nicht, wie man das schaffen sollte.“

Beim Besuch im Oktober ist die Wärmepumpe gerade eine Woche in Betrieb. Etwas nervös schaut Döffinger auf die Anzeigen. „Die Vorlauftemperatur liegt noch unter 40 Grad, aber wir haben auch nur wenig alten Mist dort liegen. Mit frischem Mist wird es wohl besser.“ Nötig wären laut Berechnung über 41 Grad, um das alte Gebäude bei kaltem Wetter warm zu bekommen.

Die Erfahrungswerte, welche Menge Mist wie viel Wärme erzeugt, stammen vom Verein Native Power. Der Verein entwickelt Verfahren, aus Pferdemist gleichzeitig Kompost und Wärme zu gewinnen. „Wir tragen das aktiv in die Pferdewelt hinein“, sagt Vereinsvorsitzender Heiner Cuhls – mit Workshops, Broschüren, Beratung und Besuchen vor Ort. Auch bei der Auslegung der Anlage der Döfingers war Cuhls beteiligt.

Prinzipiell kann Pferdemist Temperaturen um die 50 Grad liefern, sodass er sich auch direkt zum Heizen nutzen ließe. Dazu müssen die Wärmetauscher allerdings mitten in die Biomasse eingelegt werden. Das macht die Handhabung des Mists jedoch aufwendiger, als wenn die Wärme wie bei den Döfingers aus der Bodenplatte entnommen wird – schließlich muss der Mist auch irgendwann wieder von der Platte runter. Mit der sogenannten Betonkernaktivierung, mit fest in der Betonplatte eingegossenen Wärmetauschern, lassen sich im Winter immerhin noch 15 bis 20 Grad erreichen, deutlich mehr als mit Erdwärmesonden.

Falls das nicht reichen sollte, hat Cuhls noch einige Tricks auf Lager, dem Mist mehr Wärme zu

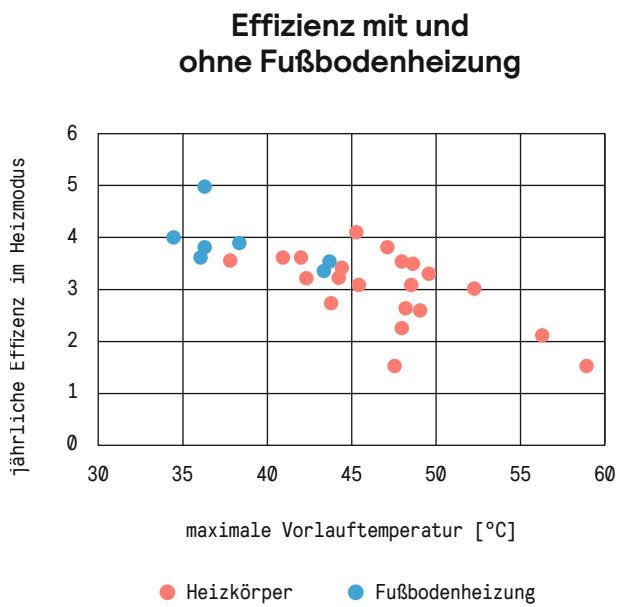
**Erst bei
Bohrungen
ab 100 Me-
tern wird es
kompliziert –
dann gilt das
Bergrecht.**

entlocken – etwa, indem er eine spezielle Bakterienlösung unter den Mist mischt, welche die Zersetzung ankurbelt. Oder das Häckseln von Pferdeäpfeln und Streu, bevor sie auf die Mistplatte geladen werden. „Dadurch entsteht eine flächendeckende Kompostierung mit bis zu 70 Grad auf der Betonplatte“, sagt Cuhls. Doch auf einen Misthäcksler haben die Döfingers aus Kostengründen erst einmal verzichtet. Bei extremer Kälte können zur Not noch ein Pellet-Kessel und elektrische Heizstäbe einspringen. Den alten Ölheizkessel haben sie komplett entsorgt – nur so gab es die volle Förderung.

Nun sind sie zwar nicht mehr auf Öl, dafür aber auf ausreichend Pferdeäpfel angewiesen. „Klar, das ist ein Risiko“, sagt Mathias Döffinger. Seine Frau – Großtierärztin, Pferdeliebhaberin und treibende Kraft hinter der Wärmepumpe – sieht das aus einem anderen Blick: „Im Gegenteil: Das ist ein Grund, immer genug Pferde haben zu müssen“, sagt sie und grinst.

SCHON BEI DER INSTALLATION NICHT EFFIZIENT

Nun sind sie gespannt, ob sich das Wagnis gelohnt hat. „Wenn wir nach Hause kommen, schauen wir als Erstes in den Heizungsraum, ob alles läuft“, sagt Kirsten Döffinger. Darin dürften sie sich kaum von den anderen Betreibern mit ihren konventionelleren Lösungen unterscheiden, denn Wärmepumpen brauchen mehr Zuwendung als herkömmliche Heizungen. Häufig würden sie schon bei der Installation nicht auf Effizienz getrimmt, haben Forschende der Uni Bamberg und der ETH Zürich festgestellt (heise.de/s/nZKI). Im Zweifel sind die Anlagen so großzügig eingestellt, dass niemand friert und sich



Die Grafik zeigt: Auch mit Heizkörpern lässt sich eine Wärmepumpe effizient betreiben, allerdings nicht ganz so effizient wie die besten Anlagen mit Fußbodenheizung. Die Jahresarbeitszahl (y-Achse) gibt an, wie viele Kilowattstunden Wärme im Jahresschnitt aus einer Kilowattstunde Strom gewonnen werden. Je höher die Zahl, desto effizienter die Wärmepumpe.

beschwert. Der optimale Betriebspunkt ist das aber nicht unbedingt. „Kunden tun sich sehr schwer, festzustellen, ob der Energieverbrauch angemessen ist“, sagt Andreas Weigert von der Uni Bamberg. Mit einem deutsch-schweizerischen Forschungsteam hat er 297 Wärmepumpen über 50 Monate hinweg beobachtet – und dabei untersucht, ob Heizungschecks durch Fachleute Verbesserungen brachten.

Das Ergebnis: Bei der Hälfte brachten Checks „sehr hohe Effizienzgewinne“ von durchschnittlich 1805 Kilowattstunden pro Jahr, bei der anderen Hälfte lohnte sich die Maßnahme gar nicht. Flächendeckend knappe und viel beschäftigte Servicetechnikerinnen und -techniker in die Haushalte zu schicken, ist also keine Lösung. Immerhin: Weigert und seine Mittorschenden fanden in den Smart-Meter-Daten eines schweizerischen Versorgers Hinweise, bei welchen Haushalten es besonders viel zu optimieren gab: Sie verrieten sich durch einen Median-Monatsverbrauch von mehr als 1000 Kilowattstunden.

Abhilfe schaffen beispielsweise andere Heizkurven (siehe S. 36), eine veränderte Nachtabsenkung oder eine optimierte Beladung des Wärmespeichers. Wie viel man mit den richtigen Einstellungen herausholen kann, hat Enrico Mischnick erfahren. Gegen den Rat des Energieberaters und der meisten Handwerker installierte er 2021 eine Luftwärmepumpe in seinem kaum gedämmten 85-Quadratmeter-Reihenendhaus aus den 1970ern. Dafür musste er allerdings sehr tief in die Regelungstechnik einsteigen – und genügend Selbstbewusstsein mitbringen. Für ihn kein Problem: Er hat eine Ausbildung in Hydraulik und Pneumatik.

„Jedes Haus ist anders“, sagt Mischnick. „Steht es frei? Welche Sonnenseite hat es? Welchen Lebensrhythmus haben seine Bewohner?“ Für normale Nutzer sei es kaum möglich, die Wärmepumpe darauf einzustellen. „Die können höchstens noch Vor- und Rücklauftemperatur einstellen.“ Aber es sei auch ein immenser Aufwand, jedes Mal einen Handwerker kommen zu lassen, nur um ein paar Parameter zu ändern.

Also besorgte er sich den Code, um in die Einstelloptionen für Installateure zu kommen. Nach jeder Änderung beobachtete er vier bis fünf Tage lang den Stromverbrauch im Verhältnis zu den Außentemperaturen. „Dabei habe ich zum Beispiel festgestellt, dass ich mit einer Nachtabsenkung mehr Strom brauche als ohne.“ Also stellte er den ab Werk eingestellten Nachtmodus ab. Zudem erhöhte er leicht den Druck der Umwälzpumpen, damit die Wärme schneller in die Heizkörper gelangt. Mit vielen kleinen Änderungen hatte er schließlich nach einem halben Jahr die täglichen Stromkosten von 4 auf 3 Euro gesenkt.

Seine Methode würde er allerdings „nicht jedem empfehlen“, sagt Mischnick. „Wir bräuchten eine KI, die so etwas automatisch macht. Aber meines Wissens gibt es noch nicht einmal Hersteller, die eine Fernwartung anbieten.“

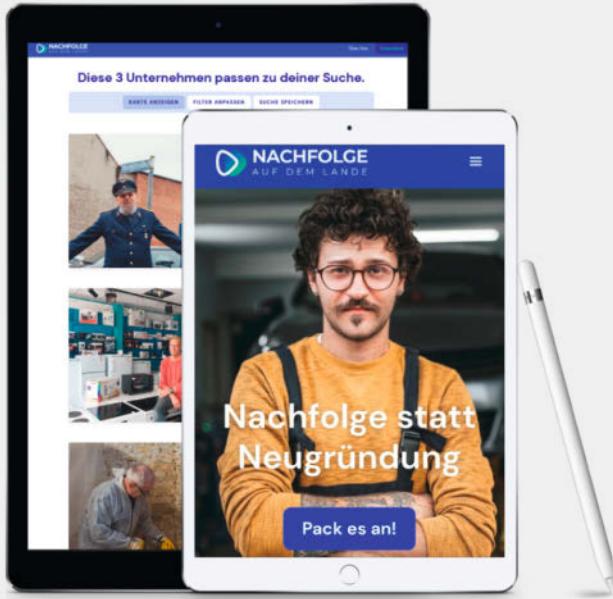
IDEALISMUS UND RENDITE

Kein Wunder, dass die meisten Wärmepumpenpioniere derzeit technikaffine Menschen mit einem gewissen Idealismus und dem nötigen Kleingeld sind. Die Umbauten kosteten jeweils einige Zehntausend Euro. Als sich etwa Niklas Scheiwe mit seinem Vater daran machte, das Haus umzubauen, sei er noch von einer Amortisationszeit von rund 20 Jahren ausgegangen. Mit den aktuellen Gaspreisen seien es nur noch etwa 6,5 Jahre. „Aus Idealismus ist ein Renditeobjekt geworden“, sagt Scheiwe.

KEAN-Berater Georg Schuchardt warnt jedoch: „Die Wärmepumpen sind seitdem deutlich teurer geworden, die Amortisationszeit ist abschließend noch nicht zu klären.“ Die Agora-Studie sieht das etwas optimistischer: „Verbunden mit neuen Produktionsverfahren und einer Verkürzung der Installationszeiten sehen Marktakteure die Chance, die Investitionskosten um bis zu 40 Prozent zu reduzieren.“ Und beim Betrieb lasse sich schon jetzt sparen – und zwar weitgehend unabhängig vom Gas- und Strompreis: „Selbst bei der Wärmepumpe mit einem eher niedrigen Effizienzwert von 2,5 und dem vergleichsweise niedrigen Gaspreis von Januar 2022 sind die Betriebskosten niedriger als die eines Gaskessels“, so die Studie. ●

Im Bundesverband Deutscher Innovations-, Technologie- und Gründerzentren e.V. (BVIZ) - sind rund 160 Innovationszentren vereint, deren Hauptaufgaben darin bestehen, Existenzgründungen zu fördern und neue, innovative Technologiefirmen zu unterstützen. Die Mitgliedszentren des BVIZ nehmen gründungswillige Unternehmer gern auf, beraten sie qualifiziert in allen die Unternehmensgründung betreffenden Fragen, betreuen sie bei den ersten Wachstumsphasen und bieten ihnen eine hervorragende Infrastruktur – von modernsten Kommunikationsmöglichkeiten bis zu ausgestatteten Laboren. Der Verband vertritt in erster Linie die Interessen der Mitglieder gegenüber Öffentlichkeit, Politik und Wirtschaft. Darüber hinaus bietet er den Mitgliedern Erfahrungsaustausch, Know-how-Vermittlung, Zugang zu nationalen und internationalen Netzwerken sowie weitere Vorteile und Unterstützung.

Digitales Matching in der Unternehmensnachfolge



Technische Innovation auf dem platten Land

Wer heute etwas dringend benötigt, der sucht, findet und ordert dies einfach über das Internet. Im Landkreis Prignitz in Brandenburg suchen 2.500 Unternehmen in den nächsten 5 Jahren einen Nachfolger für den Chefsessel. Da dieses große Angebot aber kaum sichtbar ist, entwickelte das Technologie- und Gewerbezentrum Prignitz gemeinsam mit den Unternehmen der Region eine zeitgemäße Lösung für Unternehmensnachfolgen. Das Ergebnis ist ein digitales Werkzeug, mit welchem sich Senior-Unternehmer und Nachfolgeinteressierte finden können.

Matching auf verschiedenen Ebenen

Auf der Online-Plattform www.nachfolgeaufdemLan.de präsentieren die Firmeninhaber ihre Betriebe und gleichzeitig können gründungswillige Prignitzer aber auch großstadtmüde Berliner und Brandenburger gezielt Unternehmen kontaktieren, die einen Nachfolger suchen.

Neu am Konzept dieser Datenbank ist, dass neben den reinen betriebswirtschaftlichen Fakten als harte Filterkennzahlen, auch die weichen Unternehmensfaktoren, wie etwa die Firmenphilo-

sophie oder die herrschende Unternehmenskultur berücksichtigt werden. Zusätzlich werden Informationen zur Infrastruktur um den Unternehmensstandort selbst, wie die Nähe von Schulen und Kitaplätze, Freizeitangebote oder wichtige Verkehrsanbindungen angezeigt.

Auch menschlich muss es passen

Mit dem individuellen Führungsstil und Charakter verleiht jeder Chef seinem Unternehmen eine persönliche Note. Diese gewachsene Unternehmenskultur sollte ebenfalls zur Persönlichkeit des potenziellen Nachfolgers passen, denn hierin liegt ein Schlüssel für erfolgreiche Firmennachfolgen. Die Plattform präsentiert folglich neben den Fakten zum Unternehmen vor allem auch die Menschen dahinter. Ein charmantes Firmenportrait im Videoformat lässt schneller als jeder Steckbrief einschätzen, ob man auf der gleichen Wellenlänge liegt. Weitere Funktionalitäten, wie die Einbindung wöchentlicher Update-Benachrichtigungen zur eigenen Suchanfrage, Vormerkfunktion für Favoriten oder der Mehrwert externer Schnittstellen wie Google Maps, runden das Unternehmensprofil zusätzlich ab.

So erhalten interessierte Nachfolgewillige einen facettenreichen Rundumblick und können schnell einschätzen, ob das Unternehmen auch zu ihrer individuellen Lebensplanung passt.

Im TGZ Prignitz laufen die Fäden zusammen

Durch innovative Projekte setzt das TGZ zukunftsweisende Impulse in der ländlichen Region und ist damit Motor und Ideenschmiede im Bereich der Wirtschafts- und Technologieförderung.

Die Region Prignitz ist Einzugsgebiet von 10 Millionen Menschen zwischen den Metropolen Berlin und Hamburg und damit ein idealer Standort für großstadtmüde Unternehmer, welche neue Arbeitswelten und die Potenziale des entschleunigten Lebens im ländlichen Raum erkennen.

Als Schaufenster für eine ländliche Region sind die zukünftigen Nutzungsmöglichkeiten der Matching-Plattform vielseitig. Andere regionale Institutionen, wie zum Beispiel Banken, Kommunen oder Wirtschaftsförderseinrichtungen können die Nachfolgedatenbank für eigene Kunden nutzen.

www.tgz-prignitz.de



Eine Frage der Einstellung

Schon mit einfachen Eingriffen in das Heizsystem ließe sich viel Energie sparen – etwa mit der Wahl der richtigen Heizkurve. Doch nicht alle Hersteller erlauben das. – Gregor Honse1

Ein Teil unserer teuer bezahlten Heizwärme fließt regelmäßig ungenutzt durch die Heizungsrohre. „Häufig sind Heizungen total überhöht eingestellt, aber die Kunden merken es nicht, weil es ausreichend warm wird“, sagt Florian Lörincz, Energieberater für die Verbraucherzentrale Niedersachsen. Die gute Nachricht: Oft können auch Laien den Energieverbrauch der Heizung deutlich senken. Die schlechte: Sie brauchen dafür reichlich Geduld.

Das Ziel dabei ist, die Vorlauftemperatur – also die Temperatur des Heizwassers, das vom Kessel zu den Heizkörpern

strömt – gerade so hoch zu regeln, dass ein Raum auch bei offenen Heizkörperventilen nicht zu warm wird. Andernfalls deckeln die Heizkörperthermostate die Raumtemperatur auf den bei ihnen eingestellten Wert (Stufe III entspricht meist 20 Grad), während der Kessel unverdrossen weiterheizt. Das heiße Wasser strömt dann an den Heizkörpern vorbei zurück zum Kessel. Steht dieser im unbeheizten Keller, geht auf dem Weg dorthin entsprechend viel Energie verloren. Außerdem erhöht dies den Verschleiß des Kessels, weil er unnötig oft anspringt.

An Heizkörpern herumdrehen ist auf die Dauer keine Lösung – selbst bei smarten Thermostaten.



© Copyright by Heise Medien.

Doch wie genau wird die richtige Vorlauftemperatur gefunden? Hier kommen die Heizkurven oder Kennlinien ins Spiel. Sie geben vor, dass bei einer Außentemperatur von x Grad eine Vorlauftemperatur von y Grad herrschen soll. Mit dem Drehregler der Heizung, der meist irgendwo an der Wand montiert ist, lässt sich eine Kurve pauschal Richtung „kälter“ oder „wärmer“ verschieben. Für eine optimale Heizungssteuerung reicht das allerdings noch nicht. Schließlich verliert ein Haus umso schneller an Wärme, je größer die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur ist. Energieberater Lörincz erklärt das gerne am Beispiel einer Tasse Kaffee: Heißer Kaffee kühlte sehr schnell ab, aber lauwarmer Kaffee nähert sich nur langsam der Umgebungstemperatur an.

DIE WAHL DER RICHTIGEN STEIGUNG

Deshalb gibt es Heizkurven mit unterschiedlichen Steigungen. Eine steilere Kurve bedeutet: Bei kälteren Temperaturen steigt die Vorlauftemperatur schneller an als bei milden. Je niedriger und flacher die Kurve, desto geringer ist somit der Energieverbrauch. Meist ist bei Heizungsanlagen eine mittlere Kurve voreingestellt, doch die passt in der Regel nur halbwegs. Denn je schlechter die Dämmlung des Hauses, desto höher und steiler die benötigte Kurve.

Um die richtige Einstellung zu finden, dreht man an einem kalten Tag ohne Sonneneinstrahlung die Heizkörper ei-

nes Referenzraums (etwa des Wohnzimmers) voll auf. Dann verschiebt man die Heizkurve in kleinen Schritten so lange, bis die Wohlfühltemperatur erreicht ist. Dabei ist es sinnvoll, alle Änderungen zu notieren oder zu fotografieren. Das Ganze wiederholt man an einem milden Frühlingstag. „Der dritte Schritt ist dann, sich die Betriebspunkte aus Winter und Frühling zu merken und eine Heizkurve zu wählen, die beide miteinander verbindet“, sagt Lörincz.

Als Faustformel empfiehlt der Heizungsbauer Viessmann: „Ist die Raumtemperatur in der Übergangszeit zu niedrig, an kalten Tagen aber ausreichend: Niveau erhöhen und Neigung senken. Ist sie in der Übergangszeit zu hoch, an kalten Tagen aber ausreichend: Niveau senken und Neigung erhöhen.“ Die Heizkörperthermostate brauchen dann idealerweise nur noch abzuregeln, wenn etwa die Sonne zusätzliche Wärme ins Haus bringt.

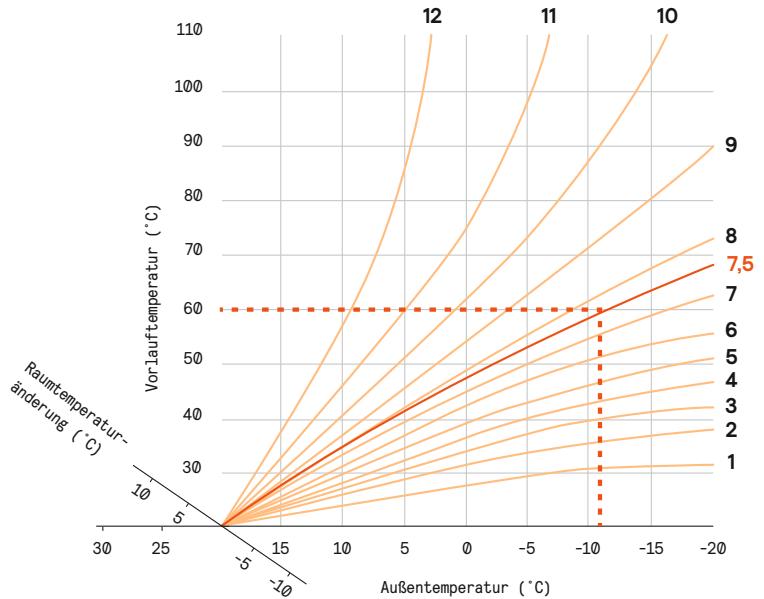
Viele Hersteller erlauben ihren Kundinnen und Kunden allerdings die Wahl der Heizkurven gar nicht, sondern nur Fachleuten. „Dabei wäre das auch Laien zuzumuten“, meint Lörincz. „Viele Menschen haben schließlich einen technischen Hintergrund, wenn auch nicht unbedingt im Heizungsfach. Sonst würden die Baumärkte nicht so boomen.“

Doch warum werden die Heizkurven nicht schon bei der Installation richtig eingestellt? „Dann müssten die Handwerker mehrere Stunden da sein, das ist gar nicht zu leisten“, meint Lörincz.

HYDRAULISCHER ABGLEICH

Wofür auf jeden Fall ein Fachmensch nötig ist, ist der „hydraulische Abgleich“. Diese Maßnahme sorgt dafür, dass jeder Heizkörper die richtige Menge Warmwasser bekommt, egal ob er ganz vorne oder ganz hinten im Heizkreislauf sitzt. Dazu muss unter anderem für jeden einzelnen Raum der Wärmebedarf berechnet und der Durchfluss jedes einzelnen Heizkörpers entsprechend eingestellt werden. Eigentlich ist das schon bei der Neuinstallation einer Heizung vorgeschrieben. Ob ein hydraulischer Abgleich tatsächlich durchgeführt wurde, lässt sich einfach feststellen: Dann sollte es bei voll aufgedrehten Heizkörperventilen in allen Räumen gleich warm sein. Wenn es hingegen rauscht, pfeift oder gluckert, besteht Handlungsbedarf. Der Bund fördert die Kosten für den hydraulischen Abgleich und die Einstellung der richtigen Heizkurve mit bis zu 15 Prozent.

Ansätze, die Heizungseinstellung mithilfe intelligenter Technik bequemer und effizienter zu machen, gibt es bereits. „Unser App-basierter Regler justiert die Heizkurve selbstständig nach“, wirbt etwa der Heizungsbauer Vaillant. Doch die meisten Bewohnerinnen und Bewohner von Etagenwohnungen können von so etwas nur träumen. „Bei der Heizungsregelung sind wir in Deutschland noch in der Steinzeit“, sagt Lörincz. Die meisten einfachen Gasthermen hätten oft nicht mal einen Temperaturläufer, sondern nur ein Stellrad, um die Vorlauftem-



Die beispielhafte Heizkurve in der Mitte (7,5, gestrichelte Linien) gibt bei einer Außentemperatur von -11 Grad eine Vorlauftemperatur von 60 Grad vor. Reicht das nicht, kann man die Kurve parallel Richtung „wärmer“ verschieben oder eine Kurve mit größerer Steigung wählen. Will man Energie sparen, sollte man eine möglichst niedrige und flache Kurve nehmen.

„Bei der Heizungsregelung sind wir in Deutschland noch in der Steinzeit.“

peratur händisch einzustellen. „Würde man etwa Etagenheizungen mit Außentemperatursensoren nachrüsten, würden sie schlagartig deutlich effizienter“, sagt Lörincz. Die meisten Thermen seien bereits für solche Sensoren ausgelegt.

Wer seine Heizung optimal einstellt und sie zudem nachts oder bei Abwesenheit automatisch herunterfahren lässt, kann laut Bundesministerium bis zu 15 Prozent der Energiekosten sparen. Anbieter von smarten Heizkörperthermostaten, die etwa auf die Anwesenheit der Menschen reagieren, versprechen gar Einsparungen von bis zu 30 Prozent. Das sei aber „definitiv zu hoch gegriffen“, sagte Thomas Weber, Energieberater bei der Verbraucherzentrale NRW, gegenüber der *Hannoverschen Allgemeinen Zeitung*.

Felix Büning und Benjamin Huber vom schweizerischen Forschungsinstitut EMPA kamen im Labor immerhin schon auf Einsparungen von rund 25 Prozent. Sie haben einen selbstlernenden Algorithmus geschrieben, der in der Cloud läuft und aus Wetter- und Gebäudedaten mehrere Stunden im Voraus den Energiebedarf eines Gebäudes berechnet. Ihr Anfang 2022 gegründetes Start-up Viboo soll die Lösung nun auf den Markt bringen. Dazu müsse der Algorithmus „allerdings noch einige weiteren Praxistests standhalten“, wie die EMPA schreibt. ●

Die letzten Promille Effizienz

Das Elektroauto wandelt Energie drastisch effizienter in Bewegung um als ein Verbrenner – was auch immer er verbrennt. Trotzdem gibt es noch Luft nach oben. Damit könnten die Hersteller mehrere Probleme auf einmal lösen. – Clemens Gleich



Am 5. April 2022 fuhr ein Elektro-Mercedes mit nur einer Akkuladung von Sindelfingen über die Alpen bis an die Côte d'Azur – 1000 Kilometer im normalen Straßenverkehr, bei Kälte und Regen, mit einem Durchschnittstempo von 87 km/h. Am Ziel zeigten die Instrumente noch rund 140 Kilometer Reichweite an.

Was diese Fahrt möglich gemacht hat, war keineswegs ein besonders großer Akku. Mit 100 Kilowattstunden hatte das Mercedes-Versuchsfahrzeug Vision EQXX keinen größeren Stromspeicher als die meisten Oberklasselimousinen. Sein Geheimnis lag vielmehr in einem extrem niedrigen Stromverbrauch von 8,7 Kilowattstunden auf hundert Kilometern – deutlich weniger als bei einem handelsüblichen Kleinwagen. Ein neuer Renault Zoe beispielsweise rollt im Alltag mit etwa 17 Kilowattstunden über die Straßen. Und einige SUVs bringen es laut ADAC-Test sogar auf fast 30 Kilowattstunden (siehe Tabelle S. 32).

E-Autos sind generell bereits ziemlich effizient. Vom Ladestecker bis zum Rad liegt ihr Wirkungsgrad je nach Fahrzeug und Messmethode zwischen 65 und 80 Prozent. Ein Benziner schafft im Alltagsbetrieb weniger als 20 Prozent, ein Diesel liegt in der Gegend von 30 Prozent, ein Brennstoffzellenauto unter 50 Prozent. „Das Elektroauto ist etwa dreimal so effizient wie ein Fahrzeug mit einem konventionellen Verbrennungsmotor“, schreibt etwa das Bundesumweltministerium. „Und es gewinnt auch im direkten Vergleich mit einem Fahrzeug, das Wasserstoff tankt.“

Trotzdem ist der absolute Strombedarf von E-Autos ein nicht zu vernachlässigender Faktor. Bis 2030 will die Bundesregierung 15 Millionen vollelektrische Pkw auf deutschen Straßen haben. Zurzeit sind es rund 1,6 Millionen. Damit steige ihr Anteil am Stromverbrauch von 0,5 auf rund 8 Prozent, sagte Bundesverkehrsminister Volker Wissing im Oktober. Das entspricht rund 50 Terawattstunden pro Jahr. Auch wenn die E-Autos durch ihre Effizienz insgesamt den Bedarf an Primärenergie senken: Ein paar Prozent weniger Verbrauch würden gleich terawatweise Strom sparen.

Bei jeder Debatte über Sinn und Unsinn von Elektromobilität tauchen früher oder später drei Argumente auf: Reichweite, Rohstoffbedarf und Kosten. Die größte Wirkung in Bezug auf diese Faktoren liegt beim Fahrzeug selbst. Sparsamere Modelle entschärfen alle drei Probleme auf einmal:

Beim Forschungsfahrzeug Vision EQXX hat Mercedes ausgelotet, wie sparsam ein E-Auto sein kann. Der größte Faktor dabei ist der Luftwiderstand.

Bei gleicher Batteriegröße haben sie eine größere Reichweite, bei gleicher Reichweite kommen sie mit einer kleineren Batterie aus. Das bedeutet entsprechend weniger Bedarf an umweltbelastenden Rohstoffen wie Lithium, weniger Energie zur Produktion der Batterie und niedrigere Kosten für die Kundschaft.

Doch wo genau ist bei E-Autos überhaupt noch etwas herauszuholen? Es beginnt bei den Ladeverlusten. Seit der Umstellung der Verbrauchsdaten auf den Testzyklus WLTP sind diese in den Verbrauchsangaben enthalten. Sie entstehen unter anderem, weil eine Batterie Gleichstrom (DC) speichert, die Steckdose der Garage oder öffentliche Langsamladern aber Wechselstrom (AC) liefern. Deshalb gibt es in jedem Elektroauto ein Ladegerät, das das Gleiche macht wie jedes Smartphone-Netzteil: Es wandelt AC in DC der geforderten Spannung um. Bei den geringen Energiemengen eines einzelnen Smartphones interessiert die Lade-Effizienz nur, wenn das Netzteil bedenklich heiß wird. Bei den Hunderten von Kilowattstunden, die in einem E-Auto verschwinden, wird die verlorene Energiemenge jedoch relevant.

LADEVERLUSTE

Die aktuelle Generation von Ladegeräten verliert normalerweise in eigenen Verbrauchstests um die zehn Prozent des bereitgestellten Stroms in Form von Wärme, die besten verloren im ADAC-Test nur um die sechs Prozent (zum Beispiel im Fiat 500e). Die nächste Generation, die bis 2025 in vielen neuen Autos verbaut sein wird, soll die Verluste auf fünf Prozent senken. Möglich wird das zum Beispiel durch die Verwendung von Siliziumkarbid oder Galliumnitrid in der Leistungselektronik, die weniger Abwärme produzieren (siehe Seite 40).

Für End-User wichtig: Wie alle Systeme haben auch diese Ladegeräte einen optimalen Betriebsbereich. Dort arbeiten sie mit der vom Hersteller beworbenen Effizienz. Anderswo nicht. Der ADAC hat im Herbst 2022 Renault Zoe, Tesla Model 3, VW ID.3 und Fiat 500e auf ihre Ladeverluste untersucht. Beim Wechselstromladen mit 11 kW, auf das Hersteller in Europa ihre Autos optimieren, verlor der weitverbreitete Renault Zoe 9,7 Prozent. Bei 2,3-kW-Ladungen am Schuko-Stecker-Adapter waren es jedoch satte 24,2 Prozent.

Das Ladegerät für den Schuko-Stecker verwenden viele Menschen, die überschaubare tägliche Strecken fahren und sich somit die Wallbox sparen können. Nur kann das beim Renault sehr ineffizient werden. „Weitere relevante Verluste entstehen im 12-Volt-Bordnetz“, so der ADAC. „Grund: Während des Ladens sind eine Reihe von Steuergeräten aktiv. Allein 100 bis 300 Watt werden für den Betrieb von Komponenten für die Steuerung des Ladevorgangs benötigt.“ Stellen Sie sich vor, Sie bezahlen 20,5 Liter Sprit an der Tankstelle und rund fünf Liter plätschern neben den Tank!

Stellen Sie sich vor, fünf Liter plätschern neben den Tank!

Beim Gleichstrom-Schnelllader (zum Beispiel an der Autobahn) entfallen die Wandlungsverluste im Auto. Etwa fünf Prozent fallen zwar im AC-DC-Spannungswandler der Ladestation an. Der Stromzähler liegt aber hinter dem Spannungswandler, den Verlust bezahlt also der Betreiber. Dennoch verliert ein E-Auto jenseits des Stromzählers bei einer Schnellladung noch um die zehn Prozent Energie. Das liegt daran, dass die Batterie bei hohen Ladeleistungen Innenwiderstände entwickelt, die wertvollen Strom in kaum nutzbare Wärme wandeln.

HIN UND HER IM UMRICHTER

Das Ladegerät sorgt immerhin nur einmal für Verluste, nämlich beim Laden. Der Umrichter des Autos hingegen, der Gleichstrom der Batterie in Wechselstrom für den E-Motor verwandelt, mitunter mehrfach: Bei jedem Tritt auf das Strompedal und bei jeder Rekuperation, wenn das Auto Bremsenergie wieder in die Batterien zurückspeist, muss der Strom durch den Umrichter fließen.

Eine Traktionsbatterie nebst Umrichter arbeitet heute zu bis zu 90 Prozent effizient. Nach zweifachen Wandelverlus-

ten kommen von der geladenen Energie also nur rund 80 Prozent beim E-Motor an. Deshalb ist ungleichmäßiges Fahren auch bei E-Autos so ineffizient.

Einen großen Effekt haben deshalb Anzeigen, die dem Menschen sagen, was er tun kann, um energieeffizient ans Ziel zu kommen. Wer sich als E-Antriebs-Neuling an den Tipps der Bordcomputer orientiert, kann laut den Autoherstellern über 20 Prozent Energie sparen, bei gleichem Geschwindigkeits- schnitt. Noch sparsamer unterwegs ist, wer geschickt die Eigenheiten der Antriebstechnik von E-Autos für sich nutzen kann. Am besten funktioniert sehr gleichmäßiges Gleiten, bei dem die hohe Masse des E-Autos die relative Bewegungsenergie aufrechterhält. Die Praxis zeigt, dass man damit sogar den Stromverbrauch gegenüber sportlich-konventioneller (und damit E-Auto-ungeeigneter) Fahrweise halbieren kann.

Moderne Assistenten bei BMW und Mercedes-Benz arbeiten dabei schon weit vorausschauend und sagen zum Beispiel, wann man vor dem Ortsschild bereits den Fuß vom Antriebspedal nehmen kann, um die Massenträgheit zu nutzen. Am besten funktioniert das, wenn die Software weiß, wohin die Fahrt geht, wenn also das Navi ein Ziel anfährt. Deshalb raten die Entwickler, selbst bei bekannten Zielen das Routing zu verwenden: Es spart Energie.

MOTOREN: EFFIZIENZ VS. RESSOURCEN

Die effizientesten E-Motoren sind sogenannte permanent erregte Synchronmotoren (PSM). Dabei führt ein gedrehtes Magnetfeld einen Rotor aus Dauermagneten, der dem Feld mit gleicher Drehzahl folgt. In der Formel E sind diese Motoren bei über 98 Prozent Effizienz angelangt, im Serienbau etwa von BMW bei 95 Prozent.

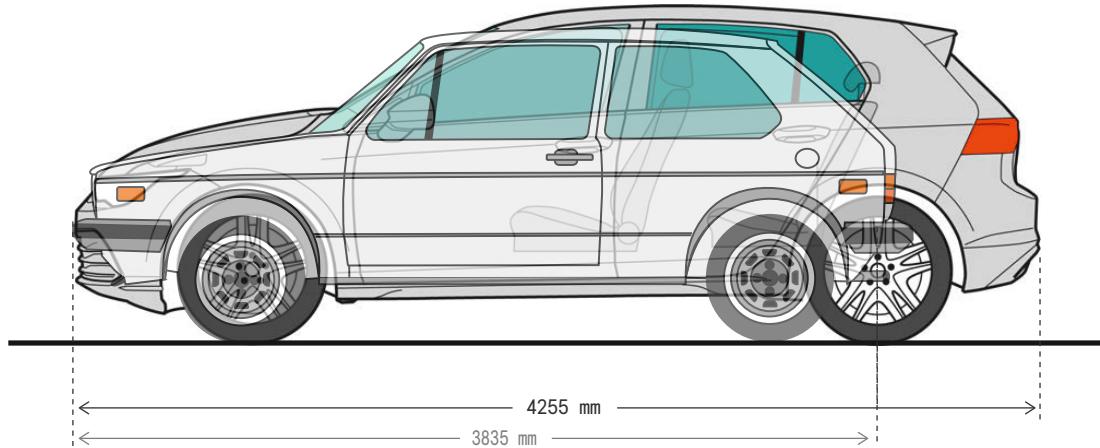
Es gibt allerdings viele weitere Anforderungen, die durchaus auch weniger effiziente Motoren noch sinnvoll machen, vor allem durch Kostensparnis. Wie beim Ladegerät sind die Mo-

DIE SPARSAMSTEN UND STROMFRESSENDSTEN E-AUTOS

	ADAC-Ecotest	WLTP*
Top 5	◀ besser	◀ besser
Hyundai Kona (64 kWh) Trend (nach Facelift)	16,7	14,7
Tesla Model 3	16,8	14,4
Fiat 500e Cabrio Icon	17,4	14,7
Mini Cooper SE	17,6	14,8 / 16,8
Renault Twingo Electric Intens	17,6	16
Bottom 5	◀ besser	◀ besser
Mercedes EQV 300 lang	30,9	28,1
Citroen e-Spacetourer XL (75 kWh) Shine	29,7	26,6
Volvo XC40 Recharge Pure Electric Twin Pro AWD	28,8	23,8
Jaguar i-Pace EV400 S AWD	27,6	22
Mercedes EQC 400 AMG Line	27,6	22,6

Alle Angaben in kWh/100 km; * Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure, Herstellerangabe

© Copyright by Heise Medien.



Seit Jahrzehnten werden Alltagsautos immer größer und schwerer. Hier ein Vergleich des Golf I (1974–1983) mit dem Golf VIII (GTE/eHybrid ab 2020). Bei E-Autos scheint sich der Trend noch zu verstärken.

toren in einem bestimmten Bereich auf Effizienz getrimmt, üblicherweise bei mittleren Drehzahlen und mittlerer Last. Wer öfter im Gelände sehr niedrige oder auf der Autobahn sehr hohe Drehzahlen braucht, wird die entsprechenden Effizienzverluste bemerken. Auch hier kann Software helfen: Die französische Firma Silicon Mobility verkauft Algorithmen, die Umrichter und E-Motor so fein aufeinander abstimmen, dass der effiziente Einsatzbereich größer wird. Die Firma verspricht in der Praxis eine Verbesserung von immerhin zwei bis vier Prozent Auto-Gesamteffizienz.

Aktuell entwickelt sich die Effizienz der E-Motoren jedoch eher rückwärts, und das hat wirtschaftspolitische Ursachen: Die starken Dauermagneten der permanent erregten Motoren enthalten Neodym, das zu über 90 Prozent aus China stammt. Um ihre Abhängigkeit von China zu reduzieren, tauschen deutsche Automotive-Firmen wie BMW oder Mahle etwa zwei Prozentpunkte Effizienz für die Neodym-Unabhängigkeit ein. BMW verwendet eine Konstruktion, die „die Verwendung von Materialien aus dem Bereich der Metalle der Seldernen Erden im Rotor entbehrlich macht.“ In der Praxis heißt das: Ein Elektromagnet ersetzt den Dauermagneten als Rotor. BMW gibt für die neue Generation dieser sogenannten fremderregten Motoren bis 97 Prozent Wirkungsgrad an, der Zulieferer Mahle will am Optimum 96 Prozent herausholen. Da fehlt in der Praxis das Neodym kaum noch.

Noch etwas weniger effizient sind Asynchronmotoren, bei denen stationäre Elektromagnete ein Magnetfeld im Rotor induzieren. Am optimalen Betriebspunkt erreichen sie etwa 92 Prozent Wirkungsgrad. Die Motoren sind jedoch überaus robust und günstig, deshalb kommen sie weiterhin zum Einsatz, zum Beispiel als Vorderachsmotoren in Volkswagens Elektroplattform für VW ID.4 oder Audi Q4 e-tron.

Trotz Jahrzehnten der Effizienzgewinne liegt der Energieverbrauch des Verkehrs so hoch wie in den 90er-Jahren.

Auf dem Weg zum Rad verliert dann nur noch das Eingangsgtriebe Energie. Manche Konzepte versuchen, das Getriebe durch niedriger drehende Motoren mit mehr Drehmoment zu ersetzen, um drei bis vier Prozent Verluste zu sparen. Im Serienfahrzeugbau sind die Motorräder von Zero schöne Beispiele: kein Getriebe, der Drehmoment geht direkt über eine Zahnrämenuntersetzung zum Hinterrad. Andere Konzepte gehen in die andere Richtung und setzen auf zwei Gänge statt einen, um den Motor länger in seinem optimalen Bereich zu halten. Der Autozulieferer ZF spricht bei dieser Lösung von fünf Prozent mehr Reichweite. Serienbeispiele sind Porsche Taycan, Audi e-tron GT und früher Tesla Roadster.

DER GRÖSSTE BATZEN: LUFT

Das alles ist jedoch Kleinkram im Vergleich zu dem, was die meiste Energie verbraucht: Luft. Der größte Antriebswiderstand in der Praxis besteht aus Fahrtwind. „Der Luftwiderstand ist der dominierende Fahrwiderstand im alltäglichen Kundenbetrieb eines Elektrofahrzeugs“, sagt Moni Islam, Leiter Entwicklung Aerodynamik und Aeroakustik bei Audi. „Bereits im Normzyklus, der im WLTP gefahren wird, beträgt sein Verbrauchsanteil für den Audi e-tron Sportback zum Beispiel etwas über 40 Prozent.“ Ab Geschwindigkeiten von 80 Kilometern pro Stunde liegt der Luftwiderstand über allen anderen Fahrwiderständen insgesamt, bei 100 km/h sorgt er für 60 Prozent aller Widerstände. Der Fahrtwind wächst quadratisch mit der Geschwindigkeit. Deshalb steigt der Verbrauch des Audi e-tron bei 140 km/h statt 100 km/h um 60 Prozent.

„Elektrofahrzeuge können in ihrer Batterie systembedingt weniger Energie mit sich transportieren als konventionelle Fahrzeuge mit einem Kraftstofftank. Mit dieser elektrischen Energie müssen

wir daher besonders sorgsam haushalten“, so Islam weiter. Das heißt in Maßnahmen: möglichst wenig Luft unter das Fahrzeug; effiziente Scheibenfelgen; Annäherung an die ideale Spindelform der Karosserie; Abrisskanten selbst an den Blinkern; Reifen mit vertieften Schriften statt herausstehendem Relief.

Der Aufwand, der hier getrieben wird, ist groß. Der Effekt auch: Das SUV BMW iX kommt auf einen angesichts seiner klumpigen Form sagenhaft niedrigen cW-Wert von 0,25. Es hat zudem einen höchst effizienten Antrieb, eine Wärmepumpe als Heizung und überhaupt alles, was Effizienz bringt.

Aber dennoch verbraucht er sehr viel Strom und führt damit den Effizienzfokus bei der Autoentwicklung ad absurdum, denn „Effizienz“ ist kein Wert an sich. Niemand fährt wegen „Effizienz“ kostengünstig weite Strecken. Der absolute Energieverbrauch macht Autofahren teuer oder günstiger. Trotz Jahrzehnten der Effizienzgewinne in der Antriebstechnik liegt der Energieverbrauch des Verkehrssektors so hoch wie in den 90er-Jahren, weil analog zur Effizienz Fahrzeuggrößen und Fahrleis-

Der Kleinstwagen wird noch seltener werden.

tungen stiegen. Die Vorstellung, dass an die drei Tonnen schwere, Hunderte Kilowatt starke SUVs uns eine „Mobilitätswende“ bringen, nur weil sie elektrisch fahren, deutet auf einen tragischen kollektiven Realitätsverlust hin.

BEISPIELE, DIE KEINER KAUFEN WILL

Mercedes hat mit seinem Rekordfahrzeug EQXX gezeigt, dass Verbräuche unter 10 kWh/100 km in der Praxis möglich sind. „Der VISION EQXX ist der effizienteste Mercedes, der jemals gebaut wurde“, jubelte Ola Källenius, Chef der Mercedes-Benz Group, nach der Fahrt. „Das Technologieprogramm, das dahintersteht, markiert einen Meilenstein in der Entwicklung von Elektrofahrzeugen.“

Im Pressematerial steht viel von den effizienten Motoren, von der passiv gekühlten Batterie, von der ausgefeilten Aerodynamik und vom Solarpanel, das für zusätzliche Energie im 12-Volt-Netz sorgt. Der Hauptfaktor für die Effizienz ist jedoch die Stirnfläche. Der EQXX misst von vorn 2,1 Qua-

Der Lightyear 0 ist ebenfalls auf Effizienz getrimmt, wird aber wohl ein Nischenprodukt bleiben.



dratmeter. Ein Smart ForTwo hat 2,25, ein Mercedes CLA 2,2. Der EQXX liegt zudem noch sehr flach auf dem Boden, um auf seinen cW-Wert von 0,17 zu kommen. Man sitzt also wie in einem klassischen Sportwagen tief und nahe nebeneinander.

Sehr ähnlich wie den EQXX will das Start-up Lightyear sein erstes Auto O bauen. Es wird – wenn es überhaupt je in relevanten Zahlen kommt – eine mikroskopische Nische bedienen. Mercedes-Benz glaubt selbst nicht an einen Markt für so ein Auto. Nach einer Umfrage im Auftrag der Beraterfirma Exeo überlegten 35 Prozent der Deutschen, als nächstes Auto einen SUV zu kaufen. Die Verkäufe in diesem Segment steigen stetig, und als E-Autos sind SUVs zudem praktisch, um die Batteriebauhöhe unter die höheren Sitze zu schieben. Deshalb gibt es beim Händler auch künftig keinen EQXX, sondern einen EQS-SUV mit bis über 2,8 Tonnen Masse und aerodynamisch optimierten Trittbrettern.

Als der Mercedes-Benz EQS 580 4matic vorgestellt wurde, maßen Tester gespannt die Verbräuche. Sie lagen für diese Autogröße erfreulich niedrig. Enttäuschung machte sich allerdings breit, als die Physik dann doch ihren Tribut forderte: Die Kabinenheizung sorgte im Winter dafür, dass der Mercedes kaum jemals unter 30 kWh/100 km am Stromzähler kam.

Wie ließe sich der absolute Energieaufwand reduzieren? Nur durch möglichst krasse Verringerung aller Dimensionen. Da E-Autos bereits sehr effizient sind, kommt keine andere Optimierung auch nur in die Nähe der Ersparnis, die bei einer Verkleinerung möglich ist. Ein Elektroroller ist im Vergleich zu einem BMW iX geradezu katastrophal ineffizient. Aber er verbraucht eben trotzdem viel weniger Energie, weil er so viel kleiner ist. Die E-Zwerge der ersten und zweiten Generation zählen immer noch zu den Sommer-Verbrauchsbesten. Ein VW e-Up verbraucht in seinem Fahrzeugleben weniger als ein VW ID3. Ein Renault Zoe der ersten Generation rollte mit 10,7 kWh/100 km (netto) bei günstigen Bedingungen über Land, und dieses Auto galt nie als besonders effizient. Es ist nur klein.

Allerdings ist es aufgrund der gestiegenen Anforderungen bei der Crash-Sicherheit und Emissionsanforderungen deutlich schwieriger geworden, mit kleinen Autos Geld zu verdienen. Die EU angekündigt, künftig auch Grenzwerte für Feinstaub aus Reifenabrieb zu setzen. „Auch batteriebetriebene Elektrofahrzeuge verursachen nach wie vor Umweltverschmutzung durch Bremsen und Mikroplastik aus Reifen“, so die Pressemitteilung zum Gesetzesvorschlag. Von Letzerem produzieren E-Autos aufgrund ihres hohen Gewichts besonders viel. Das läuft wahrscheinlich darauf hinaus, dass die Hersteller den Staub aus den Radkästen saugen werden. Relativ betrachtet wird ein EQS dadurch nur minimal kostspieliger, ein Winzling verteuert sich dagegen relativ stark. Der Kleinstwagen wird noch seltener werden. Smart etwa baut heute SUV. ●



hugo junkers preis /23

FÜR FORSCHUNG
UND INNOVATION AUS
SACHSEN-ANHALT

Diese Zeit braucht kluge Köpfe

hugo-junkers-preis.de
#HJP23



SACHSEN-ANHALT
Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt

#moderndenken



Silizium-karbid-Wafer bei der Herstellung.

Heiß und sparsam

Hocheffiziente Halbleiter auf Basis von Siliziumkarbid spielen eine Schlüsselrolle für die Energie- und Verkehrswende. Weltweit werden nun die Produktionskapazitäten ausgebaut. – Daniel Hautmann

E-Autos, Züge und Industrieantriebe verbrauchen weniger Strom, Solarmodule und Windräder können mehr einspeisen – dank eines einzigen Stoffes: Siliziumkarbid (SiC). Der Halbleiter entfaltet überall dort sein Potenzial, wo Gleich- und Wechselstrom transformiert werden – zwischen PV-Modulen und dem Stromnetz, zwischen Batterien und Elektromotoren oder zwischen dem Netz und Heimspeichern. Dabei fließen erhebliche Mengen an Strom. Bei jedem Wechsel geht Energie verloren. SiC verringert diese Umwandlungsverluste. Je nach Einsatzgebiet erwarten Experten um bis zu 30 Pro-

zent verringerte Verluste. Das summiert sich schnell auf einige Megawattstunden Einsparung.

Das Geheimnis von Siliziumkarbid besteht in seiner großen Bandlücke („Wide Bandgap“, siehe Kasten). Dadurch verträgt Siliziumkarbid höhere Spannungen als Silizium. Das erlaubt die Verwendung von dünneren Halbleiterschichten mit kleinerem Widerstand und entsprechend weniger Verlustleistung. Und wegen seiner starren Kristallstruktur hält es zudem höheren Temperaturen stand und leitet die Wärme besser ab. Beides erleichtert die Kühlung. „Wide-Bandgap-Halbleiter sind

zusammen mit modernster Leistungselektronik die Schlüsseltechnologien für die Energie- und Verkehrswende“, sagt Stefan Reichert vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE).

Zudem ermöglicht Siliziumkarbid höhere Schaltfrequenzen. Welche Vorteile das bringt, lässt sich bei Wechselrichtern beobachten. Diese „zerhacken“ den Gleichstrom gewissermaßen in viele kleine Portionen und setzen sie wieder zu Wechselstrom zusammen. Und je höher die Hack-Frequenz, desto kleiner die jeweiligen Stromportionen und desto kleiner die dafür benötigten Bauteile.

Wog ein 100-Kilowatt-Wechselrichter für eine Photovoltaikanlage im Jahr 2008 noch mehr als eine Tonne, so bringen moderne 125-kW-Einheiten deutlich unter 100 Kilo auf die Waage. Solche Geräte mit einem Wirkungsgrad von 99 Prozent sind bereits seit ein paar Jahren auf dem Markt.

Forschende am ISE haben nun einen kompakten 250-kW-Wechselrichter entwickelt, der statt ins Niederspannungs- direkt ins Mittelspannungsnetz einspeist. Dafür wäre normalerweise ein großer, separater Trafo nötig. Der Vorteil der Mittelspannung: „Die höhere Spannung führt zu kleineren Strömen und somit zu kleineren Leiterquerschnitten“, sagt Reichert. Die Geräte seien vor allem für innerstädtische Anwendungen geeignet, wo bestehende Anlagen auf engem Raum nachgerüstet werden müssen.

Auch bei Fahrzeugen können SiC-Umrichter Energie sparen. Tesla gilt mit dem Model 3 als Pionier. „Siliziumkarbid ermöglicht mehr Reichweite, leichtere Akkus, schnelleres Laden“, schwärmt Peter Friedrichs, der sich beim Chiphersteller Infineon seit rund 20 Jahren mit Siliziumkarbid beschäftigt. Jetzt ziehen weitere Hersteller nach. „Für unsere kommende batterieelektrische Kompaktwagen-Generation setzen wir auf ein 800-Volt-Bordnetz und SiC-Leistungselektronik“, sagt ein Sprecher von Mercedes-Benz.

FABRIKEN RÜSTEN AUF

SiC-Chips sind so gefragt, dass die Hersteller bis weit ins nächste Jahr ausgebucht sind und ihre Kapazitäten erweitern. Neben Infineon zählen Bosch, STMicroelectronics und das US-Unternehmen Wolfspeed dazu. Bosch etwa meldet einen jährlichen Marktzuwachs um rund 30 Prozent.

Im 600 Milliarden Dollar schweren Halbleitermarkt ist SiC mit rund einer Milliarde Dollar Jahresumsatz zwar noch eine Nische, aber eine mit Potenzial: Bis 2027 soll der Markt auf 6,3 Milliarden Dollar wachsen, prognostiziert die Beratungsagentur Yole.

Allerdings ist die Herstellung der SiC-Bauteile hochkomplex. SiC kommt zwar in der Natur als Karborund vor, ist aber zu unrein. Also müssen die Kristalle, genau wie bei Silizium, gezüchtet werden. Während Siliziumkristalle bei etwa 1500 Grad binnen zwei Tagen auf einen Meter Länge wachsen,

WIDE-BANDGAP-HALBLEITER

In Isolatoren sind die Elektronen fest an die Atome des Kristallgitters gebunden. In metallischen Leitern können sie sich frei bewegen. Halbleiter liegen dazwischen: Mit Energie von außen, etwa in Form von Wärme, Licht oder einer elektrischen Spannung, werden gebundene Elektronen zu freien. Dabei springen sie von einem niedrigen Energieniveau (Valenzband) auf ein höheres (Leitungsband). Bei Silizium ist die Bandlücke mit 1,1 Elektronenvolt (eV) relativ gering. Das ist für Solarzellen vorteilhaft, weil Licht aus dem sichtbaren Spektrum ausreicht, um Ladungsträger vom Valenz- in das Leitungsband anzuheben. SiC und GaN haben mit 3,2 bis 3,4 eV hingegen eine dreimal so hohe Bandlücke. Für Leistungselektronik ist das von Vorteil, weil Dioden aus diesem Material erst bei einer sehr viel höheren Spannung durchbrechen, also Strom leiten. Auch die maximale Stromdichte, die das Bauteil verträgt, ohne kaputtzugehen, ist wegen der großen Bandlücke größer.

braucht Siliziumkarbid bei 2400 Grad bis zu zwei Wochen für einen höchstens zehn Zentimeter langen Rohkristall, Puck genannt. Im nächsten Schritt wird dieser Puck mit feinen Diamantseilen in hauchdünne Wafer geschnitten. „Beim Sägen und Schleifen geht rund die Hälfte des Materials verloren“, so Infineon-Ingenieur Friedrichs.

Doch die Lösung ist in Sicht: Infineon arbeitet mit einer Trenntechnologie namens „Cold Split“. Ein Laser erzeugt eine „Defektschicht“, auf die ein Polymer aufgetragen wird. Wird das Ganze abgekühlt, dehnen sich Halbleiter und das damit verbundene Polymer unterschiedlich aus. Das verursacht eine mechanische Spannung, die zur Abspaltung eines Wafers führt. Das Verfahren gibt es schon länger, aber kommerziell attraktiv wurde es erst durch Siliziumkarbid.

„Bei den Leistungshalbleitern sind die Europäer weltweit führend“, sagt Sven Baumann vom Verband der Elektro- und Digitalindustrie (ZVEI). Damit das so bleibt, arbeiten 34 Unternehmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen aus sieben europäischen Staaten im Projekt *Trusted European SiC Value Chain for a greener Economy* an resilienten Lieferketten. Die EU unterstützt das Vorhaben mit 89 Millionen Euro.

Und SiC ist noch nicht der letzte Trumpf der Halbleiterbranche. Forscher arbeiten bereits an einem neuen Wundermaterial: Galliumnitrid (GaN). Es ermöglicht noch höhere Schaltgeschwindigkeiten als SiC. GaN-Wafer lassen sich zudem einfacher und günstiger herstellen. „Das Potenzial von Galliumnitrid ist noch größer als von Siliziumkarbid“, sagt ISE-Forscher Reichert. Für hohe Leistungen sei GaN aber noch im Forschungsstadium. ●

„Siliziumkarbid ermöglicht mehr Reichweite, leichtere Akkus, schnelleres Laden.“



Wie KI energie- effizienter werden kann

Künstliche Intelligenz verbraucht jede Menge Energie. Forscher auf der ganzen Welt arbeiten daher an datensparsamen KI-Modellen und energieeffizienter Hardware. – Katja Scherer

Am 16. September 2022 war es so weit: Im Raum Bayreuth ging Europas leistungsfähigstes kommerzielles KI-Rechencluster an den Start: Alpha One. Gebaut hat es das Heidelberger KI-Start-up Aleph Alpha. Seine 512 NVIDIA-A100-KI-Beschleuniger mit je 80 GByte Speicher können gut 7,6 Billiarden Rechenoperationen pro Sekunde durchführen.

Damit belegt das Rechenzentrum den 72. Platz auf der Liste der 500 schnellsten Supercomputer, schreibt das Start-up. Ganz vorne an der Spalte ist das zwar nicht. Dennoch: Für die KI-Entwicklung in Deutschland und Europa kann man Alpha One als Meilenstein werten. Denn dank des neuen Rechenzentrums sollen Unternehmen aus der ganzen Welt mit dem Sprachmodell Luminous von Aleph Alpha arbeiten können. Das KI-Modell verarbeitet Texte und Bilder und wurde mit Beispielen in Deutsch, Englisch, Französisch und Spanisch trainiert. Die größte Luminous-Variante kommt laut Aleph Alpha auf knapp über 200 Milliarden Parameter.

Doch für den Betrieb braucht es jede Menge Strom. Das neue Rechenzentrum von Aleph Alpha veranschaulicht damit ein Dilemma, in dem derzeit die gesamte KI-Branche steckt. Auf der einen Seite gilt KI als zentrale Zukunftstechnologie. Auf der anderen Seite ist sie sehr energieintensiv. Der Energieverbrauch von Rechenzentren ist jetzt schon erheblich. Wie der Digitalverband Bitkom schreibt, haben deutsche Rechenzentren im Jahr 2020 insgesamt 16 Milliarden Kilowattstunden Strom verbraucht – mehr als ganz Berlin im gleichen Zeitraum. Der ist zwar nur zum Teil auf KI-Anwendungen zurückzuführen. KI-Anwendungen mit immer größeren und mächtigeren Modellen werden jedoch in Zukunft immer mehr Energie benötigen – und CO₂ ausstoßen. Weltweit arbeiten daher Forschende und Unternehmen an neuen Verfahren, Soft- und Hardware, die den wachsenden Energiehunger der Künstlichen Intelligenz bremsen sollen.

WIE GROSS IST GROSS?

Dass maschinelles Lernen ein ökologisches Problem sein könnte, fiel Forschern und Unternehmen das erste Mal im Jahr 2019 auf. Die junge Assistenzprofessorin Emma Strubell von der amerikanischen Carnegie Mellon University berechnete, wie viel CO₂ das Training eines einzigen großen Deep-Learning-Modells freisetze. Ihr Ergebnis: Es konnten bis zu 300 000 Kilogramm CO₂ anfallen. Das entspricht ungefähr den Lebenszeitemissionen von fünf Verbrennerautos, schrieb Strubell (<https://heise.de/s/qJLK>).

Daten der amerikanischen Umweltschutzbehörde EPA zeigen: In den USA ist die Stromproduktion für ein Viertel der gesamten CO₂-Emissionen verantwortlich. Auch wenn Rechenzentren daran einen großen Anteil haben, könnte man argumentieren, der Energiehunger von KI-Modellen sei durch den gesamten Stromverbrauch gedeckelt. Doch genau genommen fließen in den ökologischen Fußabdruck der KI auch noch weitere Faktoren ein, zum Beispiel die CO₂-Emissionen,



Der Loihi-Chip von Intel ist völlig anders aufgebaut als herkömmliche Prozessoren. Das macht ihn wesentlich energieeffizienter. Allerdings muss auch die Software dafür völlig neu entwickelt werden.

die bei der Herstellung von Supercomputern anfallen. Darauf machte kürzlich das amerikanische Start-up Hugging Face aufmerksam, als es versuchte, nach dem Vorbild der Wissenschaftlerin Emma Strubell den Fußabdruck seines KI-Sprachmodells Bloom auszurechnen, das mit 176 Milliarden Parametern etwa so groß ist wie GPT-3.

Das Ergebnis: Berücksichtigt man die Produktion der Hardware und den Betrieb des Rechenzentrums nach dem Training, hat BLOOM einen Fußabdruck von 50 metrischen Tonnen CO₂. Das entspricht 60 Flügen von London nach New York. Und dieser Wert hätte noch erheblich größer ausfallen können, wäre BLOOM nicht auf dem französischen Supercomputer JayZ trainiert worden, der überwiegend mit Atomstrom betrieben wird. Nach Berechnungen von Jesse Dodge vom Allen Institute (<https://heise.de/s/5Vk5>) kann der CO₂-Fußabdruck von KI-Anwendungen sich locker um den Faktor zwei unterscheiden – je nachdem, wann und in welchem Datenzentrum auf der Welt die Anwendung läuft.

Sicher ist: Dieser Klimaeffekt wird in Zukunft rasant steigen, denn die KI-Modelle werden immer größer. Wie schnell, lässt sich insbesondere im Bereich der Sprachverarbeitung veranschaulichen. Im Jahr 2018 galt das Deep-Learning-Modell BERT als weltweit führend. Es wurde mit einem Datensatz von drei Milliarden Wörtern trainiert. Kurz darauf trainierten Forscher das Modell XLNet mit 32 Billionen Wörtern, bei GPT-2 umfasste der Datensatz 40 Milliarden Wörter und beim Nachfolger GPT-3 waren es bereits 500 Milliarden. Gleichzeitig werden die Netze selbst immer komplexer. GPT-3 zum Beispiel nutzt 175 Milliarden Parameter, anhand derer die Datensätze bewertet werden. Ende vergangenen Jahres stellten Microsoft und Nvidia das Sprachmodell Megatron-NLG vor: mit 530 Milliarden Parametern. Der damit verbundene Rechenaufwand skaliert exponentiell.

Die meisten KI-Modelle, die in der Praxis genutzt werden, sind viel kleiner als diese „Super-KIs“. Doch das Problem verschwindet damit nicht, auch das zeigt Strubells Forschung. Die Wissenschaftlerin prüfte, wie viele Versionen eines durchschnittlich großen neuronalen Netzwerks trainiert werden mussten, bevor das Netz final einsatzfähig war. Es waren knapp 5000. Dadurch fielen auch bei einem durchschnittlich großen Netz in der Summe viele Emissionen an – so viele, wie ein typischer amerikanischer Erwachsener in zwei Jahren verursacht. Dazu addiert sich die Energie, die die KI-Modelle später beim Einsatz in der Praxis benötigen. Denn auch dann müssen kontinuierlich neue Daten verarbeitet werden; gerade Smart Speaker oder auch KI-Modelle für das autonome Fahren lernen kontinuierlich weiter.

MEHR INTELLIGENZ MIT WENIGER DATEN

Forschende auf der ganzen Welt sind daher auf der Suche nach Methoden, wie man KI-Modelle effizienter aufsetzen kann. Die Informatikerin Barbara Hammer etwa leitet die Forschungsgruppe *Maschinelles Lernen* an der Universität Bielefeld und beschäftigt sich mit der Frage, wie KI-Modelle mit weniger Daten auskommen könnten. Als Beispiel nennt sie das sogenannte Transferlernen. Da-

bei werden bereits trainierte KI-Modelle für neue Anwendungsfälle „recycelt“, etwa bei der Qualitätskontrolle von Lebensmitteln durch KI (<https://heise.de/s/EoD1>): „Hat man ein KI-Modell für einen bestimmten Sensor trainiert und will es an einen anderen Sensor anpassen, reicht es, wenn das Modell wenige Parameter neu erlernt“, sagt Barbara Hammer. „Dadurch müssen weniger Daten verarbeitet werden.“

Parallel dazu gibt es in der KI-Forschung Ansätze, um die Modelle mit mehr Vorwissen auszustatten. Robert Bamler vom Exzellenzcluster *Maschinelles Lernen. Neue Perspektiven für die Wissenschaft* der Universität Tübingen nennt ein Beispiel aus der Chemie. Er hat kürzlich mit Forschenden von der TU Kaiserslautern ermittelt, wie gut sich bestimmte Flüssigkeiten mischen lassen. „Das kann man schlecht messen, da es unzählige Kombinationen aus Temperaturen und Mischungsverhältnissen gibt“, sagt er. Das Team nutzte daher ein KI-Modell, um die Ergebnisse zu prognostizieren. Berücksichtige man im Modell chemisches Grundwissen, etwa dass sich Stoffe bei Temperaturen immer auf eine bestimmte Weise verhalten, könne man eine Vielzahl von mathematisch möglichen Ergebnissen von vorneherein ausschließen. „Durch das im Modell implementierte Vorwissen sinkt also der Rechenaufwand um ein Vielfaches.“

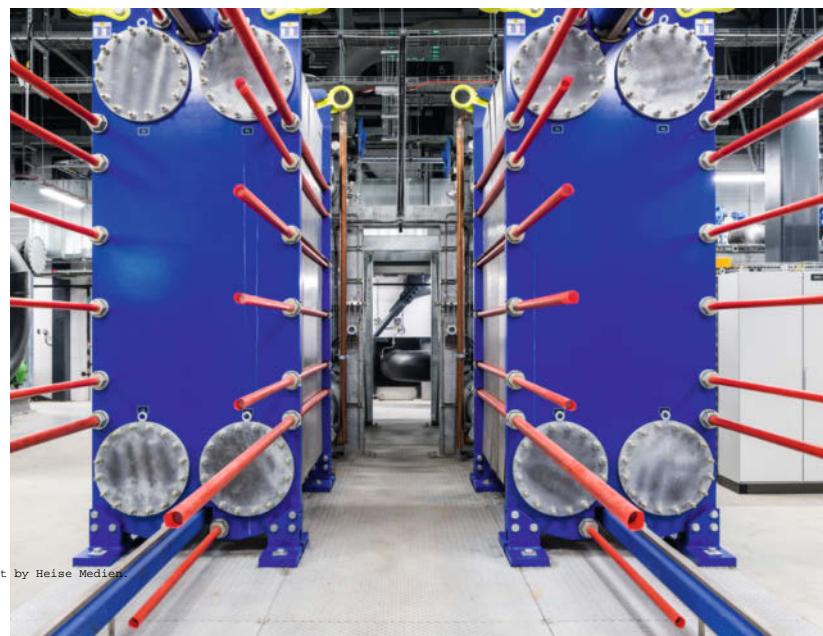
Darüber hinaus gibt es in der Forschung auch den Ansatz, wenn möglich mit möglichst kleinen neuronalen Netzen auszukommen. Burkhard Heidemann vom Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS arbeitet an KI-Netzen, die so klein sind, dass sie auf lokalen Endgeräten trainiert werden können – zum Beispiel dem eigenen Smartphone. Ähnlich wie Robert Bamler stattet der Forscher die Netze dafür mit einem bestimmten Vorwissen aus. Er gibt ihnen vor, anhand welcher Features sie Daten bewerten sollen, anstatt die Netze diese Features durch Versuch und Irrtum selbst lernen zu lassen.

Er nennt das Beispiel einer smarten Personenwaage, in der Daten in einem lokalen neuronalen Netz verarbeitet werden. Das bestimmt dann zum Beispiel über die EKG-Werte einer Person deren Blutdruck. „Solche Waagen lernen die Blutdruckmessung individuell für eine Person“, sagt er. Man könnte aber Teile eines solchen lokalen neuronalen Netzwerks in die Cloud übertragen, dort mit den Netzen aus anderen Personenwaagen verknüpfen und so das KI-Modell optimieren. Danach werde das erweiterte Wissen dann wieder an die jeweiligen Waagen zurückgespielt. „Da bei diesem Vorgehen nur ein kleiner Teil der Berechnungen in der Cloud stattfindet, sinkt der Datenverkehr und damit auch der Energiebedarf“, sagt Heidemann. Um wie viel,



Um Datenzentren zu betreiben, muss jede Menge Wärme abgeführt werden. Die mächtigen Wärmetauscher dieses Google-Rechenzentrums vermittelten einen Eindruck von der Größe dieser Aufgabe.

Notstromaggregate im Google-Datenzentrum Singapur.





Max Lemme von der RWTH Aachen forscht an energieeffizienter Hardware der Zukunft – unter anderem mit zweidimensionalen Materialien wie Graphen oder Molybdändisulfid.

sei schwer zu sagen. „Das hängt von einer Vielzahl von Faktoren wie dem Klassifikator, dem Prozessortyp und dem Hardwarebeschleuniger ab.“

Auf der Waage nutzt sein Team ein selbst entwickeltes KI-Framework namens AlfES, das das maschinelle Lernen auf nahezu jeder Hardware vom 8-Bit-Mikrocontroller über das Smartphone bis hin zum PC möglich macht. Die Rechenpower der kleinen Geräte sei zwar begrenzt, sagt der Forscher. Das könne man aber durch das sogenannte verteilte Lernen abfangen. Dabei werden die Modelle auf den lokalen Endgeräten mit lokal verfügbaren Daten trainiert. In einem zweiten Schritt tauschen die Modelle dann aber ihre Parameterwerte untereinander aus, um die Modelle weiter zu verbessern.

EIN NEUES DESIGN FÜR CHIPS

Der noch größere Hebel für die Energieeffizienz von KI dürfte bei neuer Hardware liegen. Machine-Learning-Modelle laufen derzeit meist auf Grafikprozessoren, sogenannten GPUs. Diese sind besonders gut dafür geeignet, komplexe Rechenoperationen durchzuführen, auch wenn sie auf mehreren Prozessoren verteilt ablaufen. Doch herkömmliche GPUs seien so aufgebaut, dass die Daten an einer Stelle im Chip gespeichert und an anderer Stelle verarbeitet werden, sagt Max Lemme, Professor für Elektrotechnik an der RWTH Aachen. „Es müssen also ständig Daten auf dem Chip hin- und hergeschickt werden, um KI-Modelle zu trainieren und zu nutzen“, so Lemme. Sein Ziel ist es daher, das Design der Chips zu ändern. Künftig müssten jeweils eine Spei-

**Immer
größere und
mächtigere
Modelle
werden in
Zukunft
immer mehr
Energie be-
nötigen.**

cherzelle und ein Transistor zur Datenverarbeitung im Chip direkt nebeneinanderliegen. Das senke den Datenverkehr.

Ein neuartiger neuromorpher Chip ist bereits im Handel erhältlich: der Loihi-Chip des Herstellers Intel. Auf den Markt gebracht wurde dieser im Jahr 2018, inzwischen gibt es eine zweite Version. Und es habe sich bereits gezeigt, dass der Chip für bestimmte maschinelle Lernaufgaben wesentlich effizienter sei, sagt Lemme. Noch gebe es allerdings kaum Algorithmen für den neuen Chip, herkömmliche KI-Modelle funktionierten darauf nicht. „Die passende Software zur neuen Hardware muss also jetzt erst noch entwickelt werden.“

Neben dem Design wollen er und sein Team die Chips für KI-Anwendungen auch auf andere Weise verändern. Die Forscher testen etwa den Einsatz neuer zweidimensionaler Materialien wie Graphen oder Molybdändisulfid. Diese sind sehr dünn und können mit kleineren Spannungen und Strömen betrieben werden als herkömmliche Halbleiter. Das ermöglicht ganz neue Chiparchitekturen. Ziel der Forscher ist es, die Verschaltungen der Chips insgesamt besser an die Struktur neuronaler Netze anzupassen und sich dabei von der Energieeffizienz des menschlichen Gehirns inspirieren zu lassen. Von neuromorphen Chips spricht man im Fachjargon (siehe Technology Review 6/2020, S.28). „Perspektivisch könnte das Trainieren von KI-Modellen um den Faktor 1000 energieeffizienter werden, indem wir das Prinzip der ‚Spärlichkeit‘ aus dem Gehirn übernehmen, Berechnungen so organisieren, dass der Datentransfer zwischen den Recheneinheiten begrenzt wird, und wir memristive Bauelemente einsetzen, die die Eigenschaften von Transistor und Speicher vereinen. Diese Memristoren können schnell und mit geringem Stromverbrauch geschaltet werden, was sie für neuromorphes Rechnen sehr attraktiv macht“, schätzt Lemme. Noch sei die neuromorphe Hardware aber im Forschungsstadium.

Dass sich das bald ändert, hoffen wohl nicht nur Forschende wie Max Lemme, sondern auch die Betreiber großer Rechenzentren. Innerhalb der EU sollen diese bis zum Jahr 2030 klimaneutral sein. Die aktuelle Bundesregierung hat sich das Jahr 2027 als Ziel gesetzt. Die Maßnahmen dafür will sie zeitnah festlegen, einen entsprechenden Referentenentwurf hat das Bundeswirtschaftsministerium Mitte Oktober an die anderen Ministerien versandt. Geplant ist demnach, dass größere Rechenzentren ab dem Jahr 2028 ihre Abwärme vollständig wiederverwenden müssen. Sie sollen Ökostrom nutzen und die Rechenzentren nur noch auf Temperaturen bis 27 Grad Celsius herunterkühlen dürfen. Und: In einem Energieeffizienzregister soll genau aufgeschlüsselt werden, welches Rechenzentrum pro Jahr wie viel Strom verbraucht und Abwärme produziert.

Auf die Betreiber von Rechenzentren kommen also definitiv strengere Auflagen zu. Die Frage, wie man KI energieeffizienter gestalten kann, wird also auch für sie immer wichtiger. ●

„Es gibt eine kleine Anzahl von wichtigen Geldgebern, die eine ganz bestimmte Ideologie haben und bewusst oder unbewusst die Ideen finanzieren, die am meisten mit ihren Vorstellungen übereinstimmen. Man muss diese Sprache sprechen, um mehr Mittel zu erhalten.“

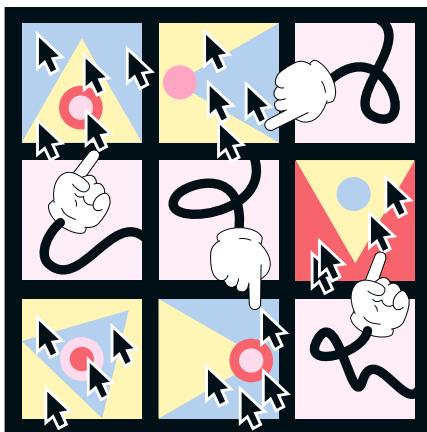
Luke Kemp, Wissenschaftler am Cambridge Centre for the Study of Existential Risk (CSER) über Effektiven Altruismus (Seite 56)

Report

- 51 KOLUMNE • Nicht meine Baustelle?!
- 52 GESELLSCHAFT • Ist das noch Wohltätigkeit?
- 59 JUBILÄUM • Ende und Anfang
- 60 SOZIALE MEDIEN • Mastodon statt Musk
- 66 DATENSICHERUNG • R.I.P. Speicher
- 68 PANDEMIEN • Klappt es beim nächsten Mal besser?
- 74 DIGITALE KLONE • Voice-Chat mit dem Jenseits
- 81 DÉJÀ-VU • Alte Fehler, neue Versprechungen
- 82 PATHOLOGIE • Von den Toten lernen
- 88 ELEKTRONISCHE WAHLEN • Eine unknackbare Wahlmaschine

Nicht meine Baustelle?!

Content-Moderatoren sorgen jeden Tag dafür, dass in den sozialen Medien weniger Hass, Hetze und Desinformation zu sehen ist. Ihre Arbeitsbedingungen sind allerdings prekär. Das muss sich ändern.



An einem sonnigen Tag Mitte November stehe ich in der Eingangshalle der Gewerkschaft ver.di in Berlin. Im Büro über uns absolviert der neu gewählte Betriebsrat von TikTok gerade seine erste Schulung. Ich bin hier, um mich mit ihnen über einen der prekärsten Jobs in der Techbranche auszutauschen: den der Content-Moderation.

Wenn die digitale Zivilgesellschaft oder Digitalpolitiker über die Moderation von Inhalten in sozialen Netzwerken nachdenken, dann zuallererst über Algorithmen – über die viel zitierte Künstliche Intelligenz, die Inhalte automatisiert filtert, kennzeichnet und löscht. Dass auch Tausende von menschlichen Content-Moderatorinnen und -Moderatoren maßgeblich daran beteiligt sind, das Netz frei von Hass, Gewalt und Desinformation zu halten, geht in den Diskussionen unter. Dabei ist spätestens seit dem Film *The Cleaners* aus 2018 bekannt, dass Content-Moderatorinnen und -Moderatoren zu prekärsten Konditionen arbeiten. Auch in Deutschland. Sie werden schlecht bezahlt, ihr Arbeitsplatz wird überwacht und sie tragen nicht selten lebenslange psychische Traumata davon.

Diese Umstände sind in den Augen vieler aber kein digitalpolitisches, sondern ein arbeitsrechtliches Thema. „Nicht meine Baustelle!“, hätte ich als Teil der digitalen Zivilgesellschaft vor ein paar Jahren selbst noch gesagt. Vor zehn Jahren war „Not my department“ das Motto des 29. Chaos Communication Congress. Hinter dem leicht zynischen Titel des Hackerkongresses, der das Silodenken in der Digitalisierung beschreibt, steckte eine ernste Frage: Wer kümmert sich eigentlich um die gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Folgen, die der Einsatz von neuen digitalen Technologien mit sich bringt, und wie sind die unterschiedlichen Themen miteinander verbunden?

Arbeitsrecht ist das Anliegen der Gewerkschaften. Digitalpolitiker und die digitale Zivilgesellschaft beschäftigen sich mit Tech Policy. Das Wort Policy steht dabei synonym für einen Elitendiskurs. Als jemand, der weder Public Policy noch Jura studiert hat, sondern Design, fühlte ich mich bei diesen Diskursen selbst lange außen vor. Doch im Laufe der Zeit habe ich verstanden, dass man, wenn man etwas bewegen will, sich über kurz oder lang damit beschäftigen muss, wie Policies entstehen und wie man sie beeinflusst.

Den großen Plattformen ist es ganz recht, wenn sich Digitalisierungsexperten und die Zivilgesellschaft nicht mit den Content-Moderatoren solidarisieren. Sie haben lange daran gearbeitet, den Job der Content-Moderation in der öffentlichen Wahrnehmung als roboterähnliche, inhaltlich anspruchslose Click-Work darzustellen. So etwas entmenschlicht und erschwert Solidarität. Die großen Plattformen wollen uns weismachen, dass die Moderation der Inhalte ohnehin bald von KI übernommen wird. Dass die Systeme noch Jahre davon entfernt sind, Plattformen so effektiv wie

Menschen zu moderieren, verschweigen sie.

Wer in einer komplexen Welt versucht, Komplexität zu ignorieren, indem er im Sinne von „Not my Department“ Themen zu unabhängig voneinander behandelt, wird langfristig nicht ans Ziel kommen. Es spielt den Social-Media-Plattformen in die Hände, wenn Content-Moderatoren einen isolierten Kampf um gerechte Arbeitsrechte führen müssen. Am meisten Angst hat Big Tech nämlich davor, dass sich Menschen in Tech über unterschiedliche soziale Herkünfte, Bildungsstände und geografische Grenzen hinweg solidarisieren und gemeinsam für gerechte digitale Zukünfte einstehen.

Am Ende des Treffens bei ver.di beschließen wir, eine globale Eventreihe aufzusetzen. Sie hat zum Ziel, dass sich mehr Content-Moderatorinnen und -Moderatoren arbeitsrechtlich organisieren und für ihre Rechte eintreten. Es gilt, den prekären Arbeitsbedingungen ein Ende zu bereiten. Am besten funktioniert das mit der Unterstützung einer breiten Allianz aus Politik, Zivilgesellschaft und Gewerkschaften, die sich hinter diejenigen stellt, die täglich dafür sorgen, dass uns im Internet weniger Hass, Gewalt und Desinformation begegnen. Im März geht es mit dem ersten Event in Berlin los.



Julia Kloiber arbeitet als Mitgründerin der feministischen Organisation Superrr Lab an gerechten und inklusiven digitalen Zukünften.



Ist das noch Wohltätigkeit?

Philanthropen, die sich auf den Effektiven Altruismus berufen, geraten zunehmend in die Kritik. Sie verfolgen mit ihren Spenden eine konservative, elitäre Agenda und gestalten mit ihrem Geld unsere Zukunft nach ihrem technokratischen Bild. – Rebecca Ackermann (Übersetzung: Wolfgang Stieler)

Es gehört zu den paradoxen Entwicklungen der amerikanischen Geschichte, dass die erfolgreichsten Industriekapitäne der USA beim Erwerb ihrer sagenhaften Reichtümer oftmals nicht wirklich zimperlich vorgegangen sind, nur um später einen Teil ihres Reichtums großzügig für wohltätige Zwecke auszugeben. Der Stahlmagnat Andrew Carnegie beispielsweise ließ 1892 im Homestead-Streik 300 mit Gewehren bewaffnete Pinkerton-Agenten einsetzen, um Streikbrecher in eine Fabrik zu bringen – die Aktion endete in einer Schlacht mit mehreren Toten. Auf der anderen Seite finanzierte Carnegie im ausgehenden 19. Jahrhundert rund 3000 öffentliche Bibliotheken.

Dass es auch im Hightech-Sektor aktive Philanthropen gibt, ist daher nicht erstaunlich. Im Umfeld der Silicon-Valley-Kultur hat sich allerdings eine ganz besondere Spielart der Wohltätigkeit reicher Spender entwickelt: der Effektive Altruismus (EA). Seit seiner Entstehung in den späten 2000er-Jahren versucht der Effektive Altruismus, die Frage zu beantworten: „Wie können diejenigen, die über die nötigen Mittel verfügen, auf messbare Weise den größten positiven Einfluss auf die Welt nehmen?“ Eine naheliegende Antwort besteht darin, Gelder an Organisationen zu geben, die evidenzbasierte Ansätze verwenden, um zu messen, wie viel positive Effekte Spenden haben. Da sich EA jedoch von einer

akademischen Philosophie zu einer Gemeinschaft und einer Bewegung entwickelt hat, haben sich auch die Vorstellungen über den „besten“ Weg, die Welt zu verändern, weiterentwickelt.

Die Überzeugung, dass unwahrscheinliche, aber existenzielle Bedrohungen wie eine die Menschheit zerstörende KI-Revolte oder ein internationaler biologischer Krieg die dringendsten Probleme der Menschheit sind, ist heute ein wesentlicher Bestandteil von EA. Es handelt sich um eine Ideologie, die sich anschickt, die Hauptbühne zu erobern. Immer mehr Gläubige aus der Tech- und Milliardärsklasse – die vor allem männlich und weiß sind – beginnen damit, Millionen in Projekte wie den FTX Future Fund des Krypto-Milliardärs Sam Bankman-Fried und den Longview Philanthropy's Longtermism Fund zu investieren, die sich auf theoretische Bedrohungen konzentrieren, die der Science-Fiction entstammen.

Die spektakuläre Pleite von Bankman-Frieds Kryptobörse FTX hat der Bewegung nun einen tiefen Schock versetzt. Bereits zugesagte Projektförderungen in Höhe von mehreren Hundert Millionen Dollar können nicht ausgezahlt werden, und in Zeitungsartikeln und Forenbeiträgen wird diskutiert, ob die Pleite nicht sogar das Ende von EA einläutet. Die wesentlichen Zutaten für den Erfolg der Bewegung sind aber immer noch vorhan-

den: junge, erfolgreiche Milliardäre aus der Technologiebranche mit einer Vorliebe für Daten und Mathematik sowie einem übersteigerten Bewusstsein für die eigene Wichtigkeit und eine in sich geschlossene Ideologie.

WIE FUNKTIONIERT EFFEKTIVER ALTRUISMUS?

Wäre Effektiver Altruismus eine im Labor gezüchtete Spezies, hätte sie drei Elternteile: angewandte Ethik, spekulative Technologie und Philanthropie. Die philosophischen Gene von EA stammen von Peter Singers Utilitarismus und den Untersuchungen des Oxford-Philosophen Nick Bostrom zu existenziellen Bedrohungen der Menschheit. Im technischen Bereich stützte sich EA auf frühe Forschungsarbeiten über die langfristigen Auswirkungen Künstlicher Intelligenz, die am heutigen Machine Intelligence Research Institute (MIRI) in Berkeley, Kalifornien, durchgeführt wurden. Im Bereich der Philanthropie ist EA Teil eines wachsenden Trends zu evidenzbasierten Spenden, der von Mitgliedern der Neureichen des Silicon Valley vorangetrieben wird.

Die führenden Protagonisten dieser Bewegung sind durch ihre soziale, wirtschaftliche und berufliche Stellung sowie durch eine technokratische Weltanschauung miteinander verbunden:

William MacAskill, ein Philosoph aus Cambridge, Toby Ord, ein Philosoph aus Oxford, Holden Karnofsky, Mitbegründer des Wohltätigkeitsbewertungsunternehmens GiveWell, und Dustin Moskovitz, ein Mitbegründer von Facebook, der zusammen mit seiner Frau Cari Tuna die gemeinnützige Organisation Open Philanthropy ins Leben rief, haben eine vernetzte Konstellation aus gemeinnützigen Organisationen, Stiftungen und Forschungseinrichtungen geschaffen.

Denn für Effektive Altruisten ist gut nicht gut genug; nur die allerbesten Projekte in den bedürftigsten Gebieten sollten gefördert werden. Bei diesen Gebieten handelt es sich nach EA-Berechnungen in der Regel um Entwicklungsländer. Persönliche Beziehungen, die jemanden ermutigen könnten, an eine örtliche Lebensmittelbank zu spenden oder an das Krankenhaus, in dem ein Elternteil behandelt wurde, sind eine Ablenkung – oder schlimmer noch: eine Verschwendug von Geld.

Das klassische Beispiel für eine von der EA genehmigte Aktion ist die Stiftung gegen Malaria, die Moskitonetze in Afrika südlich der Sahara und anderen stark von der Krankheit betroffenen Gebieten kauft und verteilt. Der Preis eines Moskitonetzes ist sehr gering im Vergleich zum Ausmaß seines lebensrettenden Potenzials; dieses Verhältnis von „Wert“ und Kosten ist der Maßstab in der EA. Zu den anderen beliebten frühen EA-Anlässen gehören die Bereitstellung von Vitamin-A-Zusätzen und Malariaamedikamenten in afrikanischen Ländern und die Förderung des Tierschutzes in Asien.

EA bietet nicht nur ein klares Regelwerk, die Gemeinschaft stellt auch eine Reihe von Ressourcen für potenzielle EA-Geldgeber bereit – darunter GiveWell, eine gemeinnützige Organisation, die eine EA-gestützte Bewertungsrubrik verwendet, um gemeinnützige Organisationen zu empfehlen; EA Funds, die es Einzelpersonen ermöglicht, an kuratierte Pools von Wohltätigkeitsorganisationen zu spenden; 80,000 Hours, eine Karriere-Coaching-Organisation; und ein lebhaftes Diskussionsforum auf effectivealtruism.org, in dem sich führende Persönlichkeiten wie MacAskill und Ord regelmäßig zu Wort melden.

Es ist schwierig, den vollen Einfluss der EA-Philosophie zu erfassen, aber 80,000 Hours schätzt, dass zwischen 2015 und 2021 46 Milliarden Dollar für EA-Zwecke gespendet wurden, wobei die Spenden jedes Jahr um etwa 20 Prozent steigen. GiveWell rechnet vor, dass allein im Jahr 2021 über 187 Millionen Dollar für Malaria-Netze und -Medikamente zur Verfügung gestellt werden; nach Berechnungen der Organisation sind das über 36 000 gerettete Leben.

AUF LANGE SICHT

Für eine wachsende Zahl von Effektiven Altruisten haben allerdings Ziele wie „KI-Ausrichtung“ oder „Biosicherheit“ inzwischen Vorrang vor Moskitonetzen und Vitamin-A-Medikamenten. „Die Dinge, die am wichtigsten sind, sind die Dinge, die langfristige Auswirkungen darauf haben, wie die Welt aussehen wird“, sagte Bankman-Fried in einem Interview Anfang des Jahres. „Es gibt Billionen von Menschen, die noch nicht geboren sind.“

Bankman-Frieds Ansichten sind von den utilitaristischen Berechnungen des Langfristdenkens beeinflusst, die das Leben auf einzelne Werteinheiten reduzieren. Nach dieser Rechnung stellen die Billionen von Menschen, die noch geboren werden, eine größere moralische Verpflichtung dar als die Milliarden, die heute leben. Jegliche Bedrohung, die künftige Generationen

daran hindern könnte, ihr volles Potenzial auszuschöpfen – sei es durch Aussterben oder durch technologische Stagnation, die MacAskill in seinem neuen Buch *What We Owe the Future* als ebenso bedrohlich ansieht –, hat oberste Priorität.

In diesem Buch schildert MacAskill seinen eigenen Weg vom Skeptiker zum wahren Gläubigen und fordert andere auf, den gleichen Weg zu gehen. Die existenziellen Risiken, die er aufzeigt, sind konkret: „Die Zukunft könnte schrecklich sein, sie könnte autoritären Machthabern gehören, die Überwachung und KI nutzen, um ihre Ideologie für alle Zeiten festzuschreiben, oder sogar KI-Systemen, die eher nach Machtgewinn streben, als eine florierende Gesellschaft zu fördern. Oder es könnte überhaupt keine Zukunft geben: Wir könnten uns mit biologischen Waffen umbringen oder einen totalen Atomkrieg führen, der die Zivilisation zusammenbrechen lässt und von dem sie sich nie mehr erholt.“

Um sich vor genau diesen Möglichkeiten zu schützen, hat Bankman-Fried in diesem Jahr den FTX Future Fund als ein Projekt seiner philanthropischen Stiftung ins Leben gerufen. Zu seinen Schwerpunktbereichen gehören „Weltraum-Governance“, „künstliche Intelligenz“ und „Befähigung außergewöhnlicher Menschen“. Auf der Website des Fonds wird eingeräumt, dass viele seiner Wetten auf die Zukunft „scheitern werden“. Bis Juni 2022 hatte der FTX Future Fund 262 Zuschüsse und Investitionen getätigt. Zu den Empfängern gehören ein Wissenschaftler der Brown University, der langfristiges Wirtschaftswachstum erforscht, ein Wissenschaftler der Cornell University, der die Ausrichtung von KI untersucht, und eine Organisation, die sich mit der Rechtsforschung im Bereich KI und Biosicherheit befasst (die aus der EA-Gruppe von Harvard Law hervorgegangen ist).

Doch Bankman-Fried ist nicht der einzige Tech-Milliardär, der sich für langfristige Ziele einsetzt. Open Philanthropy, die EA-Wohltätigkeitsorganisation, die hauptsächlich von Moskovitz und Tuna finanziert wird, hat seit ihrer Gründung 260 Millionen Dollar für die Bewältigung „potenzieller Risiken durch fortgeschrittene KI“ bereitgestellt. Gemeinsam haben der FTX Future Fund und Open Philanthropy Longview Philanthropy in diesem Jahr mit mehr als 15 Millionen Dollar unterstützt, bevor die Organisation ihren neuen Longtermism Fund ankündigte. Vitalik Buterin, einer der Gründer der Blockchain-Plattform Ethereum, ist der zweitgrößte Spender der letzten Zeit für MIRI, dessen Ziel es ist, „sicherzustellen, dass künstliche Intelligenz, die intelligenter ist als der Mensch, einen positiven Einfluss hat“.

Auf der Spenderliste von MIRI stehen auch die Thiel Foundation, Ben Delo, Mitbegründer der Kryptobörse BitMEX, und Jaan Tallinn, einer der Gründungsingenieure von Skype, der auch Mitbegründer des Cambridge Centre for the Study of Existential Risk (CSER) ist. Elon Musk ist ein weiterer Tech-Mogul, der sich der Bekämpfung langfristiger existenzieller Risiken verschrieben hat; er behauptete sogar, seine gewinnorientierten Unternehmen – einschließlich der SpaceX-Mission zum Mars – seien philanthropische Bemühungen, die den Fortschritt und das Überleben der Menschheit unterstützen.

KRITIK UND WANDEL

Schon bevor diese Langfristigkeit der Ziele in den Vordergrund rückte, wurde Effektiver Altruismus dafür kritisiert, dass er die Denkweise des „wohlwollenden Kapitalisten“ (wie die Philosophin Amia Srinivasan 2015 in ihrer Rezension von MacAskills

Die Billionen Menschen, die noch geboren werden, sind eine größere moralische Verpflichtung als die Milliarden, die heute leben.

Die Verteilung von Moskitonetzen – wie hier in Somalia – war lange eine klassische EA-Maßnahme: geringe Kosten, hohe Wirksamkeit. Mittlerweile hat sich die Bewegung allerdings spekulativeren und langfristigeren Zielen zugewandt, wie etwa der Verhinderung einer Machtübernahme durch Künstliche Intelligenz.





Sam Bankman-Fried, Gründer der Kryptobörse FTX und – bis zur spektakulären Pleite seines Unternehmens – eine Art Posterboy der Bewegung des Effektiven Altruismus.

erstem Buch schrieb) überhöht. Die Earn-to-Give-Philosophie – reich zu werden ist nicht verwerflich, wenn man einen guten Zweck damit verfolgt – wirft die Frage auf, warum die Wohlhabenden in einer höchst ungerechten Welt entscheiden sollten, wo hin die Gelder fließen. Vor allem, wenn sie diesen Reichtum aus der Arbeit der Angestellten oder der Öffentlichkeit herausziehen, wie es bei einigen Krypto-Managern der Fall sein könnte.

„Ich bin überzeugt davon, dass Leute nicht enorme Mengen an Geld verdienen können, ohne dass dies auf Kosten anderer Menschen geht“, sagt beispielsweise Farhad Ebrahimi, Gründer und Präsident der Chorus Foundation, die hauptsächlich US-amerikanische Organisationen finanziert, die sich für die Bekämpfung des Klimawandels einsetzen, indem sie die wirtschaftliche und politische Macht auf die am stärksten betroffenen Gemeinschaften verlagern.

Ebrahimi wendet sich gegen den Ansatz von EA, gezielte Maßnahmen zu unterstützen, anstatt lokalen Organisationen die Möglichkeit zu geben, ihre eigenen Prioritäten festzulegen: „Warum sollte man nicht die Gemeinschaften unterstützen, die mit dem Geld die wirtschaftliche Macht aufbauen sollen? Stattdessen sagen einzelne Individuen: ‚Ich möchte meine wirtschaftliche Macht aufbauen, weil ich glaube, dass ich gute Entscheidungen darüber treffen werde, was ich damit machen will‘ ... Das kommt mir sehr wie ein ‚wohlwollender Diktator‘ vor.“

Anhänger des Effektiven Altruismus würden auf Ebrahimis Einwände antworten, dass ihre moralische Verpflichtung darin besteht, die nachweislich transformativsten Projekte im Sinne ihres Rahmens zu finanzieren. Wenn jedoch eine kleine

Zwischen 2015 und 2021 wurden 46 Milliarden Dollar für Effektive Altruismus-Zwecke gespendet, wobei die Spenden jedes Jahr um etwa 20 Prozent steigen.

Gruppe von Personen mit ähnlichem Hintergrund die Formel für die kritischsten Ursachen und „besten“ Lösungen festlegt, ist es geboten, die unvorenommene Strenge, für die EA bekannt ist, infrage zu stellen.

„Diese Annahme, dass sie die beste Sache für die Welt berechnen werden – all diese Daten zu haben und diese Entscheidungen zu treffen –, ähnelt so sehr den Problemen, über die wir beim maschinellen Lernen sprechen, und warum man das nicht tun sollte“, sagt Timnit Gebru, ein führendes Mitglied im Bereich der KI-Ethik und Gründerin und Geschäftsführerin des Distributed AI Research Institute (DAIR), das Vielfalt in den Mittelpunkt seiner KI-Forschung stellt.

Gebru und andere haben ausführlich über die Gefahren geschrieben, die mit der Nutzung von Daten verbunden sind, die aus unterschiedlichsten Quellen stammen, ohne diese tiefer zu analysieren. Beim maschinellen Lernen führt dies zu gefährlich verzerrten Modellen. In der Philanthropie belohnt die enge Definition von Erfolg die Allianz mit dem Wertesystem von EA gegenüber anderen Weltanschauungen. Gleichzeitig benachteiligt sie gemeinnützige Organisationen, die an längerfristigen oder komplexeren Strategien arbeiten, die sich nicht in die Mathematik von EA übertragen lassen.

So ist beispielsweise eine Studie aus dem Jahr 2004, die die Entwurmung – die Verteilung von Medikamenten gegen Parasitenbefall – zu einem der Hauptanliegen von GiveWell erhob, in die Kritik geraten. Einige Forscher behaupten, die Studie sei widerlegt. Andere konnten die Ergebnisse nicht reproduzieren, die zu dem Schluss führten, dass durch Entwurmung eine große Zahl von Menschenleben gerettet würde. Trotz der Ungewissheit, die mit dieser Maßnahme verbunden ist, hat GiveWell in diesem Jahr über seinen Maximum Impact Fund mehr als 12 Millionen Dollar an Wohltätigkeitsorganisationen für die Entwurmung weitergeleitet.

Die Stimmen des Widerspruchs werden lauter, je weiter sich der Einfluss von EA ausbreitet und je mehr Geld in langfristig angelegte Projekte fließt. Der CSER-Forscher Luke Kemp, der nach einigen Definitionen selbst zu den „Langfristigen“ gehört, ist der Ansicht, dass der wachsende Fokus der EA-Forschungsgemeinschaft auf der begrenzten Perspektive einer Minderheit beruht. Er ist enttäuscht von der mangelnden Vielfalt des Denkens und der Führung, die er in diesem Bereich gefunden hat. Letztes Jahr schrieben er und seine Kollegin Carla Zoe Cremer ein Paper mit dem Titel *Democratizing Risk* (Demokratisierung des Risikos) über die Konzentration der Gemeinschaft auf den „techno-utopischen Ansatz“. Der geht davon aus, dass die Verfolgung der Technologie bis zu ihrer maximalen Entwicklung ein unbestreitbarer Netto-gewinn ist. „Es gibt eine kleine Anzahl von wichtigen Geldgebern, die eine ganz bestimmte Ideologie haben und entweder bewusst oder unbewusst die Ideen auswählen, die am meisten mit ihren Vor-

stellungen übereinstimmen. Man muss diese Sprache sprechen, um in der Hierarchie aufzusteigen und mehr Mittel zu erhalten“, sagt Kemp.

VORWÄRTS, IMMER VORWÄRTS

Das Grundkonzept der Langfristigkeit wurde laut Kemp von Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlern in den 1960er-, 70er- und 80er-Jahren übernommen, die sich auf Generationenrechte und Umweltschutz konzentrierten – Prioritäten, die in der EA-Version der Philosophie merklich zurückgegangen sind. In der Tat ist die zentrale Prämisse, dass „zukünftige Menschen zählen“, wie MacAskill in seinem Buch von 2022 sagt, nicht neu. Integraler Bestandteil dieses Konzeptes ist jedoch der Gedanke, dass die Vergangenheit wertvolle Lehren für das heutige Handeln bereithält, insbesondere in Fällen, in denen unsere Vorfahren Entscheidungen getroffen haben, die zu Umwelt- und Wirtschaftskrisen geführt haben.

Der „Langfristismus“ sieht die Geschichte jedoch anders: als einen Vorwärtmarsch in Richtung unvermeidlichen Fortschritts. MacAskill bezieht sich in *What We Owe the Future* oft auf die Vergangenheit, aber nur in Form von Fallstudien über die lebensverbessernden Auswirkungen der technischen und moralischen Entwicklung. Er erörtert die Abschaffung der Sklaverei, die Industrielle Revolution und die Frauenrechts-

Zu den Großspendern des Effektiven Altruismus zählt auch Vitalik Buterin, Gründer der Blockchain-Plattform Ethereum.

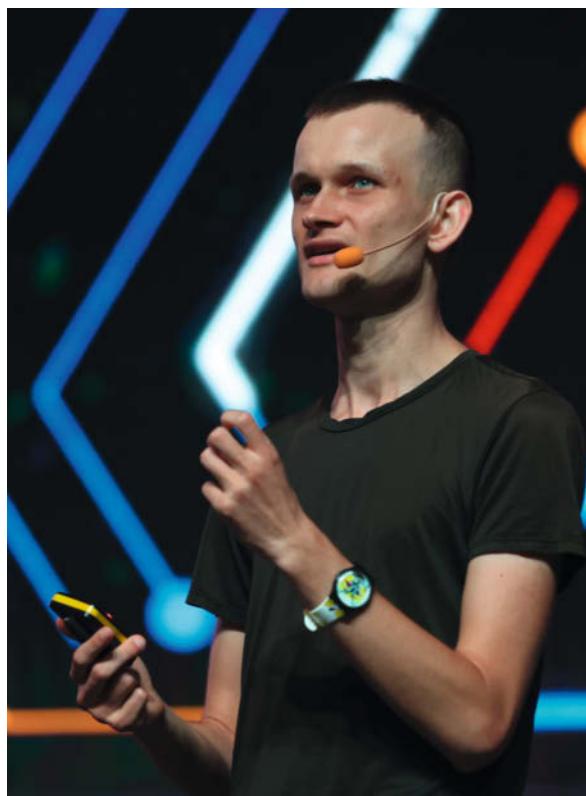


Foto: Josh Lopez

Foto: Bloomberg / Getty Images



Farhad Ebrahimi, Gründer und Präsident der Chorus Foundation, kritisiert die EA-Spendenpraxis als Verhalten eines „wohlwollenden Diktators“.

bewegung als Beweis dafür, wie wichtig es ist, den Fortschritt der Menschheit fortzusetzen, bevor die falschen Werte von Despoten „eingesperrt“ werden. Was sind die „richtigen“ Werte? MacAskill hält sich bei der Formulierung zurück: Er argumentiert, dass „wir uns auf die Förderung abstrakterer oder allgemeiner moralischer Grundsätze konzentrieren sollten“, um sicherzustellen, dass „moralische Veränderungen auch in Zukunft relevant und robust positiv bleiben“.

Wie der Philosoph Emile P. Torres in seinen Kritiken hervorhebt, ist der Klimawandel, von dem bereits heute die Unterschicht stärker betroffen ist als die Elite, kein zentrales Anliegen der Langfristigkeit. Auch wenn Millionen von Menschenleben bedroht sind, so argumentieren die Langfristigen, wird wahrscheinlich nicht die gesamte Menschheit ausgelöscht werden; diejenigen, die über den Wohlstand und die Mittel zum Überleben verfügen, können das Potenzial unserer Spezies weiter ausschöpfen. Tech-Milliardäre wie Thiel und Larry Page haben dementsprechend bereits Pläne und Immobilien, um eine Klima-Apokalypse zu überstehen.

Es lässt zudem tief blicken, dass die spezifische Liste technologiebasierter, weit entfernter Bedrohungen für die Zivilisation sich „zufällig“ mit populären Forschungsthemen der ursprünglichen EA-Kohorte deckt. „Ich bin Forscher auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz“, sagt Gebru, „aber zu der Schlussfolgerung zu kommen, dass man an künstlicher allgemeiner Intelligenz arbeiten muss, um das meiste Gute in der Welt zu tun, ist sehr seltsam. Das ist so, als würde man versu-



Die KI-Ethikerin Timnit Gebru warnt vor dem algorithmischen Ansatz, mit dem die EA-Anhänger die Vergabe ihrer Spenden steuern. Die Methode sei einseitig und führe zu gefährlichen Verzerrungen.

chen, die Tatsache zu rechtfertigen, dass man über ein Science-Fiction-Szenario nachdenken will und nicht über reale Menschen, die reale Welt und aktuelle strukturelle Probleme. Man will rechtfertigen, dass man Milliarden von Dollar in die Sache stecken will, während Menschen hungern.“

Einige EA-Führungskräfte scheinen sich bewusst zu sein, dass Kritik und Veränderung der Schlüssel zur Erweiterung der EA-Gemeinschaft und zur Stärkung ihrer Wirkung sind. MacAskill und andere wiesen ausdrücklich darauf hin, dass es sich bei ihren Berechnungen um Schätzungen handele und sie bestrebt seien, sich durch einen kritischen Diskurs zu verbessern. Sowohl GiveWell als auch CEA haben auf ihren Websites Seiten mit der Überschrift „Unsere Fehler“, und im Juni rief CEA zu einem Wettbewerb auf, bei dem im EA-Forum Kritik geäußert werden konnte; der Future Fund hat Preise in Höhe von bis zu 1,5 Millionen Dollar für kritische Perspektiven auf KI ausgeschrieben.

„Wir haben erkannt, dass die Probleme, die EA anzugehen versucht, sehr, sehr groß sind und wir keine Hoffnung haben, sie mit einem kleinen Segment von Menschen zu lösen“, sagt Julia Wise, Vorstandsmitglied von GiveWell und CEA Community Liaison, über die Diversitätsstatistiken von EA. „Wir brauchen die Talente, die viele verschiedene Menschen einbringen können, um diese weltweiten

„Die Schlussfolgerung, dass man an künstlicher Intelligenz arbeiten muss, um das meiste Gute in der Welt zu tun, ist sehr seltsam.“

Probleme anzugehen.“ Wise sprach zu diesem Thema auch auf der EA Global Conference 2020 und diskutiert aktiv über Inklusion und Machtdynamik in der Gemeinschaft im CEA-Forum. Das Center for Effective Altruism unterstützt ein Mentorenprogramm für Frauen und nicht-binäre Menschen (das übrigens von Carrick Flynn's Frau gegründet wurde). Laut Wise wird es auch auf andere unterrepräsentierte Gruppen in der EA-Gemeinschaft ausgeweitet. CEA hat sich ebenfalls bemüht, Konferenzen an mehr Orten weltweit zu ermöglichen, um eine geografisch vielfältigere Gruppe willkommen zu heißen. Diese Bemühungen scheinen jedoch in Umfang und Wirkung begrenzt zu sein; die öffentlich zugängliche Seite von CEA zu Vielfalt und Integration wurde im Oktober zum ersten Mal seit zwei Jahren aktualisiert. Da die technisch-utopischen Grundsätze der Langfristigkeit einen vorderen Platz in EAs Raketen-schiff einnehmen und ein paar milliardenschwere Spender den Weg in die Zukunft vorgeben, könnte es zu spät sein, die DNA der Bewegung zu ändern.

POLITIK UND ZUKUNFT

Trotz des Science-Fiction-Glanzes ist Effektiver Altruismus heute ein konservatives Projekt, das seine Entscheidungsfindung hinter einem technokratischen Glaubenssystem versteckt und auf einer kleinen Gruppe von Einzelpersonen basiert.

EA ist jedoch nicht die einzige wohltragende Bewegung, die auf politisches Handeln setzt, um die Welt umzugestalten. Das ganze philanthropische Feld hat sich in die Politik begeben, um mehr Wirkung zu erzielen. „Wir haben eine existentielle politische Krise, mit der sich die Philanthropie auseinandersetzen muss. Andernfalls werden viele ihrer anderen Ziele nur schwer zu erreichen sein“, sagt Callahan von Inside Philanthropy, wobei er eine andere Definition von „existenziell“ verwendet als MacAskill. Während EA ein klares Schema für wohltragende Spenden anbietet, ist die politische Arena eine größere Herausforderung.

Geld kann zwar Berge versetzen, und da EA größere Plattformen mit größeren Geldbeträgen von Milliardären und Insidern der Tech-Industrie steuert, wird der Reichtum einiger weniger Milliardäre wahrscheinlich auch weiterhin die Anliegen und Kandidaten von EA unterstützen. Aber wenn die Bewegung darauf abzielt, die politische Landschaft zu erobern, könnten die EA-Führer feststellen, dass ihre Botschaften nicht bei den Menschen ankommen. Denn die müssen mit lokalen und aktuellen Herausforderungen wie unzureichendem Wohnraum und Ernährungsunsicherheit leben. Die Ursprünge der EA in der akademischen Welt und in der Tech-Industrie als hochtrabender philosophischer Plan zur Verteilung von ererbtem und institutionellem Reichtum mögen die Bewegung so weit gebracht haben, aber dieselben Wurzeln könnten ihre Hoffnungen auf eine Ausweitung ihres Einflusses künftig eher behindern als unterstützen. ●

Ende und Anfang

Im Dezember 1972 verließen die letzten Astronauten den Mond.

Gut 50 Jahre später will die Nasa wieder zurück. – Wolfgang Stieler

Ist die bemannte Raumfahrt den riesigen Aufwand wert, den es braucht, um Menschen ins All zu befördern? Die Frage lässt sich wohl immer nur im Kontext beantworten: Als die Nasa im Dezember 1972 mit Apollo 17 ihre letzte Mondmission auf den Weg schickte, schien die Antwort eindeutig „Nein“ zu lauten. Die USA hatten den Wettkampf zum Mond gewonnen, der wissenschaftliche Nutzen weiterer Missionen schien gering, der wirtschaftliche Nutzen des Mondes noch viel geringer.

Doch das absehbare Ende der Mondmission verleitete die Leitung der Nasa zu bislang unbekannter Experimentierfreude: Erstmals sollte eine Mondmission in der Nacht starten, und erstmals waren nicht nur militärisch ausgebildete Testpiloten an Bord, sondern auch ein ziviler Wissenschaftler: der Geologe Harrison Schmitt.

Wahrscheinlich war es auch Schmitt – die Aufzeichnungen sind nicht ganz eindeutig –, der rund fünf Stunden nach dem Start ein Foto der voll erleuchteten Tagseite der Erde schoss, das die Nasa am 24.12.1972 veröffentlichte: Die „Blue Marble“, die kleine, leuchtend blaue Kugel vor der samtigen Schwärze des Weltalls, wurde zur Ikone der Umweltbewegung der 1970er-Jahre. Denn wie kaum ein anderes Bild illustrierte sie die Zerbrechlichkeit des Ökosystems Erde. Dass Schmitt und sein Kollege Gene Cernan drei Tage auf dem Mond verbracht hatten – so lang wie nie zuvor –, zahlreiche wissenschaftliche Experimente durchführten und neben 4,3 Milliarden Jahre alten Gesteinsbrocken auch einen 2,8 Meter langen Bohrkern bargen, ist mittlerweile eher eine Fußnote der Wissenschaftsgeschichte.

„So, wie wir gekommen sind und mit Gottes Hilfe wieder hierherkommen werden, gehen wir jetzt: in Frieden und



Gene Cernan, der – vorläufig – letzte Mensch auf dem Mond im Dezember 1972 bei einer Außenmission im Rahmen von Apollo 17.

Hoffnung für die ganze Menschheit!“, sagte Gene Cernan, als er am 14. Dezember 1972 wieder in die Landefähre stieg. Tatsächlich plant die Nasa, bereits 2025 wieder mit Astronauten auf dem Mond zu landen – auch wenn sich das Datum wahrscheinlich noch verschieben wird. Die Idee von „Frieden und Hoffnung für die gesamte Menschheit“ ist allerdings gerade mal wieder auf dem Rückzug.

Stattdessen dürfte das technologische Wettrennen mit China einer der Gründe für das neue Interesse der Nasa am Mond sein: China hat 2019 erstmals eine unbemannte Sonde mit einem Roboter-Rover auf der erdfernen Seite des Mondes gelandet und will um 2030 eine bemannte Mondstation errichten. Dann will die Nasa ihre eigene Mondstation bereits in Betrieb genommen haben. Das

Artemis-Camp am lunaren Südpol, wo die Nasa hofft, Eis zu finden, soll wie auch die um den Mond kreisende Raumstation LOP-G (Lunar Orbital Platform-Gateway) als Sprungbrett für spätere Marsmissionen dienen.

Unabhängig von staatlichen Akteuren sind der Agentur mittlerweile auch private Unternehmen auf den Fersen: Das japanische Unternehmen ispace hat mit einer Falcon-Rakete von SpaceX den ersten privaten, unbemannten Mondlander auf den Weg gebracht. An Bord des Landemoduls befindet sich unter anderem ein Rover der Vereinigten Arabischen Emirate. Der Rover soll im April 2023 den Mond erreichen. SpaceX hat unterdessen angekündigt, bereits 2023 Touristen in eine Mondumlaufbahn und zurück zur Erde zu bringen. ●

Mastodon statt Musk

Seit Elon Musk Twitter gekauft hat, gewinnt das Fediverse enorm an Popularität. Allerdings sind Dienste wie Mastodon, Friendica oder Peertube nicht für den Ansturm von Millionen Nutzern ausgelegt. Aber es gibt Ansätze, diese Probleme zu lösen, ohne die Idee hinter dem Fediverse zu verraten. – Eva Wolfangel

Alles begann mit seinem letzten Geburtstag: Zahlreiche Menschen gratulierten Aral Balkan auf dem Microblogging-Dienst Mastodon. 28 000 Menschen folgen Balkan dort. Der Programmierer und Aktivist ist bekannt als Gründer der Small Web Foundation und hat ein großes Netzwerk. „Ich konnte es nicht lassen, jedem ein Danke zurückzuschicken“, erklärt Balkan – und damit begann die ganze Misere: „Tausend Mal ‚danke‘ – und ich konnte nichts mehr schreiben.“ Seine Follower markierten seine Antwort mit einem kleinen Sternchen oder antworteten gar erneut – das alles führte zu einer Kaskade, die so viel Verkehr erzeugte, dass Balkan sich damit selbst unabsichtlich eine DDoS-Attacke zum Geburtstagsgeschenk gemacht hat.

Balkan betreibt seinen eigenen Mastodon-Server. Der Dienst ist Teil des sogenannten Fediverse. Der Begriff ist ein Kofferwort aus der englischen Bezeichnung „Federated Universe“, also „föderiertes Universum“. Es besteht aus der Bündelung sozialer Netzwerke, die sich als Alternative zu den großen Netzwerken wie Twitter, Instagram oder Facebook verstehen. Sie sind dezentral organisiert und in der Regel Open Source.

Die Twitter-Alternative Mastodon etwa ist ein Netzwerk, in dem unzählige sogenannte Instanzen miteinander kommunizieren. Sprich: All diese Instanzen tauschen sich untereinander aus. Anstatt einer zentralen Organisation liegen sowohl die Infrastruktur als auch die Inhalte verteilt auf unzähligen Servern.

Wer neu hinzustößt, entscheidet sich für eine Instanz, eröffnet dort einen Account, ist aber dennoch vernetzt mit

allen anderen Instanzen. Sie sind inhaltlich unterschiedlich ausgerichtet – einige beschäftigen sich mit bestimmten Programmiersprachen, andere haben die Klimakatastrophe oder Datenschutz als Hauptthema. Inhaltlich offen ist beispielsweise mastodon.social. Nicht alle Instanzen sind offen für neue Mitglieder, aber die Auswahl ist groß: Von rund 18 000 Instanzen sind derzeit etwa 13 000 online.

Wie Balkan mit seiner selbst gestarteten DDoS-Attacke erging es Ende Oktober auch mastodon.social, der in Deutschland betrieben wird. Er ist mit mehr als 880 000 registrierten Nutzenden die größte Instanz, dicht gefolgt vom japanischen pawoo.net mit etwas mehr als 784 000. Als Elon Musk medienwirksam Besitzer von Twitter wurde, wechselten viele Nutzer zu Mastodon auf den größten Server. Dieser Ansturm zwang mastodon.social in die Knie.

Die entscheidenden Fragen lauten also: Wie stabil ist das Fediverse? Und kann es ähnlich skalieren wie die großen Tech-Plattformen aus dem Silicon Valley?

VIELFALT IM FEDIVERSE

„Auch ich habe das Fediverse am Anfang nicht verstanden“, gibt Kubikpixel zu, ein Schweizer Entwickler, der nur mit seinem Usernamen genannt werden will. „Ich habe meinen Account anfangs auch auf mastodon.social eröffnet, weil ich dachte, die Hauptinstanz ist mit allen anderen verbunden.“ Inzwischen hat er gewechselt und ist heute auf chaos.social unterwegs, ein Server mit Nähe zum Chaos Computer Club. Heute sei er „ein bisschen der IT-Erklärbär“, sagt er, und auf Mastodon wird



Wer vom Twitter-Vogel auf den Mastodon-Elefanten umsteigt, betritt automatisch die ganze Fediverse-Welt.

Mastodon wird derzeit von vielen Twitter-Verweigerern als Alternative genutzt. Die Nutzeroberfläche ist durchaus ähnlich – allerdings streng chronologisch und nicht algorithmisch gesteuert sortiert.

Pixel perfect photos in your pocket

Capture, share and explore from your smartphone.

Join the iOS TestFlight beta for early access. [Learn more](#)

Available soon on

Entdecken

Beiträge Hashtags Nachrichten

mastodon.social ist Teil des dezentralen sozialen Netzwerks, das von Mastodon betrieben wird.

Jens Clasen
@jclasse

The German word "so" means "so". But depending on pronunciation and frequency, it can mean much more:

Soso... = This is how you do it.
Soso! Done, finally!
Soso! Off we go / Let's go
Soso? = What now?
Soso!= Are you sure?
Soso!= Is that true?
Soso... = I'm not buying it.
Soso! Stop it, get out!

So complicated! So true.

Enjoy our language!

Entdecken

Lokale Timeline Föderierte Timeline

Eugen R...
@eugenr...
SERVSTATISTIKEN: 22K active Profile

Mehr erfahren

Kpix
@kpix

DIESE APP MOCHTE DIR HERTVOLLE LEBENSZEIT KLAUEN
HFF, NEIN. IMMER ERLAUBEN

Peter Scharr
@pws_1

ICH finde, der DFB sollte sich auf seine Stärken konzentrieren, also auf den #Frauenfussball, statt weiter auf chancenlose Männerteams zu setzen

ELHOTZO
@elhotzo

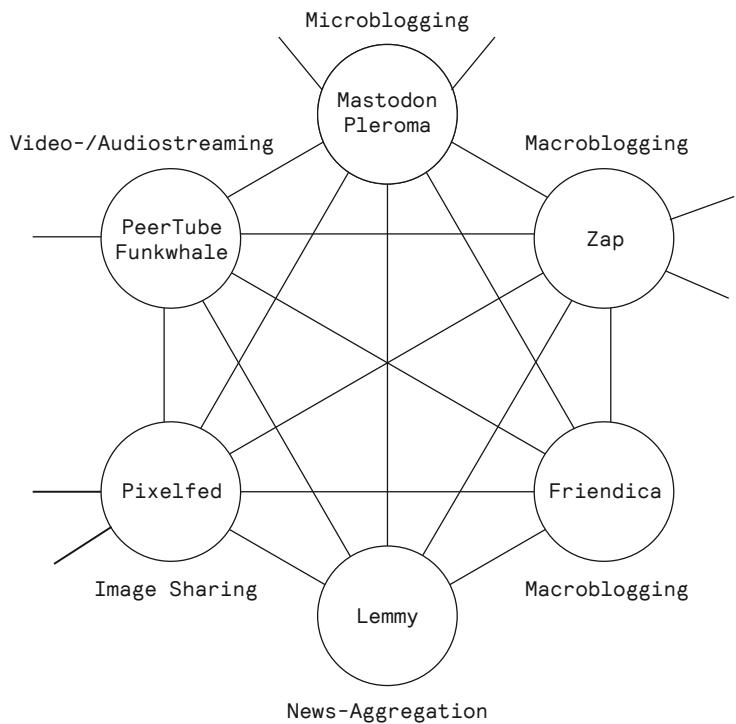
Fußballexperten auf der Suche nach Gründen, wenn Deutschland verliert.

Screenshots: MIT Technology Review

Pixelfed ist die Fediverse-Alternative zu Instagram.

Eigentlich ist es wie E-Mail: Auch hier nutzen verschiedene Menschen verschiedene Dienste, doch alle verstehen sich untereinander.

Die Plattformen im Fediverse



Das Fediverse ist ein Netzwerk aus vielen Einzelnetzwerken, das dezentral organisiert ist.

er allenthalben empfohlen, um die Eigenheiten des Fediverse zu erklären. Immer mal wieder veranstaltet er Krypto-Partys, bei denen er Menschen Verschlüsselung erklärt, aber auch, wie sie sich im Fediverse zurechtfinden.

Ist das Fediverse kompliziert? „Schwer zu sagen“, sagt Kubikpixel. Eigentlich sei es wie E-Mail: Auch hier nutzen verschiedene Menschen verschiedene Dienste, doch alle verstehen sich untereinander – wer bei Gmail ist, kann eine Gmx-E-Mail empfangen und lesen. So kann man im Fediverse beispielsweise mit einem Account bei Mastodon anderen bei Friendica folgen, einem weiteren dezentralen Netzwerk, das oft mit Facebook verglichen wird, oder auch die Videos auf Peertube – eine Art YouTube-Alternative – anschauen und kommentieren. „Wer Reddit mag, sollte sich Lemmy anschauen“, empfiehlt Kubikpixel. Und Mobilizion ist wie Facebook-Events. „Wenn du vorher fünf Möglichkeiten hattest, etwas zu entscheiden, hast du jetzt 25.“ Und das betrifft erst die Plattformwahl. Auf welcher Instanz man seinen Account anlegen möchte, ist die nächste Frage.

„Was eine Instanz ausmacht, sind die jeweiligen Serverregeln“, erklärt Klaudia Zottmann-Koch, die den Mastodon-Server literatur.social betreibt –

„Uns kann niemand kaufen, weil wir ein Netzwerk von vielen sind.“

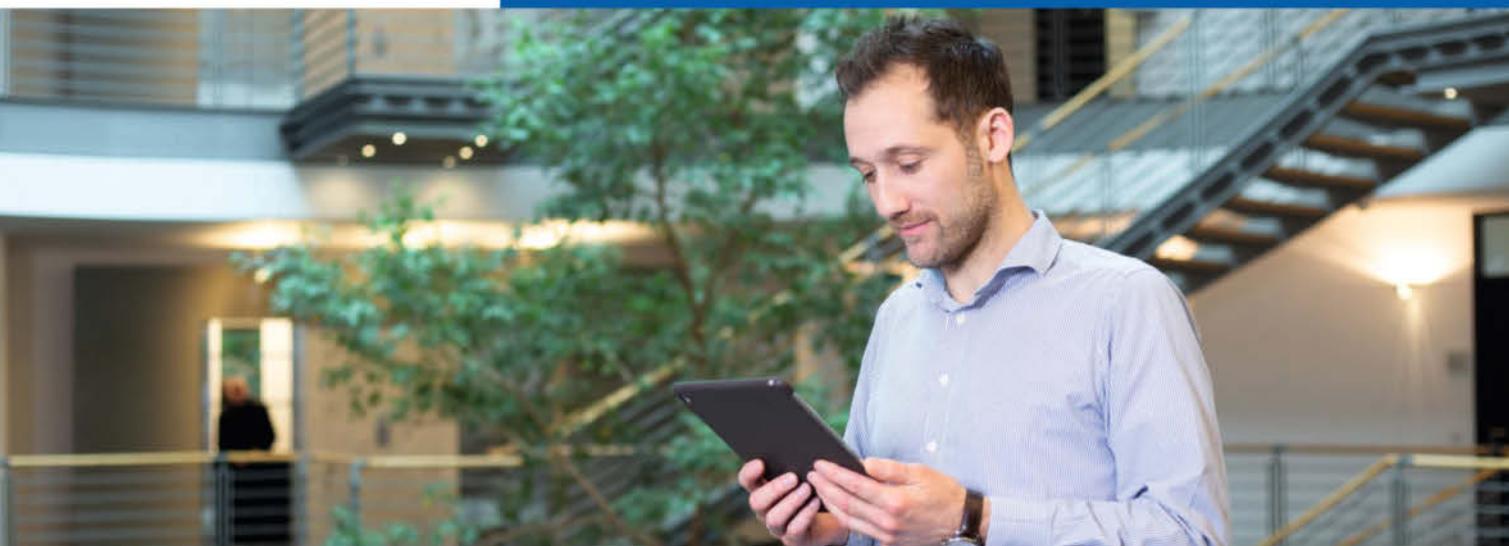
eine Instanz „für Autor:innen und Literaturmenschen.“ Es lohnt sich also, sich auf der Suche nach einer neuen Heimat diese Regeln durchzulesen. Die Nachrichten der eigenen Instanz bekommt man dann in der sogenannten Lokalen Timeline angezeigt. Wer also neu ist und sich über seine leere Timeline wundert, kann erst mal dort stöbern und entscheiden, wem er oder sie folgen will: Diese Posts erscheinen dann in der Startseiten-Timeline – und zwar einfach chronologisch und nicht, wie bei den allseits bekannten, kommerziellen sozialen Netzwerken, durch Algorithmen auf die Vorlieben jeder Person zugeschnitten.

Allzu heikel ist diese erste Entscheidung für eine Instanz nicht, denn erstens ist das Umziehen recht einfach und zweitens kann man nahezu allen anderen im Fediverse ebenfalls folgen: „Das Fediverse ist ein Netzwerk von Netzwerken“, sagt Zottmann-Koch. „Mastodon ist dabei das Schweizer Taschenmesser unter den Fediverse-Netzwerken“, so die Autorin und Datenschutz-Coach, „du siehst Posts von Pixelfed oder Pleroma, Funkwhale und vielen anderen.“ Das heißt, Mastodon kann aufgrund des gemeinsamen Kommunikationsprotokolls ActivityPub nicht nur Daten austauschen, sondern die Formate der anderen Dienste ebenfalls anzeigen, beispielsweise der Instagram-ähnlichen Plattform Pixelfed oder der Podcast-Plattform Funkwhale. Insgesamt liegen den Hunderten von Anwendungen im Fediverse – eine Übersicht gibt es auf fediverse.party – vier Kommunikationsprotokolle zugrunde, von denen ActivityPub das verbreitetste ist.

Auch Stephanie Henkel, die im Fediverse unter dem Namen Ückück bekannt ist, genießt gerade diese Möglichkeit, mit einem oder wenigen Accounts mehrere Plattformen gleichzeitig nutzen zu können. Die Studentin der Wirtschaftsinformatik und zweite Vorsitzende der Piraten-Partei Sachsen betreibt einen Podcast auf Funkwhale, veröffentlicht Videos auf Peertube – und hostet gemeinsam mit einem Kollegen die Instanz dresden.network, auf der sowohl ein Mastodon- als auch ein Peertube-Server beheimatet sind. Aktuell ist ihr eines besonders wichtig: Die Unabhängigkeit des Fediverse. „Uns kann niemand kaufen, weil wir ein Netzwerk von vielen sind.“

Das ganze Fediverse wachse massiv, beobachtet Henkel. Letztlich könne tatsächlich jede und jeder selbst eine Instanz betreiben – „das sagen wir zwar immer so, aber es sind eben nicht alle Techies“, schränkt sie ein und lacht. Aber es gebe auch erste Hosting-Services, bei denen Menschen das Hosting eines Fediverse-Servers buchen und selbst eine Instanz aufbauen können.

Und wahrscheinlich ist das nötig, damit das Fediverse dem Ansturm langfristig gewachsen ist. Das Thema Skalierung wird derzeit immer häufiger auf Mastodon diskutiert, denn Aral Balkans DDoS-Attacke auf sich selbst und der Zusammenbruch der mastodon.social-Instanz zeigen die Grenzen der Skalierung der Föderation auf. „Viele der Probleme,



Redakteur (m/w/d) in der Redaktion MIT Technology Review

Du begeisterst Dich für modernen Wissenschaftsjournalismus und hast Expertise in den Themenbereichen Biotechnologie, Chemie, Biochemie und Medizin? Dann bewirb Dich zum nächstmöglichen Zeitpunkt in der Redaktion der MIT Technology Review als Wissenschafts Redakteur (m/w/d).

Ihre Aufgaben

- Du recherchierst und schreibst Artikel vor allem in den oben genannten Themenbereichen für Print und Online.
- Außerdem betreust und briefst Du externe Autorinnen und Autoren und redigierst deren Artikel.
- Du bist in der Lage, auch wissenschaftsjournalistische Stücke über das genannte Themenspektrum hinaus zu verfassen.
- Im Idealfall hast Du auch Video und Audioerfahrung und scheust Dich nicht, Deine Themen vor der Kamera zu erklären oder Podcasts zu moderieren.

Ihre Talente

- Du verfügst über einschlägige Berufserfahrung im Bereich Journalismus und kannst wissenschaftliche Themen perfekt journalistisch aufbereiten.
- Du hast ein abgeschlossenes Hochschulstudium, möglichst im naturwissenschaftlichen Bereich.
- Du hast eine organisierte Arbeitsweise und bist ein Teamplayer.
- Sehr gute Deutschkenntnisse und gute Englischkenntnisse in Wort und Schrift runden Dein Profil ab.

Ihre Benefits

- Du wirkst mit an der Weiterentwicklung der MIT Technology Review, eine der bekanntesten wissenschaftsjournalistischen Marken der Welt.
- Flache Hierarchien und eine familiäre Arbeitsatmosphäre zeichnen das Arbeiten bei uns aus.
- Du erhältst einen kostenlosen Zugang zu unseren Heise Produkten inklusive der heise Academy.
- Einen Platz in unserem engagierten und qualifizierten Team die Entwicklung jedes Einzelnen ist uns dabei sehr wichtig.
- Flexible Arbeitszeiten, die Möglichkeit, mobil zu arbeiten, tolle Mitarbeiter Events, eine Kantine, ein Mitarbeiter Fitnessprogramm und vieles mehr.

Haben wir Dich neugierig gemacht?

Lerne uns im Video kennen und besuche uns auf Xing und Kununu.



Dein Ansprechpartner

Luca Caracciolo, Chefredakteur Technology Review
Tel.: 05115352-877

Bitte bewirb Dich online: karriere.heise-gruppe.de

Wir freuen uns auf Deine Bewerbung!

Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

Heise Medien GmbH Co KG (Karl Wiechert Allee, 30625 Hannover)

Heise Medien steht für hochwertigen, unabhängigen Journalismus und ausgeprägte Kompetenz in IT und Technologie Mit unseren renommierten Print und Online Angeboten wie c't, iX Technology Review, Mac i, c't Fotografie, Make und heise online informieren wir im Interesse unserer Leser über die neuesten Produkte, Technologien und Trends – kritisch, fundiert und aktuell.

Sobald ein föderiertes Netzwerk massiv wächst, tendiert es dazu, eine Lösung in der Zentralisierung zu suchen – nahezu automatisch.

die gerade auftreten, hätten wir nicht, wenn wir weniger und dafür größere Instanzen hätten“, sagt er. Dann müssten sich weniger Instanzen untereinander austauschen und weniger dieser Datenverbindungen fielen an, die den bestehenden Instanzen zurzeit so zu schaffen machen.

WEB0 STATT WEB3

„Aber Zentralisierung ist ja genau das, was das Fediverse eigentlich verhindern soll. Leider existieren die falschen Incentives“, sagt Balkan und meint damit bestimmte Anreize. Die stecken aus seiner Sicht in der Architektur des Netzwerks. „Allerdings ist es gar nicht so einfach, so etwas anders zu designen“, gibt er zu. Dennoch versucht er es und arbeitet seit acht Jahren am „Small Web“, wie er sein Projekt nennt. Spaßeshalber hat er es auch mal Web0 genannt, als Kontrast zu Web3. Sein Manifesto beginnt mit einer Gleichung:

web3 = decentralisation + blockchain + NFTs + metaverse
web0 = web3 - blockchain - NFTs - metaverse
web0 = decentralisation

Balkans Vision ist das Gegenteil vom vielfach kritisierten Web3: selbstbestimmt, nichtkommerziell, dezentral. Genau genommen soll die Infrastruktur, an der er arbeitet, allein den Menschen dienen, die sie nutzen – und nicht datensammelnden Konzernen. Der wohl größte Unterschied zum Fediverse ist eine Peer-to-Peer-Kommunikation: Nutzende kommunizieren direkt miteinander, ohne zwischengeschalteten zentralen Service, aber auch ohne zu föderieren.

Dafür sollten alle ihren eigenen Webserver betreiben, sagt Balkan – und weil das schon wieder kompliziert klingt, schiebt er gleich hinterher: „Freilich dürfe es dafür Hosting-Services geben. Aber diese sollten jeweils maximal 10 000 Nutzer hosten dürfen“, sagt Balkan. So glaubt er, den Einfluss durch Tech-Giganten umgehen zu können.

Gerade entwickelt Balkan sowohl „kitten“, einen kleinen Webserver und ein Framework, um Anwendungen für das Small Web zu programmieren, als auch „domain“, ein Tool für Hosting-Anbieter. Der Normalfall soll aber sein, dass es einen Server pro Mensch gibt. Das könnte auch ein Raspberry Pi sein, für den es lediglich einen Usernamen und einen kryptografischen Schlüssel benötigt. Mit einem öffentlichen Namen und Schlüssel könne der Nutzer dann mit jedem anderen Server im Small

Aral Balkan ist nicht nur Betreiber einer Mastodon-Instanz, sondern entwickelt – aus Sorge vor zunehmender Zentralisierung des Fediverse – ein radikal dezentrales WEB0.



Web kommunizieren. „Radikale Einfachheit“, sagt Balkan. Auf Basis dieser Technologie ließe sich alles entwickeln, eine Möglichkeit zu chatten oder auch Backgammon zu spielen oder Bilder zu teilen oder was Menschen ansonsten gerne im Netz tun.

SCHLUPFLOCH FÜR TECH-GIGANTEN

Er habe nichts gegen das Fediverse, sagt Balkan. Im Gegenteil: „Die Menschen wären jetzt gerade verloren, wenn es das Fediverse nicht gäbe.“ Auch dass der Mastodon-Gründer Eugen Rochko seine Plattform so entwickelt hat, wie er es getan hat, sei nur im Nachhinein einfach zu kritisieren. „Hätte er damals das gebaut, was ich gerade versuche zu gestalten, hätte es nicht funktioniert.“ Aber jetzt zeige sich, wohin die Design-Entscheidung in der Konsequenz führe – nämlich wieder in Richtung Zentralisierung. Nun sei die Zeit reif, etwas gänzlich Neues zu gestalten, etwas, das nicht von Akteuren aus dem Big Web übernommen werden kann.

Denn sobald ein föderiertes Netzwerk massiv wächst, tendiere es dazu, eine Lösung in der Zentralisierung zu suchen – nahezu automatisch. Und das ist etwas, das die großen Techkonzerne gut können, schließlich ist dort auch das nötige Geld, um große Serverinfrastrukturen bereitzustellen. Aber was, wenn Elon Musk auf einmal föderieren will? Er dürfte ActivityPub implementieren, auch wenn er aufgrund der Lizenz entsprechende Veränderungen stets offen halten müsste. „Viele Instanzen würden sich vermutlich weigern, mit ihm zu föderieren“, sagt Balkan.

Aber es gibt andere kommerzielle Techunternehmen, bei denen die Abneigung der Fediverse-Community weniger eindeutig ausfällt. Der Blogging-Dienst Tumblr hat kürzlich angekündigt, ActivityPub unterstützen zu wollen. „Matt ist noch am wenigsten Silicon-Valley-mäßig unterwegs“, sagt Balkan über Tumblr-Chef Matt Mullenweg, der zahlreiche Open-Source-Projekte wie WordPress aufgebaut und gefördert hat. Wenn Tumblr nun tatsächlich ActivityPub implementiert, würde es Teil des Fediverse – und mit seinen 135 Millionen aktiven Nutzenden gleich in einer ganz anderen Liga einsteigen als etwa mastodon.social mit seinen 800 000 Accounts.

Die größte Instanz des Fediverse wäre dann ein kommerzieller Dienst, der trotz möglicherweise fortschrittlichen Denkens seines Betreibers all das vereint, was man im Fediverse nicht gerne sieht: Zentralismus, Kommerz, eine algorithmisch gesteuerte Timeline. Ob das funktionieren könne, sei „eine moralische Frage“, sagt Kubikpixel. Denn auch wenn das Fediverse nicht-kommerziell angelegt sei, könnte niemand verhindern, dass Unternehmen Dienste anbieten, mit denen sie Geld verdienen. Und auch nicht, dass kommerzielle Unternehmen Teil des Fediverse werden, die eine algorithmisch gesteuerte Timeline anbieten.

„Ein System wird zu dem, für das es designt wurde“, wiederholt Balkan und nur seine Idee, Menschen direkt miteinander vernetzen, wäre dann wohl wirklich dezentral. ●

IMPRESSUM

MIT Technology Review ist die deutsche Lizenzausgabe der MIT Technology Review aus den USA.

REDAKTION

Postfach 61 04 07, 30604 Hannover, Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover, Telefon: 0511/53 52-764, Fax: 0511/53 52-767, www.technologyreview.de, E-Mail: info@technology-review.de

Chefredakteur: Luca Caracciolo

Leitende Redakteurin: Dr. Jo Schilling

Redakteure/-innen: Aylin zur Borg (Social Media), Gregor Honsel, Jennifer Lepies (Online), Dr. Wolfgang Stieler, Veronika Szentpétery-Kessler

Redaktionsassistentin: Carmen Lehmann, Michael Menzel

Mitarbeiter dieser Ausgabe: Rebecca Ackermann, Udo Flohr, Clemens Gleich, Daniel Hautmann, Charlotte Jee, Jan Oliver Löfken, Jens Lubbadeh, Spenser Mestel, Abby Ohlheiser, Katja Scherer, Ben Schwan, Erik Sherman, Jan Vollmer, Eva Wolfangel

Coverillustration: Matthias Timm

Infografiken: Vanessa Bahr, Steffi Martens, Matthias Timm

Fotoredaktion: Marei Stade (Ltg.), Lara Bögner

DTP-Produktion: Matthias Timm (Ltg.), Vanessa Bahr, Lara Bögner, Beatrix Dedeck, Madlen Grunert, Lisa Hemmerling, Cathrin Kapell, Martina Lübke, Steffi Martens, Marei Stade,

Heise Medienwerk, Rostock

Hergestellt und produziert mit Xpublisher: www.xpublisher.com

Xpublisher-Technik: Kevin Harte, Pascal Wissner

VERLAG

Heise Medien GmbH & Co. KG, Postfach 61 04 07, 30604 Hannover, Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover Telefon: 0511/53 52-0, Fax: 0511/53 52-129

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise

Geschäftsführung: Ansgar Heise, Beate Gerold

Mitglied der Geschäftsführung: Jörg Mühlé, Falko Ossmann

Anzeigenleitung: Michael Hanke, Telefon: 0511/53 52-167, Fax 0511/53 52-200, michael.hanke@heise.de,

www.heise.de/mediadaten/tr

Anzeigenpreise: Es gilt die Preisliste vom 1. Januar 2022

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux

Vertriebsabteilung: 0511/53 52-157 (Aboservice: 0541/8 00 09-120),

Vertrieb Einzelverkauf: VU Verlagsunion KG, Meßberg 1, 20086 Hamburg; Tel. 040/3019-1800, Fax: 040/3019-1451800; E-Mail: info@verlagsunion.de, Internet: www.verlagsunion.de

Sonderdruck-Service: Julia Conrades

Druck: Dierichs Druck + Media GmbH & Co. KG, Frankfurter Str. 168, D-34121 Kassel, ISSN 1613-0138

ABOSERVICE

Heise Medien GmbH & Co. KG, Leserservice, Postfach 24 69, 49014 Osnabrück, Telefon: 0541/80009-120, Fax: 0541/800 09-122, E-Mail: leserservice@heise.de, Internet: www.heise.de/abo

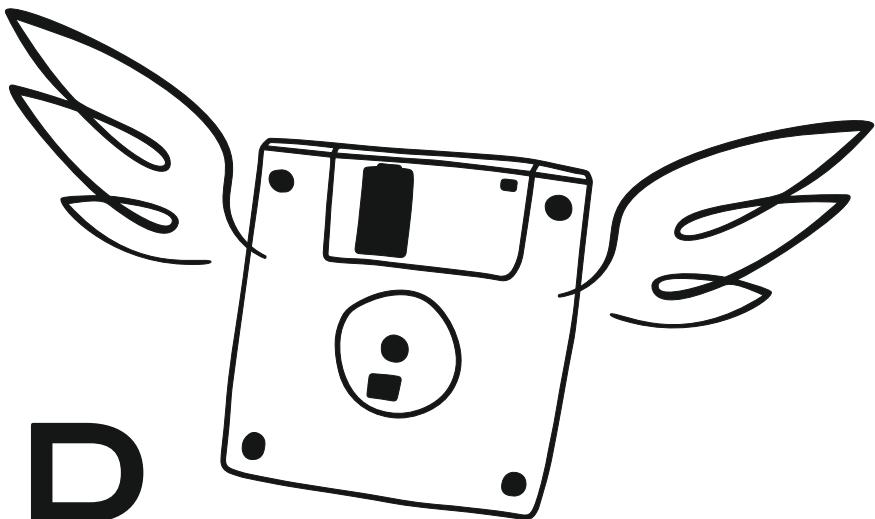
ABONNEMENT-PREISE

Standardabo inkl. Versandkosten: Inland € 88,00, Österreich € 96,80, Schweiz CHF 175,60, restl. Europa € 103,60, im restl. Ausland € 108,80; ermäßiges Abo für Auszubildende, Schüler und Studenten (gegen Vorlage eines Nachweises) inkl. Versandkosten: Inland € 51,60, Österreich € 56,80, Schweiz CHF 103,20, restl. Europa € 60,80, restl. Ausland € 63,60.

Das Plus-Abonnement – inkl. Zugriff auf die App für iOS und Android, auf Heise Magazine (www.heise.de/magazine/tr) sowie das Artikel-Archiv von Technology Review kostet pro Jahr € 9,10 (Schweiz CHF 11,50) Aufpreis.

Der Bezug der Zeitschrift Technology Review ist im Mitgliedsbeitrag des Verbandes BVIZ e.V., des hightech presseclub e.V. und des Vereins Munich Network e.V. enthalten. Für VDI-, VBIO-, VDE-, GI- (Gesellschaft für Informatik), bdvb e.V., /ch/open und JUG Switzerland-Mitglieder gilt ein ermäßigerter Preis: Inland € 66,00, Österreich € 73,40, Schweiz CHF 131,70, restl. Europa € 77,70, im restl. Ausland € 81,60 gegen Vorlage eines schriftlichen Nachweises des Verbandes bzw. Vereins einmal pro Jahr.

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden. Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.



R.I.P. Speicher

Wir können viele Informationen digital aufbewahren, aber sie oft schon wenige Jahrzehnte später nicht mehr auslesen. Datenarchivare suchen neue Wege, unser digitales Erbe zukunftssicher zu machen. – Erik Sherman (Übersetzung: Veronika Szentpétery-Kessler)

Alles stirbt: Menschen, Maschinen, Zivilisationen. Wir könnten uns damit trösten, dass all die sinnvollen Dinge, die wir auf dem Weg gelernt haben, überleben werden. Aber selbst Wissen hat eine begrenzte Lebensspanne. Dokumente verblassen. Kunst geht verloren. Ganze Bibliotheken und Sammlungen können schnell und unerwartet zerstört werden. Aber wir sind doch sicher technologisch an einem Punkt angelangt, an dem wir Wissen für immer verfügbar und zugänglich machen können, oder? Die Dichte der Datenspeicherung, die wir erreicht haben, ist schließlich bereits unvorstellbar hoch.

In der ständig wachsenden Sammlung des Internets kann man von Bildern des James-Webb-Weltraumteleskops sanft zu Diagrammen gleiten, die die Philosophie des Pythagoras zu Sphärenmusik erklären, oder zu einem YouTube-Tutorial über Bluesgitarren-Solospiel. Was kann man sich mehr wünschen?

Eine ganze Menge, sagen Experten. Zum einen sei das, was wir für dauerhaft halten, keineswegs für die Ewigkeit. Di-

gitale Speichersysteme können schon nach drei bis fünf Jahren unlesbar werden. Bibliothekare und Archivare bemühen sich zwar, die Daten auf neuere Formate zu übertragen, aber der Erfolg ist überschaubar. „Unsere Leute versuchen oft, die normale Lebensdauer durch viele Techniken so weit wie möglich zu verlängern, und das hält die Flut immer noch auf“, sagt Joseph Janes, außerordentlicher Professor an der University of Washington Information School. Vollends stoppen lässt sich der Datenverlust allerdings nicht.

Schlimmer noch: Archivare kämpfen mit einer immer weiter anschwellenden Informationsflut. In der Vergangenheit war Material zur Wissensspeicherung knapp und der Lagerraum begrenzt. „Jetzt haben wir das gegenteilige Problem. Alles wird ständig aufgezeichnet“, sagt Janes. Im Prinzip könnte das helfen, ein historisches Unrecht zu korrigieren: Jahrhundertlang hatten unzählige Menschen nicht die richtige Kultur, das richtige Geschlecht oder die richtige sozioökonomische

Klasse, um ihr Wissen oder ihre Arbeit zu entdecken, zu schätzen oder zu bewahren.

Doch das gewaltige Ausmaß der digitalen Welt ist eine einzigartige Herausforderung. Nach einer Schätzung des Marktforschungsunternehmens IDC aus dem Jahr 2021 wird die Datenmenge, die Unternehmen, Regierungen und Einzelpersonen in den nächsten wenigen Jahren erzeugen, doppelt so groß sein wie die Summe aller digitalen Daten, die seit Beginn des Computerzeitalters entstanden sind.

An einigen Universitäten arbeiten bereits ganze Fachbereiche daran, bessere Speichermethoden für ihre Daten zu finden. Die Softwareplattform Knora der Universität Basel beispielsweise hat zwei Aufgaben: Sie soll geisteswissenschaftliche Daten archivieren und gleichzeitig dafür sorgen, dass die Daten auch in Zukunft les- und nutzbar bleiben.

Dieser Prozess ist heikel. „Man stellt Vermutungen an und hofft das Beste, aber es gibt Datensätze, die verloren gehen, weil niemand ahnen konnte, dass sie einmal nützlich sein würden“, sagt Andrea Ogier, Leiterin der Datendienste an den Universitätsbibliotheken der Virginia Tech. Es gebe nie genug Personal oder Geld, um alle notwendigen Arbeiten zu erledigen, und die Formate ändern und vervielfältigen sich ständig.

„Wie verteilen wir die Ressourcen am besten, um die Dinge zu bewahren? Schließlich sind Budgets begrenzt“, fragt Janes. „In manchen Fällen bedeutet das, dass Daten zwar gespeichert oder aufbewahrt werden. Aber sie liegen unkatalogisiert und unbearbeitet herum. Das macht es fast unmöglich, auf sie zuzugreifen.“ Deshalb lehnen Archivare neue Sammlungen manchmal schlicht ab.

Auch Datenspeichergeräte selbst sind unbeständig. So hat die NASA etwa 170 Magnetbänder mit Daten über Mondstaub aus der Apollo-Ära aufbewahrt. Als aber Forscherinnen und Forscher Mitte der 2000er-Jahre die Bänder nutzen wollten, fanden sie niemanden mit einer IBM 729 V – einem Massendatenspeichersystem für Magnetbänder aus den 1960er-Jahren –, die als Einzige die Bänder hätte auslesen können. Mithilfe des australischen Computermuseums gelang es dem Team schließlich, ein einziges Gerät in schlechtem Zustand aufzuspüren. Freiwillige halfen bei der Überholung des Geräts.

Aber auch Software an sich hat nur eine begrenzte Haltbarkeit. Ogier erinnert sich an den Versuch, eine alte Quattro-Pro-Tabellenkalkulationsdatei zu untersuchen – nur um festzustellen, dass er keine Software finden konnte, die sie öffnete. Dabei hat es durchaus Versuche gegeben, auch Software zukunftssicher zu machen: Ein Projekt, das 2015 viel Aufsehen erregte, ist das Archiv *Open Library of Images for Virtualized Execution* (Olive). Es führt alte Software auf einer Reihe virtueller Maschinen aus, etwa Chaste 3.1, ein Forschungsprogramm für Biologie und Physiologie von 2013. Nun aber gibt es bei der Erweiterung des Olive-Ange-



Forscher suchten Mitte der 2000er-Jahre solche IBM-729-Magnetband-Geräte zum Abspielen von Nasa-Bändern mit Mondstaubdaten. Sie fanden nur noch ein einziges, das zudem repariert werden musste.

„Wir können nicht alles speichern. Und wir können nicht alles wiederherstellen. Aber das ist kein Grund, es nicht zu versuchen.“

bots Probleme, sagt der Computerwissenschaftler Mahadev Satyanarayanan von der Carnegie Mellon University. Zum einen müsse selbst ungenutzte Software lizenziert werden. Zum anderen gebe es oft keine einfache Möglichkeit, neue Daten in die Forschungsprogramme des Archivs einzugeben.

Auch andere Bemühungen, die Langlebigkeit von Wissen zu fördern, erzielten bestenfalls gemischte Ergebnisse. Die gemeinnützige Organisation Internet Archive betreibt mit der Wayback Machine eine große Sammlung digitalisierter Materialien. Darunter sind Software, Musik und Videos. Im Sommer 2022 kämpfte es allerdings gegen eine Klage mehrerer Verlage, die darin Urheberrechtsverletzungen sahen.

Mehr Hoffnung macht die Text Encoding Initiative, die seit den 1990er-Jahren internationale Standards für die Codierung maschinenlesbarer Texte aufrechterhält. Vor zehn Jahren hat die Regierungsabteilung US Office of Science and Technology Policy festgelegt, dass Anträge auf staatlich geförderte Forschung einen Datenverwaltungsplan enthalten müssen. Dieser soll sicherstellen, dass die Daten auch künftig von Forschenden oder der Öffentlichkeit nutzbar sein werden.

Es gibt jedoch keine Vorschriften, wer die Daten speichern muss oder wie lange. Es werden also auch weiterhin Ideen, Wissen und menschliche Schöpfungen verloren gehen. „Wir können nicht alles speichern. Wir können nicht zu allem Zugang gewähren. Und wir können nicht alles wiederherstellen“, sagt Ogier. „Aber das ist kein Grund, es nicht zu versuchen.“ ●



Klappt es beim nächsten Mal besser?

Es gibt mittlerweile genug Werkzeuge, um Pandemien einzudämmen. Es fehlt allein an staatlichem Interesse und an Finanzierung. – Veronika Szentpétery-Kessler

© Copyright by Heise Medien.



Chinesische Covid-19-Patienten mussten 2020 teilweise in provisorischen Krankenhäusern wie hier in Wuhan behandelt werden.

Zwar ist die Covid-19-Pandemie noch nicht vorbei, trotzdem richten viele Experten ihren Blick bereits wieder in die Zukunft. Sie suchen nach den nächsten und übernächsten globalen Bedrohungen durch Viren oder Bakterien und versuchen, unsere Strategien gegen sie zu verbessern. Denn dass weitere Pandemien auf uns zukommen, gilt als sicher. Nur wann genau und was genau auf uns zukommt, weiß derzeit niemand.

© Copyright by Heise Medien.

„Ich bin jetzt 20 Jahre im Geschäft und habe mehrere Pandemien erlebt. Aber es wird immer ernüchternder.“

Eine gute Pandemievorsorgestrategie braucht also viele Augen, die gezielt dort hinschauen, wo die Gefahr am größten ist. Deshalb ist es wichtig, Tierreservoirs zu erforschen, aus denen Tiererreger auf den Menschen übergehen können, das sogenannte Spillover. Je besser die Erreger der Tierwelt bekannt sind, desto einfacher ist es, Gefahren früh zu erkennen und Ausbrüche schnell einzudämmen. Parallel sind Strukturen nötig, die ein schnelles, internationales koordiniertes Infektionsmanagement gewährleisten – besonders im globalen Süden. Noch sind die Fehler der Coronapandemie frisch. Neu gegründete Forschungsinstitute für Tierviren, Überwachungstools auf Basis von Künstlicher Intelligenz, Vorhersagemodelle für Spillover-Kandidaten und neue Ansätze des Umweltmanagements wecken die Hoffnung, dass es bei der nächsten Pandemie besser laufen wird.

Dass viel zu tun ist, damit der nächste Erreger mit Pandemiepotenzial dies nicht ausschöpfen kann, haben die vielen Fehler in der aktuellen Coronapandemie gezeigt. „Ich bin jetzt 20 Jahre im Geschäft und habe mehrere Pandemien erlebt. Aber es wird immer ernüchternder. Das anfängliche Ausbruchsmanagement auf internationaler Ebene war bei Covid-19 für mich eine völlige Enttäuschung“, sagt Andreas Jansen, Epidemiologe und Leiter der Informationsstelle für Internationalen Gesundheitsschutz (INIG) am Robert Koch-Institut.

So wurden etwa reflexhaft Staatsgrenzen geschlossen, „anstatt zumindest auf europäischer Ebene gemeinsam vorzugehen und die Städte und Regionen zu unterstützen, in denen das Virus zuerst ankam“, kritisiert Jansen. Für eine solche Koordinierung gäbe es genug Strukturen. Allein: „Das war nie ein Problem der Koordination. Es fehlte an Solidarität und Verantwortung“, so der Epidemiologe. Diese Verhaltensmuster fanden ihren Höhepunkt in der Ausgrenzung ärmerer Länder beim Impfstoffkauf und in der anschließenden Vernichtung abgelaufener Impfdosen.

Zudem mahnen Forscher immer wieder, dass es längst einer besseren Entwicklungsförderung für Universalimpfstoffe und -medikamente bedarf hätte, die gegen ganze Virenfamilien anstatt nur einzelne Viren wirken. Gegen Influenza – die echte Grippe – suchen Forschende erfolglos seit Jahrzehnten nach einem langfristig wirkenden Impfstoff. Auch die Gefahr der Coronaviren hätte man kommen sehen können – spätestens als es knapp zehn Jahre nach dem SARS-1-Ausbruch mit MERS zum nächsten bedrohlichen Corona-Ausbruch kam. „Ehrlich, wir hätten schon längst ein Mittel entwickeln sollen, schon seit Sars-1 2003 aufgetreten ist. Der einzige Grund, weshalb wir es nicht getan haben, ist die fehlende Finanzierung“, sagte Vicent Racaniello, Virologe von der New Yorker Columbia University der *New York Times*.

Und nicht zuletzt haben auch die großen Gesundheitsbehörden wie die Weltgesundheitsorganisation (WHO) und die US-Zentren für Krankheits-

kontrolle und -prävention (CDC) Fehler gemacht. Man habe zwar bei den Schutzmaßnahmen auch über Lüften und Maskentragen gesprochen, aber nicht mit genug Nachdruck gesagt: „Das ist ein luftübertragenes Virus“, bekannte Soumya Swaminathan, Kinderärztin und scheidende WHO-Chefissenschaftlerin, kürzlich in einem Interview mit dem Fachjournal *Science*. „Ich bedaure, dass wir das nicht viel, viel früher getan haben.“

Es gibt also viel Potenzial, es das nächste Mal besser zu machen. Und es ist gleichzeitig wahrscheinlich, dass die Welt bei der nächsten drohenden Pandemie – aus Angst vor wirtschaftlichen und sozialen Folgen und ideologischer Spaltung – wieder vieles falsch machen wird. Einerseits.

Andererseits hat die Pandemie durchaus Anstöße für Verbesserungen gegeben, durch die wir das nächste Mal trotzdem wissenschaftlich, technisch und teilweise sogar finanziell besser gerüstet sein könnten. Parallel dazu hat sie auch gezeigt, welche existierenden Technologien sich bewährt haben, aber ausgebaut werden müssten.

STROHFEUER ODER ECHTER AUSBRUCH?

Um zum Beispiel sich anbahnende Infektionsausbrüche früh – sehr früh – zu erkennen, nutzen Überwachungsinstanzen wie die Informationsstelle für Internationalen Gesundheitsschutz (INIG) am Robert Koch-Institut beim Aufspüren von Ausbruchsherden immer häufiger KI-basierte Suchalgorithmen und andere Hilfssoftware.

Diese helfen den Forschenden, aus dem riesigen Wust von Signalen jene herauszufiltern, die auf ein echtes Risiko hinweisen. Sie machen sozusagen weltweit aufkommende Infektionsgroßbrände in einer riesigen Menge harmloser Kochfeuerstellen sichtbar.

Dabei kann sich das Team von INIG-Leiter Andreas Jansen nicht mehr allein darauf verlassen, dass Kollegen oder Zeitungsartikel aus anderen Ländern von ungewöhnlichen Erkrankungen bei Menschen oder Tieren berichten. Oder dass Berichte von Gesundheitsbehörden über eine regionale Häufung eintreffen. Es überwacht inzwischen auch soziale Medien wie Twitter: Tauchen hier vermehrt krankheitsrelevante Begriffe auf? Beim Durchforsten von schlecht zugänglichen Quellen wie Diskussionsforen und Online-Zeitungen hilft inzwischen das WHO-Tool EOS (Epidemic Intelligence from Open Sources).

„Diese internetbasierte Signalüberwachung ist ein Teil der Epidemic Intelligence“, sagt Jansen. „Doch sie generiert immer noch zu viele Signale, mehrere Tausend pro Tag, das kann keiner komplett durchsehen.“ Deshalb hat die WHO jüngst auf einer Konferenz für solche Systeme Weiter- und Neu entwicklungen angestoßen.

Nötig wären aber auch strukturelle Pandemieabwehrhilfen für ärmere Länder. Denn wo Kranken-

Um den Bedarf an Epidemic Intelligence zu decken, entstehen gerade neue Forschungsinstitute.

häuser, Referenzlabore und einheimische Experten zur Untersuchung von Ausbrüchen fehlen, können auch keine klaren Meldesignale entstehen. Bei der Einrichtung solcher Strukturen sowie bei pandemiebedingten Maßnahmen wie Impfprogrammen soll das neu aufgelegte Programm *Health Emergency Preparedness Response and Resilience* (HEPR) von der WHO und der Weltbank helfen.

Um den wachsenden Bedarf an Epidemic Intelligence zu decken, entstehen zudem gerade neue Forschungsinstitute wie das zum Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung gehörende Helmholtz-Institut für One Health (HIOH) in Greifswald und das WHO-Frühwarnzentrum *Hub for Pandemic and Epidemic Intelligence* in Berlin. Das HIOH wird sich mit der Bedrohung durch das Auftreten neuartiger Krankheitserreger sowie mit der Veränderung bekannter Krankheitserreger beschäftigen.

RASEND SCHNELL UM DEN GLOBUS

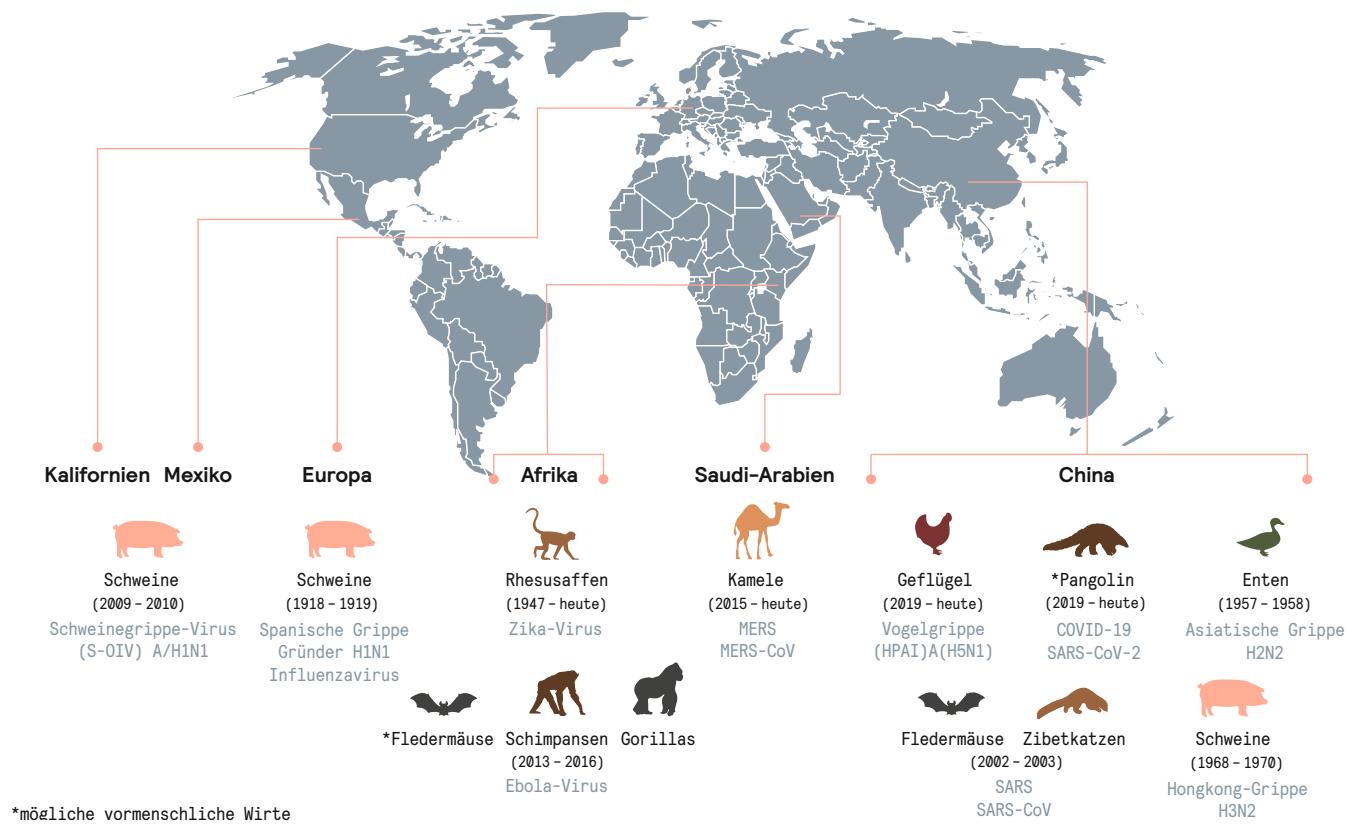
Denn Pandemien können durch mutierte neue Varianten bekannter Erreger wie die des Grippevirus entstehen. Infrage kommen aber auch neue Zoonosen, also Infektionskrankheiten, die wie Covid-19 von Tieren auf Menschen überspringen und sich dabei so gut an den Menschen anpassen, dass sie fortan auch von Mensch zu Mensch übertragen werden können.

Spillover-Ereignisse werden künftig immer häufiger werden. Nicht nur, weil die Menschheit durch Abholzung und Besiedelung immer enger an den Lebensraum von Wildtieren heranrückt und damit auch an Keime wie Ebola und HIV, die diese in sich tragen. Auch der Klimawandel spielt eine entscheidende Rolle, weil er Säugetiere und Insekten

Martin Kriegel montiert eine Partikelquelle an einem Testdummy, bevor er damit die Wirksamkeit der Lüftungsanlage eines Operationssaales untersucht.



© Copyright by Heise Medien.



Das sind die größten zoonotischen Ausbrüche, die bisher aufgezeichnet wurden.

immer öfter in neue Habitate treibt. Das lässt sich gerade live an Malaria beobachten: Die übertragenden Mücken rücken durch sich verschiebende Klimazonen nach Europa vor.

Fasst ein Erreger neu Fuß, klimawandelbedingt oder durch Mutation entstanden, kann er sich durch unsere weltumspannenden Reisen, internationale Lieferketten und Tiertransporte schnell um den gesamten Globus verbreiten. Eindrucksvoll gezeigt hat das erstmals SARS-CoV-1.

Im Berliner WHO-Hub, für den Deutschland eine Anschubfinanzierung von 90 Millionen Euro bereitstellt, sollen mithilfe Künstlicher Intelligenz bessere Computermodelle für die Früherkennung entstehen. Diese werten große Datenmengen etwa zur Tiergesundheit aus und dazu, wie es Erreger gelingt, den Artensprung zu vollziehen. So wollen die Forscher den die komplexen Zusammenhänge hinter spontanen Krankheitsausbrüchen künftig besser verstehen. Ähnliche Einrichtungen gründen derzeit auch andere Länder: Die USA haben das Nationale Zentrum für die Vorhersage und Analyse von Epidemien eingerichtet und Großbritannien ein Netzwerk namens Globales Pandemie-Radar.

Allerdings ist es schwierig, für Programme langfristige Finanzmittel zu bekommen, die über das Monitoring hinausgehen. Pandemien gelten als zu seltene und teure Ereignisse, als dass Staaten ihnen gesundheitspolitisch das entsprechende Gewicht geben. Obwohl es in den letzten 20 Jahren mit Sars-1 und MERS bereits zwei Corona-Ausbrüche gab, nahmen etwa die USA erst inmitten der COVID-19-Pandemie Geld für eine „Ope-

ration WarpSpeed“ für die Impfstoffentwicklung in die Hand. Programme ähnlichen Kalibers für die Entwicklung verschiedener Universalimpfstoffe sind bisher nicht in Sicht. Immerhin ist die Zahl solcher Entwicklungskandidaten deutlich gestiegen und beinhaltet auch Pancoronavirus-Vertreter (siehe TR 8/2022). Doch insgesamt sind sie auch für große Pharmaunternehmen zu wenig lukrativ. Genau wie die Entwicklung von Impfstoffen gegen Krankheiten wie Lassa-Fieber, die sich eines Tages zu größeren Ausbrüchen auswachsen könnten.

Diese Lücke versuchen finanzstarke Stiftungen und öffentlich-private Partnerschaften zu schließen, die beispielsweise die Entwicklung von Impfstoffen fördern und sich für ihre gerechte Verteilung einsetzen. Die Bill-and-Melinda-Gates-Stiftung unterstützt etwa die globale Impfallianz GAVI. Sie will Entwicklungsländern einen verbesserten Zugang zu Impfprogrammen ermöglichen.

Eine weitere NGO, die Koalition für Innovationen in der Epidemievorbeugung (CEPI) aus Norwegen, startete 2017 als kleine Antwort auf die Ebola-Ausbrüche von 2014 und 2015. Inzwischen hat sich CEPI zu einem führenden Akteur für die Koordination und Finanzierung von Impfstoffentwicklungen gemacht. Finanziert wird sie etwa von der Gates-Stiftung, der US-Behörde für Entwicklungszusammenarbeit USAID, zahlreichen Ländern weltweit und privaten Investoren. CEPI fokussiert sich auf Infektionskrankheiten mit Pandemiekontrollpotenzial und versucht, vielversprechende Forschungsprojekte zu identifizieren. Sie vermittelt diese an staatliche und indus-



Dieses von Max-Planck-Wissenschaftlern entwickelte Open-Source-Lüftungssystem wurde während der Pandemie in mehr als 600 Mainzer Klassenräumen installiert.

trielle Partner, um pro Krankheit möglichst mehrere Impfstoffkandidaten in klinische Studien zu bringen. Das ist essenziell, um das allgegenwärtige Entwicklungsrisiko zu minimieren, dass ein Hauptkandidat in den klinischen Studien scheitert.

In einer Partnerschaft hat CEPI auch die University of California in Davis bei der Entwicklung eines frei zugänglichen Risikoabschätzungstools namens SpillOver unterstützt. Es erstellt über die Auswertung von 31 Risikofaktoren eine Rangliste von bekannten und neu entdeckten Viren mit besonders hoher Spillover-Wahrscheinlichkeit.

Jedes Land kann anhand der lokalen Risikofaktoren seine eigene Gefahrenliste erstellen. Die Rangliste sagt dabei laut der Entwicklungsleiterin Jonna Mazet von der UC Davis zwar nicht voraus, welches Virus als Nächstes eine Pandemie verursachen wird. Es indiziert aber Krankheiten und Virusfamilien, die besondere Beobachtung verdienen und gegen die man bevorzugt Impfstoffe entwickeln sollte.

In den 2020 publizierten Programmen landete das von einer afrikanischen Ratte übertragene, hämorrhagische Lassa-Fieber im Spillover-Ranking auf Platz 1 und rangiert nach einer Aktualisierung derzeit immer noch auf Platz 2

hinter SARS-CoV-2. Das CEPI sei vom Ergebnis angenehm überrascht gewesen, da es ihren Fokus auf Lassa-Impfstoffe bestätige, so Mazet. Derzeit unterstützt CEPI fünf Impfstoffkandidaten. Wie dringlich sie sind, unterstreicht die wachsende Gefahr, dass der Lassa-Erreger durch veränderte Umweltbedingungen künftig außerhalb des Endemiegebietes in Westafrika auf dem gesamten Kontinent heimisch wird.

„Und wenn Sie sich dann noch die bisher unbekannten Viren in der Liste ansehen, sind da eben auch zahlreiche Coronaviren. Die Liste sagt uns also: Geht hin und untersucht deren Erbgut und die Bindungsrezeptoren, weil es besorgniserregend ist, dass sie in der Liste so weit oben stehen“, sagt Mazet.

GUTE LUFT KANN SCHÜTZEN

Monitoring und Impfstoffe sind die klassischen – wenn auch jetzt ausgebauten – Strategien, um Pandemien etwas entgegenzusetzen. Umweltprophylaxe nicht, da die meisten Erreger mit Pandemiekontrollen über die Luft übertragen werden. Nur wer trägt schon ständig FFP-2-Masken? Die meisten Übertragungen erfolgen in Innenräumen. Nimmt man also die Ansteckungsgefahr in der Luft ernst, ist es nicht nur konsequent, son-

dern auch zwingend, über Grenzwerte in der Raumluft für Keimbelastungen nachzudenken. Denn Raumschutzmaßnahmen könnten selbst vor unbekannten Viren schützen, bevor diese identifiziert sind und es Impfstoffe gegen sie gibt.

„Wir verbringen oft mehr als 90 Prozent unserer Zeit in Innenräumen“, sagt Lidia Morawska von der Queensland University of Technology im australischen Brisbane. Zuhause, auf der Arbeit, beim Pendeln in Auto, Bus und U-Bahn und auch beim Reisen mit Zug und Flugzeug.

Was beim Trinkwasser selbstverständlich ist, lässt sich jedoch nicht ohne Weiteres auf Raumluft übertragen. Schadstoffe wie Viruspartikel in Innenräumen zu messen, sei laut Morawska für einen flächendeckenden Innenraumeinsatz zu aufwendig. Messinstrumente aus Luftpunktmessstationen zur Überwachung von Feinstaubpartikeln und gasförmigen Verunreinigungen wiederum seien zu groß und zu teuer.

Man könne sich allerdings zum Beispiel mit Ersatzparametern wie dem Kohlendioxidgehalt (CO_2) behelfen. Das ausgeatmete CO_2 in einem Raum steigt ohne Lüftung kontinuierlich an. Relativ kleine Sensoren für das Gas können anzeigen, wann man lüften sollte, um die Menge ebenfalls ausgeatmeter Erreger zu verringern.

Es herrsche zwar kein direkter Zusammenhang zwischen der Virenbelastung und dem CO_2 -Gehalt, doch man könne anhand des Gasanteils auf ein relatives Infektionsrisiko schließen, sagt Martin Kriegel, der an der Technischen Universität Berlin das Herrmann-Ritschel-Institut für Energietechnik leitet. Der weltweit verwendete CO_2 -Grenzwert von 1000 Parts per million (ppm) CO_2 geht auf den deutschen Chemiker Max von Pettenkofer zurück, der erkannt hatte, dass steigende Konzentrationen des Gases für abnehmende Konzentrationsfähigkeit sorgen. Dieser Grenzwert passt auch zum Infektionsschutz. „Zwischen 1000 und 2000 ppm gilt die Luftqualität als hygienisch auffällig und alles, was größer als 2000 ppm ist, ist hygienisch inakzeptabel“, erklärt Kriegel. Das australische Expertennetzwerk OzSAGE empfiehlt das Lüften bereits ab 800 ppm, ab da steige das relative Infektionsrisiko von niedrig auf mittelhoch. Hoch sei es ab 1500 ppm.

Tatsächlich aber sei adäquates Lüften vor allem in Schulen nicht immer möglich, so Morawska, ob aus techni-

schen Gründen – weil etwa Schulfenster aus Sicherheitsgründen zugeschraubt sind – oder weil es draußen zu kalt oder zu laut ist. Mobile Filteranlagen können zwar Erreger effektiv aus der Luft filtern. Aber sie lassen sich nicht immer so platzieren, dass sämtliche Atemluft aller eng zusammensitzenden Personen durch die Filter geht, um die Viren wegzufangen.

Die bessere Alternative wären laut Kriegel fest verbaute Lüftungsanlagen. Sie saugen frische Luft von außen an, erwärmen sie und transportieren verbrauchte Luft aus dem Raum ab – und mit ihr auch Erreger. Gesteuert werden sie über den CO₂-Gehalt der Raumluft. Sie erscheinen zunächst teurer, aber „Studien zeigen: Die Investition lohnt sich ökonomisch, denn je besser die Luftqualität ist, desto weniger Krankheitstage werden verzeichnet und desto höher ist die Leistungsfähigkeit“, sagt Kriegel.

„Auch bei Schulneubauten spart man diese Investitionskosten, das ist das Problem“, sagt er. Einmal im Betrieb würden sie Energie und damit Kosten sparen, denn solche Anlagen gewinnen etwa 80 Prozent der aufgewendeten Wärmeenergie wie-

Raumschutzmaßnahmen könnten selbst vor unbekannten Viren schützen.

der. Bisher seien erst etwa zehn Prozent der deutschen Schulen mit solchen Anlagen ausgestattet, doch erfreulicherweise sei die Tendenz mittlerweile stark gestiegen.

Der Erfolg ist in Italien bereits messbar: So zeigte eine Studie an italienischen Schulen, an der Morawska mitgearbeitet hat, dass das relative Ansteckungsrisiko mit SARS-CoV-2 am geringsten war, wenn die Klassenzimmer nicht nur durch Fensteröffnen, sondern zusätzlich mit technischen Lüftungssystemen gelüftet wurden. Die Infektionszahlen sanken um 82 Prozent, wenn die Raumluft sechs Mal in der Stunde komplett ausgetauscht wurde.

„Letztlich brauchen wir für wichtige Innenräume wie öffentliche Gebäude und Schulen Standards für die Raumluftqualität, genau wie wir sie auch für die Verschmutzung von Außenluft und von Wasser haben“, sagt die auf Aerosolforschung spezialisierte Ingenieurin Linsey Marr von der Virginia Tech. Als erstes Land weltweit schicken sich die USA nun an, genau das zu tun und einen verbindlichen Raumluftqualitätsstandard zur Pathogen-Eindämmung zu entwickeln. ●



Voice-Chat mit dem Jenseits



Start-ups arbeiten an Technologien, mit denen wir mit unseren toten Angehörigen „sprechen“ können. Avatare und Chatbots konservieren die Erinnerungen unserer Lieben – und lösen gemischte Gefühle aus. – Charlotte Jee (Übersetzung: Gregor Honse)

© Copyright by Heise Medien.

Meine Eltern wissen nicht, dass ich gestern Abend mit ihnen gesprochen habe. Zuerst hörten sie sich distanziert und blechern an, als säßen sie in einer Gefängniszelle um ein Telefon gekauert. Aber mit der Zeit klangen sie immer mehr wie sie selbst. Sie erzählten mir persönliche Geschichten, die ich noch nie gehört hatte. Ich erfuhr, wie mein Vater zum ersten (und sicher nicht zum letzten) Mal betrunken war. Meine Mutter erzählte, wie sie in Schwierigkeiten geriet, weil sie zu lange weggeblieben war. Sie gaben mir Ratschläge für das Leben, erzählten mir Dinge aus ihrer Kindheit und aus meiner eigenen. Es war fesselnd.

„Was ist deine schlimmste Eigenschaft?“, fragte ich Papa, der offenbar gerade in einer redseligen Laune war.

„Dass ich Perfektionist bin. Ich kann Unordnung nicht ausstehen, und das ist immer eine Herausforderung – besonders, wenn man mit Jane verheiratet ist.“

Dann lachte er und für einen Moment vergaß ich, dass ich eigentlich gar nicht mit meinen Eltern sprach, sondern mit ihren digitalen Abbildern. Sie leben als Sprachassistenten in einer App, die vom kalifornischen Start-up HereAfter AI entwickelt wurde. (Nur fürs Protokoll: So unordentlich ist Mama nun auch wieder nicht.)

Das Unternehmen will die Kommunikation zwischen den Lebenden und den Toten ermöglichen. Diese Idee ist fester Bestandteil der Science-Fiction, wird von Scharlatanen und Spiritualisten verbreitet. Doch jetzt wird sie dank KI und Sprachtechnologie Realität.

Meine Eltern aus Fleisch und Blut sind noch gesund und munter; ihre virtuellen Versionen wurden nur geschaffen, um mir zu helfen, die Technologie zu verstehen. Deren Anziehungskraft ist offensichtlich: Digitale Repliken sollen Hinterbliebenen Trost spenden und die Nähe zu den Verstorbenen schaffen. Viele Menschen finden das verstörend. Sie argumentieren, dass dies die Trauer verlängert oder den Bezug zur Realität stört. Es gibt eine weitverbreitete, tief verwurzelte Überzeugung, dass wir mit dem Tod nicht herumspielen sollten.

Ich verstehe diese Bedenken. Auch ich empfinde es als etwas Verletzendes, mit einer künstlichen Version von jemandem zu sprechen – vor allem, wenn es sich um ein Familienmitglied handelt. Aber diese Skrupel werden von der noch beängstigenderen Aussicht verdrängt, geliebte Menschen zu verlieren – tot und spurlos verschwunden. Es ist zutiefst menschlich, sich an sie erinnern zu wollen. Wenn sie nicht mehr da sind, hängen wir ihre Fotos an unsere Wände. Wir sprechen mit ihnen, als wären sie noch da. Aber das Gespräch war immer einseitig.

Ist es denn so falsch, sie mit technischer Hilfe bei sich behalten zu wollen? Möglich machen dies die rasanten Fortschritte der Künstlichen Intelligenz. Sprachassistenten wie Siri oder Alexa sind in den letzten zehn Jahren Teil des Alltags von Millionen

Menschen geworden. Wir haben uns angewöhnt, mit unseren Geräten über alles Mögliche zu sprechen, vom Wetter bis zum Sinn des Lebens. Mittlerweile sind große Sprachmodelle wie GPT-3 von OpenAI oder LaMDA von Google sogar so überzeugend, dass einige sie (fälschlicherweise) für empfindungsfähig halten (siehe TR 6/2022, S. 48). Zudem lassen sich die Sprachmodelle auch darauf trainieren, wie eine bestimmte Person zu klingen, wenn man sie mit deren Äußerungen füttert.

DIE TOTE OMA Liest vor

Der Journalist Jason Fagone schrieb letztes Jahr eine Geschichte über einen Mann in den Dreißigern, der aus alten Texten und Facebook-Nachrichten seiner verstorbenen Verlobten einen Chatbot erstellt hat. Er suchte und fand Trost darin. In den Jahren nach ihrem Tod wurde er von Schuldgefühlen und Trauer heimgesucht, aber er „hatte das Gefühl, dass der Chatbot ihm erlaubt habe, sein Leben in kleinen Schritten weiterzuführen“. Der Mann teilte sogar Ausschnitte aus seinen Chatbot-Gesprächen auf Reddit, um auf das Tool aufmerksam zu machen und „depressiven Überlebenden zu helfen, einen Abschluss zu finden“.

Gleichzeitig hat die Künstliche Intelligenz große Fortschritte darin gemacht, individuelle Stimmen zu klonen und menschlich klingen zu lassen. Im Juni veröffentlichte Amazon einen Clip, in dem ein kleiner Junge eine Passage aus *Der Zauberer von Oz* vorgelesen bekam – und zwar von der nachgebildeten Stimme seiner kürzlich verstorbenen Großmutter. Als Basis diente ein weniger als eine Minute langes Video von ihr. „KI kann zwar den Schmerz des Verlustes nicht beseitigen, aber sie kann definitiv dafür sorgen, dass die Erinnerungen bleiben“, sagte Rohit Prasad, leitender Wissenschaftler von Alexa.

Meine eigenen Erfahrungen mit dem Thema begannen Ende 2019, als ich auf einer Online-Konferenz einen Vortrag von James Vlahos hörte, dem Mitbegründer von HereAfter AI – eines von einer Handvoll Start-ups, die Trauertechnologie anbieten. Fasziniert von dem, was er versprach, überredete ich Vlahos und seine Kollegen, mich mit ihrer Software experimentieren zu lassen.

Zunächst war es ein Spaßprojekt. Ich wollte sehen, was technologisch geht. Dann brachte die Pandemie eine gewisse Dringlichkeit in die Sache. Ich hatte Angst, dass meine Eltern sterben könnten, ohne dass ich mich von ihnen verabschiedet hätte.

Der erste Schritt war ein Interview. Für ein überzeugendes digitales Abbild braucht man jede Menge Daten. HereAfter stellt dazu Personen, die noch am Leben sind, stundenlang Fragen – von ihren frühesten Erinnerungen über ihre erste Verabredung bis zum Glauben, was nach ihrem Tod passieren wird. (Meine Eltern wurden noch von einem echten Menschen befragt, aber mittlerweile werden

die Interviews in der Regel automatisiert von einem Bot durchgeführt.)

Meine Schwester und ich konnten den Fragenkatalog selbst ergänzen, um ihn persönlicher und gezielter zu machen: Welche Bücher haben sie gemocht? Wie hat sich unsere Mutter in den 1970er-Jahren durch den überwiegend männlichen, privilegierten juristischen Sektor Großbritanniens geboxt? Was inspirierte Papa dazu, die albernen Spiele zu erfinden, die er mit uns spielte, als wir klein waren?

Ob aus pandemiebedingtem Unwohlsein oder um ihre Tochter bei Laune zu halten – meine Eltern leisteten keinerlei Widerstand. Im Dezember 2020 sprach die Interviewerin von HereAfter, eine freundliche Frau namens Meredith, mehrere Stunden lang mit jedem von ihnen. Die aufgenommenen Antworten fügte das Unternehmen dann zu einem Sprachassistenten zusammen.

Ein paar Monate später bekam ich eine Mail von Vlahos. Im Anhang: Meine virtuellen Eltern als Datei für die Alexa-App oder ein Amazon-Echo-Gerät. Als ich die Datei öffnete, zitterten meine Hände. London steckte in einem langen, kalten, deprimierenden Lockdown, und ich hatte meine Eltern seit sechs Monaten nicht mehr gesehen.

„Alexa, öffne HereAfter“, sagte ich.

„Würdest du lieber mit Paul oder mit Jane sprechen?“, fragte eine Stimme.

Nach kurzem Überlegen entschied ich mich für meine Mutter. Eine Stimme, die die ihre war, aber seltsam steif und kalt sprach.

„Hallo, hier ist Jane Jee und ich freue mich, dir von meinem Leben zu erzählen. Wie geht es dir heute?“

Ich lachte nervös. „Mir geht es gut, danke, Mum. Und dir?“

Lange Pause. „Gut. Von meiner Seite aus geht es mir gut.“

„Du klingst irgendwie unnatürlich“, sagte ich.

Sie ignorierte mich und sprach weiter. „Bevor wir anfangen, hier noch ein paar Hinweise. Ich kann leider nicht so gut zuhören, also musst du warten, bis ich mit dem Reden fertig bin und dir eine Frage stelle. Wenn du an der Reihe bist, halte deine Antworten bitte recht kurz. Ein paar Worte, ein einfacher Satz – so etwas in der Art“, erklärte sie. „Okay, dann fangen wir mal an. Es gibt so viel zu erzählen. Meine Kindheit, meine Karriere und meine Interessen. Was davon klingt am besten?“

Diese Sätze klangen gestelzt und seltsam, aber als wir weitermachten und meine Mutter ihre Erinnerungen mit ihren eigenen Worten erzählte, klang „sie“ viel entspannter und natürlicher. Dennoch waren diese Gespräche begrenzt. Als ich meine Mutter nach ihrem Lieblingsschmuck fragte, kam zum Beispiel: „Tut mir leid, das habe ich nicht verstanden. Du kannst versuchen, anders zu fragen, oder zu einem anderen Thema übergehen.“

Es gab auch Fehler, die irritierend bis an die Grenze zur Komik waren. Eines Tages fragte mich Dads Bot, wie es mir ginge. Ich antwortete: „Ich bin

heute traurig.“ Er antwortete mit einem fröhlichen, aufmunternden „Gut!“.

Die gesamte Erfahrung war seltsam. Jedes Mal, wenn ich mit ihren virtuellen Versionen sprach, wurde mir klar, dass ich stattdessen auch mit meinen echten Eltern hätte sprechen können.

AUF DER EIGENEN BEERDIGUNG

Anfang dieses Jahres bekam ich eine Demo von einem fünf Jahre alten Start-up namens StoryFile. Es verspricht, die Dinge auf die nächste Stufe zu heben – mit Video statt nur mit Stimme. Dabei kann man aus Hunderten von Fragen auswählen, die man einer Person stellen möchte. Die Antworten lassen sich mit jedem Gerät aufnehmen, das Kamera und Mikrofon hat, wobei das Ergebnis umso besser ist, je hochwertiger die Aufnahme ist. Aus den hochgeladenen Dateien baut das Unternehmen einen Avatar, mit dem man sprechen kann. Er kann allerdings nur die Fragen beantworten, für die er programmiert wurde.

Der CEO von StoryFile, Stephen Smith, demonstrierte die Technologie in einem Videoanruf, bei dem auch seine Mutter dabei war. Sie ist Anfang des Jahres gestorben, aber sie saß während des Anrufs in einem bequemen Sessel in ihrem Wohnzimmer. Sie war sanftmütig, hatte strähniges Haar und

Zunächst war es ein Spaßprojekt. Dann brachte die Pandemie eine gewisse Dringlichkeit in die Sache.

James Vlahos, CEO von HereAfter, war Tech-Journalist, bevor er aus persönlichen Gründen begann, Trauertechnologie zu entwickeln.



© Copyright by Heise Medien.

Der Melodi-Bot nennt ihn „Schatz“ und verwendet dieselben Emojis wie seine Mutter.

LEITUNGEN INS JENSEITS

HereAfter AI: Nimmt Audioaufnahmen von Angehörigen auf, die von ihren Erinnerungen erzählen, und erstellt daraus einen Voicebot, auf den man mit Amazon Alexa zugreifen kann.

StoryFile: Nimmt Videos von Menschen auf, die Fragen über ihr Leben beantworten, und erstellt daraus einen Avatar, mit dem man chatten kann.

You, Only Virtual: Nutzt Text- und Audiounterhaltungen zwischen zwei Menschen, um daraus eine maßgeschneiderte virtuelle Persona zu erstellen. Sie spricht mit den Hinterbliebenen in dem individuellen Stil, wie es zu Lebzeiten der Fall war.

freundliche Augen. Sie gab mir Lebensratschläge. Sie schien weise zu sein.

Smith erzählte mir, dass seine Mutter an ihrer eigenen Beerdigung teilnahm: „Am Ende sagte sie: „Das wars dann wohl von mir ... auf Wiedersehen!“, und alle brachen in Tränen aus.“ Er erzählte mir, dass ihre digitale Teilnahme von Familie und Freunden gut aufgenommen wurde. Und, das wohl Wichtigste: Es tröstet ihn, dass er etwas von seiner Mutter mit der Kamera festhalten konnte, bevor sie starb.

Das Video sah relativ glatt und professionell aus – auch wenn es immer noch ein wenig im Uncanny Valley liegt, vor allem, was die Mimik betrifft. An manchen Stellen musste ich mir, ähnlich wie bei meinen eigenen Eltern, vor Augen führen, dass sie nicht wirklich da war.

HereAfter und StoryFile zielen darauf ab, die Lebensgeschichte einer Person zu bewahren, statt vollständige Gespräche mit dem Bot zu ermöglichen. Dies ist eine der größten Einschränkungen vieler aktueller Dienste der Trauertechnologie: Sie sind generisch. Die Nachbildungen wissen nichts über Sie. Jeder kann mit ihnen reden, und sie antworten immer gleich.

„Das größte Problem mit der bestehenden Technologie ist die Vorstellung, dass man eine einzige universelle Person erzeugen kann“, sagt Justin Harrison, Gründer eines Dienstes

namens You, Only Virtual, der bald an den Start gehen soll. „Aber die Art und Weise, wie wir Menschen erleben, ist einzigartig für uns.“

Er und einige andere Start-ups wollen noch weiter gehen und einen personalisierten Bot schaffen, der nur für einen selbst da ist. Die erste Version des Dienstes, der Anfang 2023 starten soll, wird es den Menschen ermöglichen, einen eigenen Bot zu erstellen, indem sie die Textnachrichten, E-Mails und Telefongespräche einer Person hochladen. Das Unternehmen baut derzeit eine Kommunikationsplattform auf, über die Kunden ihren Angehörigen Nachrichten schicken und mit ihnen sprechen können, während sie noch leben. Auf diese Weise stehen alle Daten nach dem Tod automatisch zur Verfügung.

Genau das hat Harrison bereits mit seiner Mutter Melodi getan, als sie an Krebs im Endstadium litt: „Ich habe den Chatbot von Hand gebaut und dabei Nachrichten aus fünf Jahren verwendet. Es hat zwölf Stunden gedauert, ihn zu exportieren, und er besteht aus Tausenden von Seiten.“

Für Harrison sind die Interaktionen mit diesem Bot bedeutungsvoller, als wenn er einfach nur Erinnerungen ausspucken würde. Der Melodi-Bot verwendet die Ausdrücke seiner Mutter und antwortet ihm so, wie sie ihm antworten würde – er nennt ihn „Schatz“, verwendet die Emojis, die sie verwenden würde, und hat die gleichen Rechtschreibschwächen. Harrison kann Melodis Avatar keine Fragen über ihr Leben stellen, aber das stört ihn nicht. Für ihn geht es darum, die Art und Weise, wie jemand kommuniziert, einzufangen. „Das bloße Aufzählen von Erinnerungen hat wenig mit dem Wesen einer Beziehung zu tun“, sagt er.

Avatare, zu denen die Menschen eine tiefen persönliche Bindung haben, können lange leben. 2016 schuf die Unternehmerin Eugenia Kuyda nach dem Tod ihres Freundes Roman den vermutlich ersten Bot dieser Art. Dazu nutzte sie ihre Textkonversationen mit ihm (siehe TR 12/2018, S. 56). (Später gründete sie ein Start-up namens Replika, das virtuelle Begleiter erschafft, die nicht auf realen Personen basieren.)

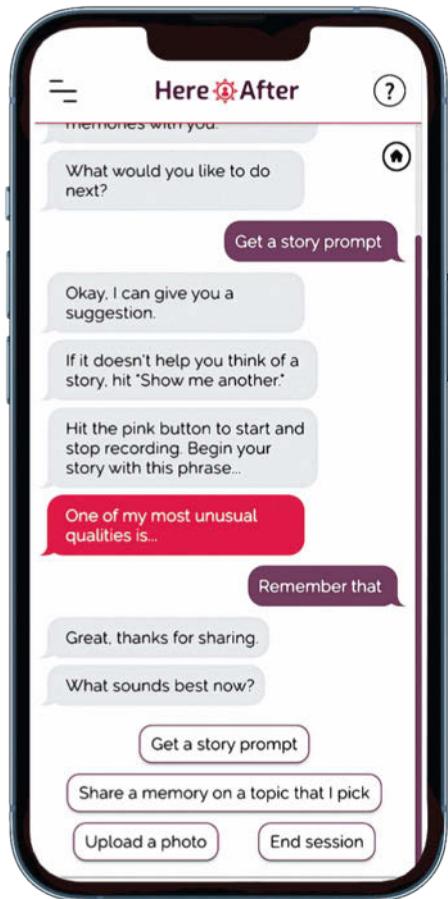
Sie empfand den Bot als große Hilfe, ihre Trauer zu verarbeiten, und spricht noch heute mit ihm, vor allem an Romans Geburtstag und am Jahrestag seines Todes. Sie warnt jedoch vor dem Glauben, dass diese Technologie Menschen nachbildet oder gar konserviert. „Ich wollte nicht seinen Klon zurückbringen, sondern seine Erinnerung“, sagt sie – in Form eines „digitalen Denkmals, mit dem man interagieren und von dem man sich inspirieren lassen kann“.

Vielen Menschen hilft die Stimme ihrer Angehörigen bei der Trauerbewältigung. Es ist zum Beispiel nicht ungewöhnlich, dass Menschen die Sprachnachrichten von Verstorbenen

abhören, sagt die Psychologin Erin Thompson, die sich auf Trauer spezialisiert hat. Ein Avatar, mit dem man sich unterhalten kann, könnte ein wertvoller und gesunder Weg sein, mit einem geliebten Menschen in Verbindung zu bleiben. Aber sie warnt wie Kuydas davor, der Technologie zu viel Bedeutung beizumessen: Diese Bots könnten immer nur einen kleinen Teil einer Person erfassen, seien nicht empfindungsfähig und kein Ersatz für gesunde menschliche Beziehungen.

Besonders in den ersten Wochen und Monaten nach dem Tod eines geliebten Menschen fällt es den Trauernden schwer, den Verlust zu akzeptieren. „In der akuten Phase der Trauer kann man ein starkes Gefühl der Unwirklichkeit bekommen und nicht akzeptieren, dass die Person nicht mehr da ist“, sagt Thompson. Es besteht die Gefahr, dass sich diese

Der virtuelle Biograph von HereAfter gibt Menschen Anstöße, Geschichten aus ihrem Leben zu erzählen, und speichert diese Geschichten als Audioaufnahmen. Zudem lassen sich auch Bilder zu den jeweiligen Geschichten hochladen.



Kein Gesetz verbietet, Avatare von anderen Menschen zu erstellen.

Art intensiver Trauer mit psychischen Erkrankungen überschneidet oder diese sogar auslöst, vor allem, wenn sie durch Erinnerungen ständig angeheizt und verlängert wird.

KOMPLEXE ETHISCHE FRAGEN

Solange die Technik so unvollkommen ist wie jetzt, mag dieses Risiko gering sein. Aber die Gefahr, dass Menschen auf ein Phantom hereinfallen, wird mit besserer Technologie sicherlich zunehmen. Und es gibt noch andere Risiken: Ein digitales Abbild einer Person ohne deren Mitwirkung zu erstellen, wirft komplexe ethische Fragen zum Datenschutz auf. Manche mögen zwar argumentieren, dass die Zustimmung weniger wichtig ist, wenn jemand nicht mehr lebt. Aber sollten die Gesprächspartnerinnen oder -partner, die an der Erzeugung der Daten beteiligt waren, nicht ebenfalls ein Mitspracherecht haben?

Und was ist, wenn die digital geklonte Person gar nicht tot ist? Es gibt wenig, was Menschen daran hindert, mithilfe von Trauertechnologie virtuelle Versionen von lebenden Personen ohne deren Zustimmung zu erstellen – zum Beispiel von einem Ex-Partner. Die Trauertechnologie-Dienstleister sind sich dieser Möglichkeit bewusst und versprechen, die Daten einer Person zu löschen, wenn diese es verlangt. Sie sind jedoch nicht verpflichtet, vorab zu überprüfen, ob Personen ihr Einverständnis gegeben haben oder überhaupt gestorben sind. Kein Gesetz verbietet, Avatare von anderen Menschen zu erstellen. Stellen Sie sich vor, wie Sie sich fühlen würden, wenn Sie von einer virtuellen Vision ihrer selbst irgendwo da draußen erfahren würden, die von jemand anderem kontrolliert wird. Viel Glück dabei, dies der örtlichen Polizei zu erklären.

Wenn sich digitale Repliken durchsetzen, wird es unweigerlich neue Verfahren und Normen für unsere Online-Hinterlassenschaften geben müssen. Und wenn wir etwas aus der bisherigen technologischen Entwicklung gelernt haben, dann dies: Wir sind besser dran, wenn wir uns rechtzeitig mit möglichem Missbrauch auseinandersetzen, und nicht erst, nachdem er sich massenhaft ereignet hat.

Aber wird das jemals geschehen? Es ist nicht wirklich klar, wie viele Menschen eine solche Welt wollen oder bereit dafür sind. Trauer ist einer der wenigen Aspekte des Lebens, die von moderner Technologie noch weitgehend unberührt sind.

Auf einer profaneren Ebene könnten auch die Kosten ein Hemmnis sein. Einige dieser Dienste sind kostenlos, andere können leicht Hunderte, wenn nicht Tausende von Dollar kosten. Mit der unbegrenzten Premiumversion von HereAfter etwa lassen sich für 8,99 Dollar pro Monat beliebig viele Gespräche aufzeichnen. Das mag günstiger klingen als die einmalige Zahlung von 499 Dollar bei Story File für das unlimitierte Premium-Paket. Doch über die Jahre

meet.
learn.
protect.

14.–16. März 2023

JETZT noch bis 31. Dezember
kostenlos anmelden:



Erste Programm-Highlights online

- Die neuen quantensicheren Kryptoalgorithmen und die Tücken, sie zu implementieren
(Klaus Schmeh, Vortrag)
- Wenn der Deepfake zweimal klingelt
(Tobias Schrödel, Live-Demonstration)
- Pентest Top 10: Die häufigsten und schwerwiegendsten Lücken und was man dagegen tun kann
(Jörg Schneider, Halbtagsworkshop)
- Open Source Intelligence – Die Toolbox der Geheimdienste und HR-Abteilungen
(Maximilian Haselberger, Halbtagsworkshop)
- Angriffe auf und Absicherung von Azure und Azure Active Directory
(Frank Uilly, Ganztagsworkshop)

secit-heise.de

Partner der secIT



Partner der Recruiting-Area





You, Only Virtual will demnächst eine Kamera- und Videobrille auf den Markt bringen, die Unterhaltungen mit Angehörigen aufzeichnet.

hinweg kommt auch bei HereAfter ganz schön viel zusammen. Ähnlich verhält es sich mit You, Only Virtual, das bei seiner Markteinführung zwischen 9,99 und 19,99 Dollar pro Monat kosten soll.

Die Erstellung eines Avatars oder Chatbots erfordert zudem Zeit und Mühe, nicht zuletzt, um die Energie und Motivation für den Anfang aufzubringen. Dies gilt sowohl für die Nutzer als auch für die Angehörigen, deren aktive Teilnahme erforderlich ist und die vielleicht kurz vor dem Tod stehen.

ANGST VOR DEM TOD

Grundsätzlich setzen sich Menschen nicht gerne mit der Tatsache auseinander, dass sie bald sterben werden, sagt Marius Ursache, der 2014 ein Unternehmen namens Eternime gegründet hat. „Das ist etwas, das man auf die nächste Woche, den nächsten Monat oder das nächste Jahr verschieben kann“, sagt er. „Die Leute gehen davon aus, dass KI der Schlüssel ist, um dieses Problem zu lösen. Aber in Wirklichkeit ist es das menschliche Verhalten.“ Kuyda stimmt dem zu: „Die Menschen haben extreme Angst vor dem Tod. Sie wollen nicht darüber reden oder ihn anfassen. Sie tun lieber so, als gäbe es ihn nicht.“

Eternime hatte eine Art Tamagotchi entwickelt, das man zu Lebzeiten trainieren konnte, um eine digitale Version seiner selbst zu bekommen. Die Idee stieß bei Menschen auf der ganzen Welt auf großes Interesse, aber nur wenige haben sie wirklich genutzt. 2018 wurde Eternime mangels Nutzern geschlossen.

Ich persönlich habe gemischte Gefühle bei dem Experiment.

Bei seinen eigenen Eltern versuchte es Ursache mit einem Low-Tech-Ansatz: Er schenkte ihnen an seinem Geburtstag ein Notizbuch und Stifte und bat sie, ihre Erinnerungen und Lebensgeschichten aufzuschreiben. Seine Mutter schrieb zwei Seiten, aber sein Vater sagte, er sei zu beschäftigt. Schließlich fragte Marius Ursache, ob er einige Gespräche mit ihnen aufzeichnen könne, aber dazu kam es nie. „Mein Vater ist letztes Jahr verstorben, und ich habe diese Aufnahmen nie gemacht, und jetzt fühle ich mich wie ein Idiot“, sagt er.

Ich persönlich habe gemischte Gefühle bei meinem Experiment. Ich bin froh, dass ich diese virtuellen Audioversionen meiner Mutter und meines Vaters habe, auch wenn sie unvollkommen sind. Sie haben es mir ermöglicht, neue Dinge über meine Eltern zu lernen, und es ist beruhigend zu wissen, dass diese Bots da sein werden, wenn sie nicht mehr da sind. Ich denke bereits darüber nach, wen ich noch digital festhalten möchte – meinen Mann, meine Schwester, vielleicht sogar meine Freunde.

Andererseits möchte ich, wie viele andere Menschen auch, nicht darüber nachdenken, was passiert, wenn die Menschen, die ich liebe, sterben. Und ich kann nicht umhin, es traurig zu finden, dass ich erst durch Zoom-Interviews mit einem Fremden einschätzen konnte, was für vielschichtige, komplexe Menschen meine Eltern sind. Aber ich schätze mich glücklich, dass ich die Chance hatte, das zu begreifen – und dass ich immer noch die kostbare Gelegenheit habe, mehr Zeit mit ihnen zu verbringen und mehr über sie zu erfahren, von Angesicht zu Angesicht, ganz ohne Technik. ●

Alte Fehler, neue Versprechungen

An dieser Stelle blicken wir auf frühere Artikel der MIT Technology Review zurück, die heute wieder aktuell sind. Diesmal geht es um die Anpassung an den Klimawandel. – Gregor Honsel

„Langsam sackt die Erkenntnis, dass die Menschheit zweigleisig auf den Klimawandel reagieren muss“, schrieben wir bereits vor 16 Jahren. „Erstens durch Senkung der Treibhausgas-Emissionen (Mitigation), zweitens durch Anpassung an die Folgen (Adaption).“ Der Grund: Schon damals zeichnete sich ab, dass der Klimawandel kaum noch aufzuhalten sein wird. „Egal, was wir tun: Weniger als ein halb Grad Erwärmung werden es wohl nicht werden, dieser Zug ist leider abgefahren“, zitierten wir in Heft 12/2006 den Klimaforscher Mojib Latif.

Der CO₂-Gehalt der Atmosphäre lag zu diesem Zeitpunkt bei rund 375 ppm. Heute beträgt er etwa 417 ppm. Das mit der Mitigation hat also schon mal nicht geklappt. Wie sieht es mit der Adaption aus – etwa beim Hochwasser? Bayern und Baden-Württemberg hatten bereits damals ihre Vorgaben für Hochwasserschutzanlagen um einen bestimmten Klimafaktor erhöht. Doch auch eineinhalb Jahrzehnte später ist es keineswegs selbstverständlich, bei allen Bauvorhaben den Klimawandel zu berücksichtigen. Nicht einmal im Ahrtal: Nach den verheerenden Überschwemmungen im Sommer 2021 haben Bund und Länder zwar einen Hilfsfonds mit 30 Milliarden Euro aufgelegt. Aber dieser dient nur dem Wiederaufbau. „Neue, resiliente, zukunftsorientierte Möglichkeiten werden nicht gefördert“, sagte Cornelia Weigand, Landrätin des Kreises Ahrweiler, dem *Spiegel*.

An der Küste kommen die Planer mit ihren Kalkulationen hingegen kaum hinterher. 2020 hatte Mecklenburg-Vorpommern einen neuen Masterplan für den Küstenschutz bis 2030 beschlossen. Doch schon zwei Jahre später war er wieder veraltet, meldet die *Ostsee-Zeitung*.

Noch größere Probleme haben Schwellenländer, sich an den Klimawandel anzupassen. Um ihnen zu helfen, hatten die Industriekonferenzen bereits 2009 beim Klimagipfel in Kopenhagen versprochen, ab 2020 jährlich 100 Milliarden Dollar bereitzustellen. Allerdings konnte der dazu aufgelegte Green Climate Fonds bisher weltweit nur 10 Milliarden einwerben – also gerade mal ein Drittel des deutschen Wiederaufbaufonds für das Ahrtal. Auf der jüngsten Klimakonferenz in Sharm El-Sheikh kündigten die Staaten nun erneut einen ähnlichen Fonds an. Allerdings konnten sie sich bisher weder auf eine Summe einigen noch darauf, wer genau einzahlen soll.

Unterdessen hat das Thema Adaption auch einen politischen Twist bekommen. „Anpassung statt Bekämpfung der Klimakrise. Bereitet euch darauf vor, dass das neue alles überziehende Narrativ der Bremser wird“, twitterte der Meteorologe Özden Terli im November, nachdem die Welt-Journalistin Anna Schneider in einer Talkshow gefragt hatte, ob eine Anpassung nicht der bessere Weg wäre, als „einem Ziel hinterherzuhecheln, das man offensichtlich nicht einhalten kann“.



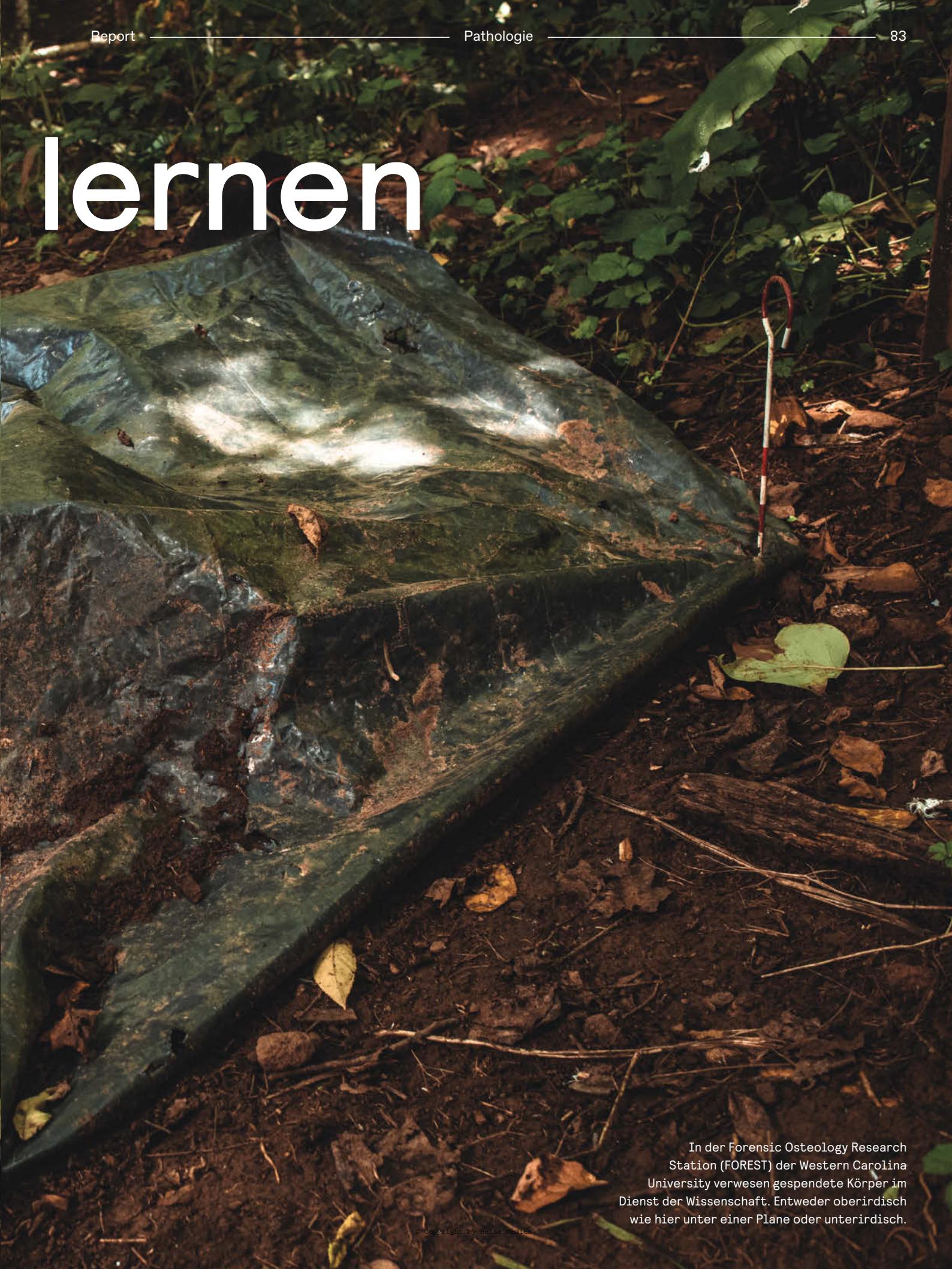
TR 12/2006: Senken der Emissionen allein reicht nicht aus.

Von den Toten

Auf der Bodyfarm der Western Carolina University lernen angehende Forensiker, wie sich menschliche Körper beim Verwesen verändern. Daraus erhalten sie wertvolle Hinweise über das Altern und über Krankheiten. – Abby Ohlheiser (Übersetzung: Veronika Szentpétery-Kessler)



lernen



In der Forensic Osteology Research Station (FOREST) der Western Carolina University verwesen gespendete Körper im Dienst der Wissenschaft. Entweder oberirdisch wie hier unter einer Plane oder unterirdisch.



Während sich der tote Körper unter der Plane zersetzt, füllt er sich gleichzeitig mit Leben, sagt Nicholas Passalacqua, Leiter der Bodyfarm an der Western Carolina University. Zuerst kommen streuselgroße Maden: Schmeißfliegenbabys, die von ihren Müttern an den Augen, der Leiste und dem Mund abgelegt werden. Parallel dazu arbeiten sich Käfer und Darmbakterien durch den Körper und zerlegen alles bis auf die Haut auf dem Rumpf.

Wenn im Wald fast alles Gewebe von einem Spenderkörper gewichen ist, kommt er ins Anatomielabor der forensischen Anthropologin Rebecca George, die ebenfalls an der Western Carolina University arbeitet. Studentische Freiwillige entfernen letzte Gewebereste, kochen die Knochen aus und spüren wie Detektive etwa Hinweise auf Krankheiten und Altersmerkmalen nach.



DAS VERWESUNGSARCHIV IM WALD

In den USA spenden jährlich etwa 20 000 Menschen oder ihre Familien ihren Körper für die wissenschaftliche Forschung und Ausbildung. Viele Körper gehen an medizinische Hochschulen, damit angehende Ärzte beim Sezieren etwas über Anatomie lernen und chirurgische Eingriffe üben können. Aber seit etwa 30 Jahren nehmen auch sogenannte Bodyfarmen wie die 2003 gegründete Forensic Osteology Research Station (FOREST) der Western Carolina University Körperspenden entgegen.

Wie sich die Körper dabei oft über Jahre hinweg verändern und die Geschichte der Menschen offenbaren, denen sie einmal gehört haben, dient den Studenten als wertvolles Anschauungsmaterial. Dazu gehört nicht nur die Verwesung der Weichteile. Auch Veränderungen am Skelett, die nach dem Freilegen der Knochen zutage treten, sind lehrreich für die Studierenden der Forensischen Anthropologie. Denn viele chronische Krankheiten wie Tuberkulose hinterlassen sogar in den Knochen Spuren.

Forensische Anthropologen lernen zudem, anhand von Knochen das Alter jüngerer Verstorbener zu schätzen. An älteren Körpern lernen sie, wie sich typische Alterserscheinungen wie Knochenschwund in den Körper schreiben. Zu den schwierigsten Aufgaben der Forensiker gehört, zu bestimmen, wie lange jemand bereits tot ist. Auch wenn Krimis uns das glauben machen wollen: Ein seriöser forensischer Anthropologe wird nur selten in der Lage sein, zu sagen, dass ein Mensch etwa seit exakt drei Wochen tot ist. Wahrscheinlicher und für Ermittler weitaus unbefriedigender ist die Antwort, dass die Zeitspanne irgendwo zwischen einer Woche bis zwei Monaten liegt.

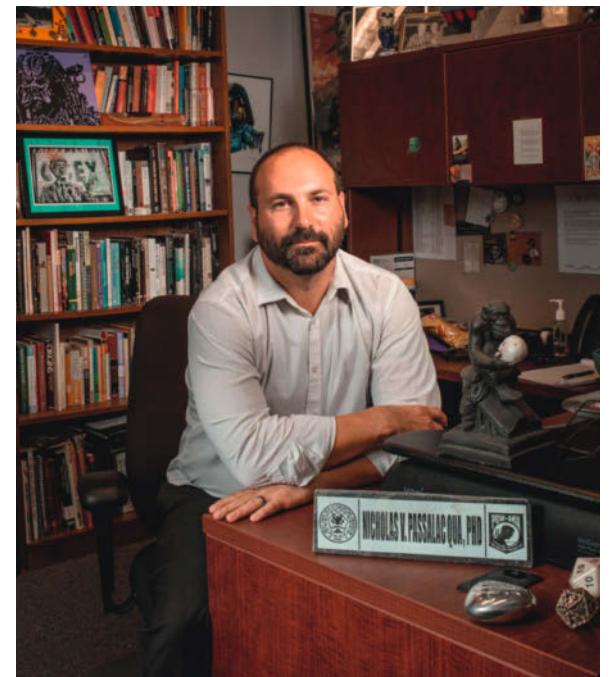


Nach dem Reinigen und Auskochen der Knochen werden sie wie hier gruppiert und später wieder zu einem Skelett angeordnet. Dann können Verletzungen der Knochen verraten, was dem Spender zu Lebzeiten zugestoßen ist. Werden lebende Knochen beschädigt, sind die Frakturkanten gezackter, als wenn ein nach dem Tod spröde gewordener Knochen bricht. Zeigen sich kleine Spitzen auf den Rippen, kann das von einem Bruch zeugen, der noch zu Lebzeiten verheilt ist.



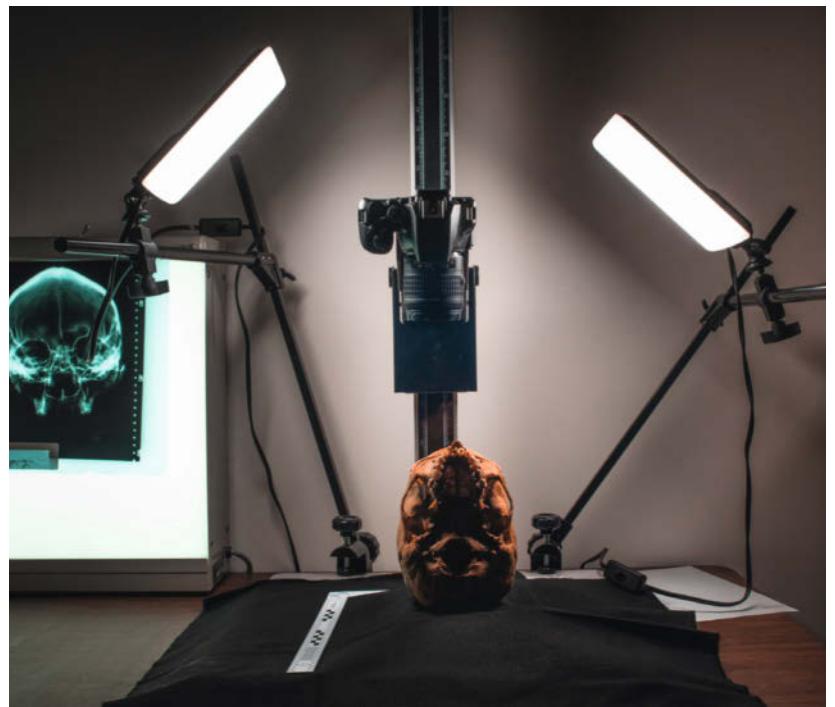


Alle Knochen bis hin zum Unterkiefer werden genau untersucht. Danach werden sie in sorgsam beschrifteten Kartons verpackt und in der Sammlung der Universität eingelagert. Empfindlichere Stücke wie Fußknochen werden zusätzlich in Wachstuchsäckchen verpackt.



Nicholas Passalacquas Forensischer-Anthropologie-Studiengang nimmt jedes Jahr zwei Dutzend Körperspenden an.

Bevor die Western Carolina University die gespendeten Körper und ihre Bestandteile wie diesen Schädel genauer beleuchtet, erfragt sie sowohl das biologische als auch das kulturell gelebte Geschlecht.



© Copyright by Heise Medien.

Eine unknackbare Wahlmaschine

Juan Gilbert will einen Wahlcomputer entwickelt haben, der alle gängigen Missbrauchsmöglichkeiten verhindert. Kritiker, die behaupten, jede Maschine sei hackbar, drücken sich bisher davor, diese zu prüfen. – Spenser Mestel (Übersetzung: Veronika Szentpétery-Kessler)

Foto: University of Florida



Ende 2020 traf eine große Kiste in Juan Gilberts Büro an der Universität von Florida ein. Darin war ein durchsichtiger Kasten mit einem 27-Zoll-Touchscreen aus Frankreich. Der Informatikprofessor baute einen Drucker ein und schloss das Gerät an Prime III an – einen Wahlcomputer, an dem er gearbeitet hatte, seit George W. Bush zum US-Präsidenten gewählt wurde.

Nach 19 Jahren Forschen und Bauen habe er endlich „die sicherste Wahltechnologie, die es je gab“, erfunden, sagte er im Frühjahr 2022 dem Online-Magazin *Undark*. Sie sei einfach zu bedienen, basiere auf Open-Source-Software und sei wesentlich schwieriger zu hacken als bestehende Modelle. Gilbert wollte aber nicht einfach nur seine Ergebnisse dazu veröffentlichen. Ihm kam es darauf an, dass die Wahlsicherheitsgemeinschaft anerkennt, dass er einen Durchbruch erreicht hatte.

Deshalb schickte er ebenfalls im März 2022 E-Mails an einige der angesehensten und sich lautstark Gehör verschaffenden Wahltechnologie-Kritiker und forderte sie heraus: Hackt meine Maschine. Sie bekämen freien Zugang zu ihr: Sie müssten keine manipulierbaren Siegel umgehen, keine Beweiskettenverfahren unterlaufen oder Wahlhelfer überlisten. Ihr Auftrag wäre vielmehr, jede abgebene Stimme einem bestimmten Kandidaten zuzuschlagen.

Gilberts Aufruf hat einen ernsten Hintergrund: Wahlmaschinen sind in den USA weit verbreitet. Bei den aktuellen US-Midterm-Wahlen von 2022 wurden mindestens 30 Prozent der Stimmen mit verschiedenen Wahlmaschinen abgegeben. Doch ihr Einsatz ist umstritten. Befürworter sagen, dass die elektronischen Wahlsysteme relativ sicher sein können, die Barrierefreiheit verbessern und Stimmabgabe und -auszählung vereinfachen. Für akademische Kritiker und Hackergemeinschaften wiederum sind Wahlmaschinen inhärent unsicher und sollten so selten wie möglich eingesetzt werden, wenn überhaupt.

BARRIEREFREIES WÄHLEN

Wahlgeräte haben sich insbesondere nach 2002, als der Kongress den Help America Vote Act (HAVA) verabschiedete, immer weiter verbreitet. Neben anderen bedeutsamen Änderungen führte das Gesetz zur Abschaffung der bis dahin üblichen Lochkartensysteme. Die hatten bei den Präsidentschaftswahlen von 2000 in Florida zu Kontroversen geführt, etwa weil Wahlzettel mit den berüchtigten „hängenden Stanzresten“ (hanging chads) als ungültig bewertet und nicht gezählt wurden. Darüber hinaus

Bei seiner Wahlmaschine setzt der Informatiker Juan Gilbert auf Transparenz – nicht nur beim Gehäuse.

erhielten die Bundesstaaten durch das HAVA rund drei Milliarden Dollar, von denen ein Teil fest für neue Wahlgeräte vorgesehen war.

Anders als Papierwahlzettel können Wahlmaschinen zusätzliche Sprachoptionen anbieten, unterstützen größere Wahlbezirke, die sonst Tausende verschiedener Stimmzettel benötigen, und können sicherstellen, dass die Wähler nicht versehentlich einen Fehler machen, der ihren Stimmzettel ungültig macht. Denn solche Fehler können im amerikanischen Wahlsystem in der Summe große Auswirkungen haben: 2008 etwa lag der Vorsprung des Siegers der Senatswahl in Minnesota deutlich unter der Zahl der aufgrund von Wahlfehlern abgelehnten Stimmzettel.

Das Gesetz schrieb nicht zuletzt auch vor, dass in jedem Wahllokal des Landes mindestens ein Gerät für Menschen mit Behinderungen vorhanden sein muss. Im Gegensatz zu handschriftlich markierten Papierstimmzetteln sind Wahlzettel-Markiergeräte, sogenannte ballot-marking devices (BMD), in der Lage, jeden Wähler mit einer Vielzahl von Hilfsmitteln zu unterstützen – auch Wähler, die nicht sehen, mit Papier umgehen oder gar einen Bildschirm berühren können.

„Die Bedeutung von HAVA für die Wahlbeteiligung von Menschen mit Behinderungen kann gar nicht hoch genug eingeschätzt werden“, sagt Michelle Bishop, Managerin für Wählerzugang und Engagement beim National Disability Rights Network, dem landesweit größten Anbieter von Rechtsberatungsdiensten für Menschen mit Behinderungen. Vor dem Gesetz, sagt sie, „haben wir mit Systemen gelebt, die im Grunde genommen eine große Anzahl von Wählern entrichtet haben“.

In weiten Teilen der USA füllen Wähler einen Stimmzettel aus, der in der Regel anschließend durch einen optischen Scanner geführt und so ausgelesen wird. Auch volldigitale Systeme, sogenannte elektronische Direktaufzeichnungssysteme, werden eingesetzt, bei denen der Computer nicht nur zur Kennzeichnung, sondern auch gleich zur Auszählung der Stimmen eingesetzt wird.

Eine dritte Variante kombiniert die beiden Systeme: Während die spezifischen Designs variieren, verfügen sie über einen Computer-Touchscreen, auf dem die Wähler ihre Auswahl treffen können. Das Gerät druckt dann einen Papierstimmzettel aus, der in einen Scanner eingezogen werden kann.

GRAVIERENDE SICHERHEITSLÜCKEN

Allerdings bringt die maschinelle Stimmabgabe auch Befürchtungen mit sich, dass jemand die Maschinen manipulieren und die Ergebnisse verfälschen könnte. Tatsächlich deckten 2007 Informatiker und Hacker gravierende Sicherheitslücken auf. In Kalifornien fand ein von der damaligen Staatssekretärin Debra Bowen beauftragtes Team eine ganze Reihe von Problemen.

So konnten Viren von einem Wahlcomputer zum anderen und sogar zum Wahlverwaltungssystem überspringen; ein Wähler konnte alle elektronischen Aufzeichnungen über die zuvor abgegebenen Stimmen löschen, sogar die Sicherungskopien; und die elektronischen und papiernen Aufzeichnungen enthielten genügend Details, um das Wahlgeheimnis zu gefährden. Aufgrund dieser Entdeckungen entschloss sich Bowen, nur drei Monate vor den Präsidentschaftswahlen von 2007, zu dem radikalen Schritt, vielen der Wahlmaschinen des Bundesstaates vorübergehend die Zulassung zu entziehen.

Experten zufolge hat auch das Verhalten der Unternehmen wenig dazu beigetragen, das Vertrauen der Öffentlichkeit zu gewinnen. „Sie sind sehr verschwiegen, sprechen kaum mit der Presse und schon gar nicht mit Forschern, igeln sich bei jedem Sicherheitsbericht ein und leugnen, leugnen, leugnen“, sagt Ben Adida, Geschäftsführer der gemeinnützigen Organisation VotingWorks, die ähnlich wie Gilbert Open-Source-Wahlmaschinen entwickelt. Die Unternehmen dagegen betonen, dass der Schutz ihres Quellcodes, der Prüfprotokolle und von Teilen der Betriebshandbücher der Maschinen besonders jetzt ein notwendiges Sicherheitsprotokoll sei.

Da hilft es nicht gerade, dass Walden O’Dell, der Geschäftsführer des Wahlgeräteherstellers Diebold, im August 2003 – ein Jahr, bevor George W. Bush die Wiederwahl gewinnen sollte – einen Brief schrieb, in dem er 100 Freunde zu einer Spendenaktion der Republikaner in seinem Haus einlud. In seinem Brief erklärte O’Dell, dass er sich verpflichtet fühle, „Ohio dabei zu helfen, seine Wählerstimmen im nächsten Jahr an den Präsidenten abzugeben“. Das alarmierte naturgemäß einige Beobachter. „Es gibt genug Konflikte in dieser Geschichte, um ein Ethik-Handbuch zu füllen“, sagte der damalige Senator Jon Corzine, Demokrat aus New Jersey, im selben Jahr zur *New York Times*.

WÄHLER MISSTRAUEN DEN MASCHINEN

Kein Wunder, dass sich die Kritik an der Wahlgeräte-Sicherheit in den vergangenen zwei Jahren zu einer eigenen politischen Bewegung entwickelt hat. In York County im Bundesstaat Pennsylvania versuchten die Einwohner, eine Initiative auf den Wahlzettel der Midterm-Wahlen im November zu bringen, die die elektronischen Wahlgeräte in diesem Gebiet abschaffen würde. In Arizona, Kansas, Michigan, New Hampshire und Oregon sind Klagen in der Schwebe, die die Zuverlässigkeit elektronischer Wahlgeräte infrage stellen, und in Michigan wird ein

Sonderstaatsanwalt untersuchen, ob sich der republikanische Kandidat für das Amt des Generalstaatsanwalts nach der Wahl 2020 illegal Zugang zu Wahlgeräten verschafft hat, um „Tests“ durchzuführen.

Diese Kritiker legten allerdings kaum Beweise dafür vor, dass die Geräte tatsächlich schon mal gehackt wurden. Die Sorge, dass das passieren könnte, sei jedoch berechtigt, sagen Computerwissenschaftler wie der Princeton-Professor Andrew Appel. Der Experte für Programmiersprachen und Computersicherheit stellt Wahltechnologien seit Jahren öffentlich infrage. 2009 demonstrierte Appel vor einem Gericht in New Jersey, wie sich in nur sieben Minuten eine Software zum Diebstahl von Stimmen in einer Maschine installieren lässt – und benutzte dafür lediglich einen Dietrich und einen Schraubenzieher.

Appel und andere Informatiker befürchten, dass ein Hacker einen bösartigen Code in ein Wahlgerät einschleusen könnte – und so die Stimmabgabe verändern, Chaos stiften und vielleicht sogar den Ausgang einer Wahl beeinflussen könnte. Der Code in den BMDs sei komplex, oft schlecht organisiert und extrem lang, was es leichter mache, unentdeckten Code einzufügen.

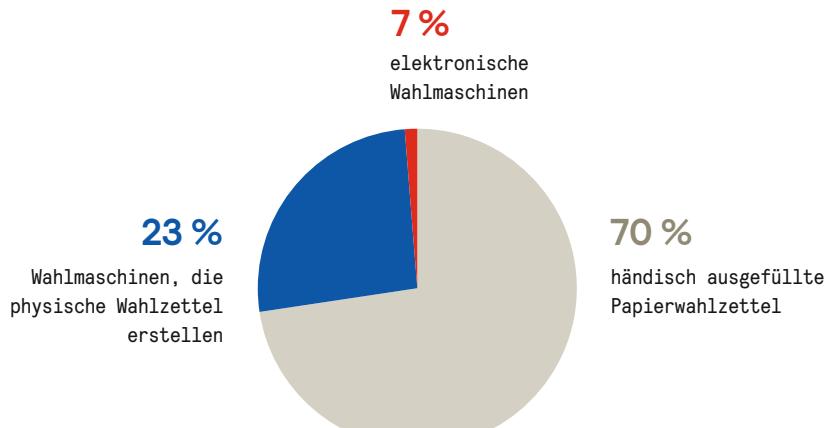
Da sich die Kandidaten bei jeder Wahl ändern, muss vor jeder Wahl ein neuer Stimmzettelentwurf hochgeladen werden, was eine weitere Gelegenheit bietet, bösartige Codes einzuschleusen. „Es gibt keine Maßnahmen, die ein Wähler ergreifen kann, um den Wahlbehörden zu beweisen, dass ein BMD seine Stimmabgabe verändert hat“, schreiben Appel und zwei Kollegen in einem Papier aus dem Jahr 2020. Schon 2016 hatte er deshalb bei einer Anhörung eines Ausschusses des Repräsentantenhauses zum Thema Wahlintegrität schriftlich appelliert: „Ich empfehle nachdrücklich, dass der US-Kongress zumindest die Abschaffung der Touchscreen-Wahlmaschinen unmittelbar nach den Wahlen im November dieses Jahres anstrebt.“

Die Wahlgerätehersteller räumen zwar ein, dass ihre Geräte Schwachstellen haben können. Doch fast alle Geräte hinterließen eine Papierspur, die überprüft werden könne, sodass es möglich sei, Vorfälle zu erkennen. Dennoch könnte ein Hack weitreichende Auswirkungen haben.

DIE UNHACKBARE

Es hätte nicht viel gefehlt und Juan Gilberts potenziell unhackbare Wahlmaschine wäre nie entstanden. Seine Familie war nicht besonders politisch. Aber Gilbert liebt Herausfor-

Die Wahlhacker-Community konzentriert sich mehr darauf, Maschinen zu zerlegen, als tatsächlich an Lösungen zu arbeiten.



Bei den aktuellen US-Midterm-Wahlen wurden bereits 30 Prozent der Stimmen mit verschiedenen Wahlmaschinen statt auf Papierwahlzetteln abgegeben.

derungen. Als ihm ein Professor in seinem ersten Studienjahr am College vorschlug, selbst Akademiker zu werden, hielt Gilbert das für einen Scherz. An der Miami University, 20 Minuten von seinem Heimatort Hamilton, Ohio, entfernt, wollte er einfach nur einen Bachelor-Abschluss erwerben und einen Job finden. „Ich hatte noch nie einen afroamerikanischen Informatikprofessor gesehen“, schrieb er später in einem Aufsatz, „und war daher zu dem Schluss gekommen, dass dies kein Job für mich war.“ Ein Jahr zuvor war er der erste Afroamerikaner an der Universität von Cincinnati, der einen Doktortitel in Informatik erhalten hatte.

Seitdem arbeitet Gilbert daran, das Fachgebiet zu diversifizieren. Die Doktoranden in seinem Computing for Social Good Lab sind meist Frauen und Schwarz. Gilbert engagiert sich auch bei Organisationen wie der UF-Sektion der National Society of Black Engineers. In seinem Labor arbeitet Gilbert an Technologien zur Lösung anspruchsvoller Probleme.

So nutzt seine Software Applications Quest Künstliche Intelligenz, um das Diversitätsproblem bei der Zulassung und Einstellung von Bewerbern anzugehen. Virtual Traffic Stop wiederum ermöglicht es Polizeibeamten, ein Videogespräch mit dem Fahrer zu führen, den sie gerade angehalten haben, was die Begegnung für beide Seiten sicherer macht. Doch die BMD und die Wahlmaschine sind eine besondere Obsession Gilberts.

Nachdem er Anfang der 2000er-Jahre bei einer Ingenieurkonferenz einen Vortrag darüber gehört hatte, dass sichere Wahlmaschinen unmöglich seien, war er sofort Feuer und Flamme. 2003 stellten er und sein Team den ersten Prototyp seiner Wahlmaschine Prime III vor. Das Gerät ermöglichte es nicht nur gesunden Wählern, ihre Wahl durch Berühren eines Bildschirms zu treffen. Es ermöglichte auch Menschen mit Einschränkungen beim Sehen, Hören, Sprechen oder Lesen, etwa mithilfe eines Headsets und Mikrofons oder eines Bediensystems mit Vorlesefunktion und zwei Tasten für „Auswahl“ und „Weiter“ abzustimmen.

Es dauerte bis 2018, bis Gilberts Prime-III-Software nach Pilottests erstmals in New Hampshire sowie in Butler

County im Bundesstaat Ohio eingesetzt wurde, wo Gilbert aufgewachsen ist. Wenn Eric Corbin, stellvertretender Leiter der Wahlbehörde von Butler County, technische Unterstützung und kleine Anpassungen des Prime-III-Codes benötigt, ruft er Gilbert an oder schickt eine SMS. „Es würde mich wundern, wenn er mehr als 24 Stunden braucht, um sich bei uns zu melden“, sagt Corbin.

Die neueste Version des Geräts, die Gilbert und seine Studenten 2022 fertiggestellt haben, verfügt wie normale

Die Vorteile elektronischer Wahlmaschinen liegen auf der Hand: Sie ermöglichen eingeschränkten Menschen selbst die Wahl auf einem Parkplatz.



Wahlgeräte über einen Touchscreen und einen Drucker, der einen Papierstimmzettel erstellt. Dieser wird dann in einen Scanner eingezogen und kann später etwa für Neuauszählungen verwendet werden. Anders als handelsübliche Geräte hat er eine Reihe von zusätzlichen Sicherheitsmerkmalen. So ist etwa der Touchscreen durchsichtig, damit Wähler in Echtzeit beobachten können, wie die Maschine ihren Stimmzettel ausdruckt, und es gleich erkennen können, wenn die Maschine einen anderen Kandidaten als ausgewählt anzeigt als den von ihnen angetippten.

Dann, so Gilbert, können sie den Alarm auslösen. Denn eine langjährige Sorge über die nach digitaler Auswahl erstellten Papierwahlzettel besteht darin, dass die Wähler nicht überprüfen können, ob das, was sie auf dem Gerät gewählt haben, genau so auf ihren Stimmzettel übertragen wurde. Wenn das nicht der Fall ist, nützen auch spätere Wahlprüfungen nichts.

Das gesamte Gerät steckt außerdem in einem transparenten Gehäuse aus Glas, sodass es schwierig ist, etwa ein USB-Laufwerk unbemerkt anzuschließen. Vor allem aber sind das Betriebssystem des Geräts, die Software, der Druckeranschluss und die Wahlinformationen auf einer schreibgeschützten Blu-ray-Disc gespeichert. Sie kann im Gegensatz zu einer herkömmlichen Festplatte, die theoretisch manipuliert werden könnte, um die Stimmen einer Person zu verändern, nicht

überschrieben, modifiziert oder in irgendeiner Weise verändert werden.

Um außerdem sicherzustellen, dass auch das Hochladen von bösartigem Code über USB-Anschlüsse während eines Wählvorgangs nichts bringt, startet Gilberts Gerät nach jeder abgegebenen Stimme neu. „So kann keine Software persistieren“, sagt Gilbert.

KEINER WILL GILBERTS MASCHINE PRÜFEN

Doch bisher wartet Gilbert vergeblich darauf, dass Forscher oder Hacker seine Wahlmaschine auf Herz und Nieren prüfen. Zu dem halben Dutzend Experten, die Gilbert bis Anfang Mai per E-Mail über seine Herausforderung informiert hatte, gehörten neben Appel auch Harri Hursti. Er ist Mitbegründer und Co-Organisator des „Voting Machine Hacking Village“-Wettbewerbs auf der jährlichen Hacking-Konferenz DEF CON in Las Vegas.

Insbesondere die DEF CON schien Gilbert die perfekte Gelegenheit zu sein, seine BMD zu präsentieren. Denn der Voting-Village-Hackerwettbewerb hat das erklärte Ziel, Cyberschwachstellen in der US-Wahlinfrastruktur aufzuzeigen. Bei der Veranstaltung haben die Teilnehmer die Werkzeuge, den Zugang und Zeit, um alle Geräte vor Ort aufzuschrauben, zu zerlegen – also im Wesentlichen zu zerstören.

Touchscreen-Wahlmaschinen wie diese in Florida drucken nach der digitalen Wahl einen Papierbeleg aus.



© Copyright by Heise Medien.

Die Veranstaltung produziert manchmal virale Erfolge, wie ein Twitter-Video im Jahr 2018, in dem die Hackerin Rachel Tobac behauptete, sie habe sich Administrator-Zugriff auf eine Wahlmaschine verschafft, die in 18 Bundesstaaten verwendet wird. „Erfordert keine Werkzeuge und dauert weniger als zwei Minuten“, schrieb Tobac auf Twitter. „Ich mache mir Sorgen um unsere bevorstehenden Wahlen.“

Organisator Hursti hält sogar so große Stücke auf seinen Wettbewerb, dass er zu Beginn der DEF-CON-Konferenz im August 2021 selbstsicher verlauten ließ: „Wir wissen, dass jede einzelne Maschine in diesem Raum gehackt werden kann. Und auch jede zukünftige Maschine kann gehackt werden.“ Doch trotz dieser selbstbewussten Töne hat er Gilberts Maschine auch 2022 nicht für seinen Wettbewerb vorgesehen. Obwohl die häufig geübte Kritik von DEF-CON-Teilnehmern, dass Wahlmaschinen-Hersteller ihren Code geheim halten, bei Gilbert nicht einmal zutrifft. Sein Prime-III-Wahlsystem ist quelloffen. Der Forscher hat sogar ein Video der Funktionsweise seines Gerätes vorab veröffentlicht (transparentvotingmachine.com).

Die Experten, die Gilbert kontaktiert hatte, gaben unterschiedliche Erklärungen für ihr Schweigen ab. Einer war bereits im Ruhestand, ein anderer im Krankenhaus. Hursti bemängelte, Gilbert habe eine E-Mail an seinen persönlichen Account geschickt, nicht an den offiziellen des DEF CON Voting Village. Wiederholte ließ er Anfragen, ob er die Maschine in die Veranstaltung im nächsten Jahr einzubeziehen würde, ohne Antwort. Erst Ende Oktober 2022 stellte Hursti klar, dass Gilberts Maschine auf der Convention 2023 willkommen wäre – vorausgesetzt, er befolgt bestimmte DEF-CON-Richtlinien, darunter, dass die Hacker keine Geheimhaltungsvereinbarungen unterzeichnen müssen.

Appel wiederum lehnte eine gründliche Prüfung mangels Mitteln dafür ab. In Kenntnis von Gilberts Video sowie einer Präsentation über das neue Modell lobte er zumindest die Designidee als gut. Das Fehlen einer Festplatte biete tatsächlich weniger Angriffsflächen für Hacker. Der Forscher fügte hinzu, dass das Gerät ein Problem mit Geräten zur Kennzeichnung von Stimmzetteln angeht, das bisher noch niemand wirklich in Angriff genommen hat.

Dennoch sei er skeptisch, ob die Maschine wirklich unhackbar sei. Wie er im April 2021 in einem Blog schrieb, ließe sich die Aufforderung des Gerätes an die Wähler, ihre abgegebenen Auswahlen zu überprüfen, durch einen subtilen Hack einfach ausschalten. Doch selbst wenn Wähler einen Fehler der Maschine bemerkten, würden es zu viele nicht melden. Tatsächlich hatten bei Tests 41 Prozent der Probanden einen von Gilbert absichtlich eingebauten Stimmenzuschlag für einen der nicht ausgewählten Kandidaten zwar bemerkt, aber nicht gemeldet. Selbst wenn die Wahlhelfer am echten Wahltag dem Stress standhalten und in einem solchen Fall, wie von Gilbert vorgesehen, den Original-



Die sichere Wahlmaschine ist für Juan Gilbert zur Obsession geworden.

„Hat der Staat erst vor Kurzem Geräte gekauft, sucht er vielleicht erst in zehn Jahren noch mal.“

datenträger mit dem in der Maschine befindlichen vergleichen und eine Manipulation der Maschine feststellen – was geschieht dann?

Es ist unklar, ob Gilberts Gerät jemals eine breitere Anwendung finden wird. Für potenzielle Neulinge ist es schwer, in der Branche Fuß zu fassen, sagt Ben Hovland, Beauftragter der Wahlunterstützungskommission (Election Assistance Commission), die ursprünglich vom HAVA geschaffen wurde, um die Anforderungen des Gesetzes umzusetzen. Zunächst einmal ist die Branche nicht sehr groß. „Hat der Staat erst vor Kurzem Geräte gekauft, sucht er vielleicht erst in zehn oder mehr Jahren noch mal“, sagt Hovland.

In den meisten Bundesstaaten müssen die Geräte außerdem zertifiziert werden, wofür die Verkäufer zahlen müssen. Nach den EAC-Richtlinien könnte Gilbert Hunderttausende von Dollar für diesen Prozess ausgeben müssen. Gilbert plant vorerst einen neuen, detaillierteren Fachartikel über sein Design und hofft immer noch, einen Hacker zu finden, der bereit ist, die Maschine zu testen.

Doch die Ablehnung der Wahlhacker-Community hat bei Gilbert inzwischen Spuren hinterlassen und für beginnende Resignation gesorgt. Sie konzentrierte sich oft mehr darauf, Maschinen performativ zu zerlegen, als tatsächlich an Lösungen zu arbeiten. „Sie schauen nur auf Dinge, von denen sie wissen, dass sie sie knacken können“, sagt Gilbert. „Wenn Sie etwas haben, das sie nicht auf den ersten Blick entschlüsseln können, werden sie es nicht anfassen.“ ●

„Dass eine Open-Source-Lösung besser ist als eine proprietäre Plattform, in der ein wirrer Egomane das Zepter schwingt, darüber brauchen wir hier wohl nicht zu diskutieren. Die Frage ist nur: Ist das für eine ausreichend große Menge an Menschen ausreichend wichtig, dass sie sich zu einem Wechsel bewegen lassen?“

Gregor Honsel, TR-Redakteur, über den Wechsel von Twitter zu Mastodon (Seite 102)

Review

- 95 AUSPROBIERT • Zwei Minuten für die Realität
- 96 HARDWARE • Klang aus dem Kragen • In Algen gehüllt
- 100 MEDIEN • Grüne Gier • Der Report der Magd
- 102 MEINUNG • Schluss mit Twitter! Auf zu Mastodon! Oder doch nicht?
- 106 DER FUTURIST • Zeitsprung

Zwei Minuten für die Realität

**Ein bisschen mehr Authentizität in der virtuellen Welt gewünscht?
Die App BeReal ist Alltag pur – und wer versucht, die tägliche Momentaufnahme aus seinem Leben zu manipulieren, wird entlarvt.**



Ein typischer BeReal-Post an einem Mittwoch, 11.00 Uhr, im Leben der Autorin. Alles andere als spektakulär, aber eben real.

Laut macht sich mein Handy bemerkbar. „Time to BeReal“ steht auf meinem Display, umrahmt von zwei Achtung-Emojis. Ich habe zwei Minuten Zeit, um ein Foto in der App zu posten. Ich richte die Handykamera auf das, was in diesem Moment vor mir ist. Dann sagt BeReal: „Bitte lächeln“ – und nimmt gleichzeitig mein Selfie auf. Das kombinierte Bild wird hochgeladen, und ich warte noch kurz, ob einige meiner Freunde vielleicht genauso pünktlich „real“ sind wie ich.

Ungefiltert und ohne Algorithmen bekomme ich dann zu sehen, was meine Freunde gerade machen – und das immer wieder zu einem anderen, zufällig von der App ausgewählten Zeitpunkt am Tag.

Es ist wie ein Schlüsselloch, durch das ich in das Leben der anderen schaue. Ich sehe meine Freunde beim Kochen, beim Fernsehen, bei der Arbeit oder im Urlaub. Das tägliche Foto soll nur in den zwei Minuten und kann nur in der App aufgenommen werden. Statt schöner Strandszenerie sieht man dann schon mal das ungemachte Hotelbett, wenn die Benachrichtigung um neun Uhr morgens kommt.

Ein bisschen Mogeln geht dennoch: Nichts hindert mich daran, für mein BeReal auf den „perfekten“ Moment zu warten. Öffne ich die App fünf Stunden nach dem Alarm, kann ich zunächst keine Fotos meiner Freunde sehen. Das geht nur, wenn ich selbst BeReal poste. Mache ich das, zeigt die App meine Verspätung allerdings auch an – ebenso wie die Anzahl der Bildversuche. Denn die App zeigt das geschossene Foto an, bevor man auf Hochladen tippt. Gerät es dann doch mal zu real für meinen Geschmack, kann ich es neu aufnehmen und den Standort mitteilen.

Genau das macht BeReal so transparent: Trotz der Grundidee, bei Aufforderung sofort und innerhalb von zwei Minuten ein Bild zu machen und hochzuladen, lässt die App mir genug Freiraum, sie dann zu nutzen, wenn ich gerade kann. Dass ich eine andere Situation fotografiert habe als die zum Zeitpunkt X, teilt sie meinen Freunden dann aber auch mit, sodass ich gar nicht die Chance habe, meinen Alltag künstlich zu schönen.

Reicht mir der Austausch mit meinen Freunden nicht, kann ich meine Bilder auch in BeReal global posten. Dann landet das Bild in einem Explore-Feed, der einen kleinen Einblick in die Realität von Menschen auf der ganzen Welt gibt. Es fühlt sich allerdings ein wenig seltsam

an, die Wohnzimmer und Arbeitsplätze Fremder zu sehen.

BeReal kam bereits 2019 in die App Stores. 2021 gab es gerade mal 700 000 täglich aktive Nutzer, im Oktober 2022 waren es plötzlich über 20 Millionen. Eine gute Steigerung, die sicherlich auch mit den anderen sozialen Netzwerken zu tun hat, auf denen die Nutzerinnen und Nutzer mit ihren Erfahrungen mit BeReal viral gegangen sind.

Trotz gelegentlicher Benachrichtigungen über neue Posts hält mich BeReal nicht lange in der App, im Schnitt nur zwei Minuten am Tag. Allein auf Instagram verbringe ich etwa 40 Minuten. Da stellt sich die Frage: Wie soll ein soziales Netzwerk überleben, dessen Identität darauf aufbaut, nur einmal täglich seinen Alltag zu posten? Wer die sozialen Netzwerke der letzten Jahre beobachtet hat, weiß: Zuerst kommt die Nutzerfreundlichkeit zum Aufbau der Nutzerschaft. Erst später, wenn die App für ihre Nutzer unerlässlich ist, kann ihnen Werbung zugemutet werden. Ich bin gespannt, ob und wie sich BeReal weiterentwickelt – oder ob ich es doch zu langweilig finde und in ein paar Monaten schon wieder deinstalliert haben werde.



Aylin zur Borg, TR-Social-Media-Redakteurin, lebt in den virtuellen Welten. BeReal ist ihr täglicher Draht zu ihren Freunden auf der ganzen Welt.

UNTERHALTUNGSELEKTRONIK

Klang aus dem Kragen

Ein Mittelding zwischen Kopfhörer und Surround-Anlage hat Sony mit dem Nackenlautsprecher SRS-NS7 auf den Markt gebracht. Er besteht aus einem flexiblen Bügel, dessen Lautsprecher nach oben und unten gerichtet sind. Mittels App kann er laut Sony auch die „Ohrform analysieren“, um einen individuellen Klang mit virtuellen, scheinbar frei im Raum stehenden Lautsprechern zu erzeugen.

Die Kommunikation mit dem Fernseher geschieht über einen mitgelieferten Bluetooth-Sender. Kompatibel ist der Klangkragen zu Dolby Atmos sowie zu Sonys Fernsehern mit „Cognitive Processor“, der Bilder analysiert und daraus den passenden Raumklang errechnet. Dank eingebautem Mikrofon taugt der Nackenlautsprecher auch als Headset. Das Computermagazin c't bescheinigte dem Gerät „fühlbare Bässe“ und auch im kleinen Wohnzimmer „einen voluminösen Raumklang“. Beim Fläzen auf dem Sofa lasse sich der Kragen gut tragen – zumindest, solange man sich nicht auf die Seite legt.



Hersteller: Sony / Produkt: SRS-NS7 / Preis: 299 Euro
Link: heise.de/s/xr2v



ENERGIE

Musik mit Wasserkraft

In Zeiten knapper und teurer Energie kommen Ingenieure auf immer wildere Energiesparideen. Seit 2022 bietet der US-Hersteller Ampere einen Bluetooth-Lautsprecher an, der vom Duschwasser mit Strom versorgt wird.

Das Shower Power genannte Gerät wird zwischen Wasseranschluss und Duschkopf geschraubt. Eine kleine Turbine lädt dann einen herkömmlichen Akku auf. Musik wird per Bluetooth vom Smartphone zugespielt.

Wie lange man das Wasser laufen lassen muss, um den Akku zu laden, verraten die Hersteller allerdings nicht. Angeblich soll der aus recyceltem Meeresplastik hergestellte Lautsprecher bei voller Ladung bis zu 16 Stunden lang Musik abspielen.

Produkt:
Shower Power
Hersteller:
Ampere
Preis: 79 Euro
Link: ampere.shop/products/shower-power-the-hydro-power-shower-speaker

BRETTSPIELE

Autorennen in Zeitlupe

Rennen mit ferngesteuerten Autos machen nur rasant schnell Spaß? Tiny Turbo Cars für zwei bis vier Spieler schafft das Kunststück, sie auch in Zeitlupe zur Herausforderung zu machen. Alle Spieler planen nach Sichtung der Rennstrecke ihre Manöver und legen ihre Reihenfolge mit Symbolen auf einem Schiebe-Puzzle fest. Ob dann alles wie geplant läuft oder man doch anderen ausweichen muss, ins Rutschen kommt, auf dem Teppich hängen bleibt oder gar abgeschossen wird, hängt von der Startreihenfolge ab. Je schneller man seine Route zurechtschiebt, desto besser wird der Startplatz. Spezialkarten helfen dabei, Schäden zu vermeiden und zwischen den Runden doch noch auszuweichen.



Produkt:
Tiny Turbo Cars
Hersteller:
Horrible Guild
Preis: 39,90 Euro
Link: heise.de/s/4gbL

Foto: Horrible Guild
Ampere

MODE

Erst nähen, dann laufen

Schuhe zum Selber nähen bietet das niederländische Start-up SneakerKit an. Die Idee ist nicht neu: Bereits 2014 brachte das in Weimar gegründete und heute in Österreich ansässige Unternehmen Comake einen Bausatz für Leder-Halbschuhe auf den Markt (siehe TR 6/2014, S. 23). Zentraler Vorteil neben dem Spaß am Selbermachen: Durchgelaufene Sohlen lassen sich einfach ersetzen.

Aufbau und Optik der Schuhe von Comake und SneakerKit ähneln sich. Allerdings offerieren die Niederländer eine größere Auswahl an Formen (hoher und niedriger Schaft, Sandalen) und Materialien (unter anderem Nubuk, Wildleder und vegan in verschiedenen Farben und Stärken). Zudem sind die Schuhe günstiger. Dafür müssen Kundinnen und Kunden aber auch mehr machen – etwa das Leder mit einer Schablone zuschneiden und Löcher ausstanzen. Comake liefert hingegen vorgefertigte Teile, die nur noch zusammengenäht werden müssen.



Produkt: Full SneakerKit / Hersteller: SneakerKit
Preis: 89 Euro / Link: sneakerkit.eu

KLEIDUNG

In Algen gehüllt

Fast Fashion hat nicht zu Unrecht den Ruf, besonders umweltschädlich zu sein. Mit on demand angefertigten Kleidungsstücken aus recycelter Baumwolle und Makroalgenfasern will das isländische Modelabel Katla dagegenhalten.

Makroalgen wie Seegras, die bevorzugt in Küstengewässern wachsen, filtern Nährstoffe aus Landwirtschaft und Abwässern, wachsen extrem schnell und binden so CO₂. Ihre Zellen enthalten viel Lignin. In den vergangenen Jahren sind zahlreiche Start-ups entstanden, die daraus Garne herstellen.

Katla verwendet Pyratex-Gewebe, die zu 20 Prozent aus Seegras und zu 80 Prozent aus Baumwolle bestehen. Das Seegras stammt von den Svefneyjar, einer Inselgruppe vor der isländischen Küste. So viel Nachhaltigkeit muss man sich allerdings auch leisten können: Für ein locker sitzendes T-Shirt aus isländischem Seegras und Biobaumwolle zahlt man 169 Euro.

Produkt: Katla Regeneration / Hersteller: Katla / Preis: T-Shirt ab 169 Euro
Link: katla.com/collections/regeneration-collection

© Copyright by Heise Medien.

Produkt: revolt
Solarmodul ZX3282
Anbieter: Pearl GmbH
Preis: 149,99 Euro
Link: pearl.de/a-ZX3282-3034.shtml



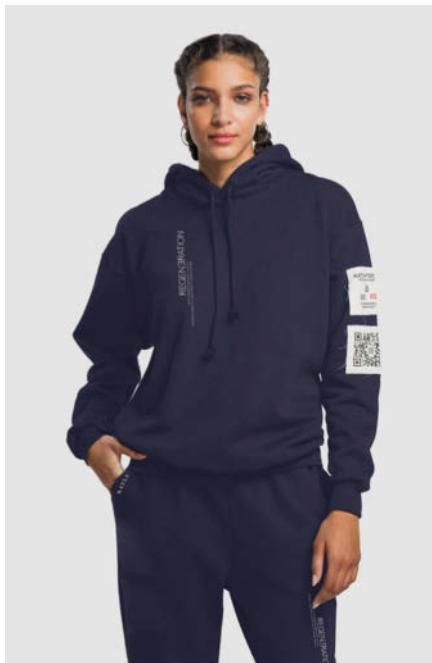
ENERGIE

Mach die Biege

Der Onlineshop Pearl hat ein flexibles 100-Watt-Solarpanel im Angebot, das sich nach Herstellerangaben um bis zu 30 Grad biegen lässt. Damit kann man das Revolt Solarmodul auch auf Zelten, Balkongittern, Campingwagen und Booten anbringen. Als maximale Netzspannung liefert es 18 Volt.

Die monokristallinen Solarzellen halten Temperaturen zwischen -40 und +85 Grad stand. Für wassernahe Anwendungen ist das 120 mal 54 mal 0,3 Zentimeter große Panel wassererdicht und salzwasserfest. Es wiegt 2,5 Kilogramm.

Noch muss man den Laderegler oder eine 12-Volt-Batterie, an die man das Panel mit einem 2,5-Meter-Kabel anschließt, separat bestellen. Pearl will aber demnächst auch Sets inklusive Laderegler und Lithium-Eisenphosphat-Batterie anbieten.



POSTLEITZAHL 0**01217 Dresden**

Elektronik, Produktions-/ Automatisierungstechnik, Life-Sciences, Green Economy

TechnologieZentrumDresden GmbH

4 Standorte für Ihr Technologieunternehmen. Kompetenz für Start-Ups und Wachstum.

Dr. B. Dressel

Tel.: 03 51/85 47 86 65

Fax: 03 51/85 47 87 34

E-Mail: kontakt@tzdresden.de

www.tzdresden.de

**12489 Berlin**

Photonik und Optik, Photovoltaik und Erneuerbare Energien, Mikrosysteme und Materialien, Informationstechnik (IT) und Medien, Biotechnologie und Umwelt

Wissenschafts- und**Technologiepark Berlin Adlershof**

Unsere Technologie- und Gründungszentren bieten Unternehmen maßgeschneiderte Services wie eine Gründerwerkstatt, Accelerator-Programme und Fachnetzwerke aus Wissenschaft und Wirtschaft sowie Raum für Wachstum in einem urbanen Umfeld. Sprechen Sie uns an!

WISTA Management GmbH

Dr. Peer Ambrée, Rudower Chaussee 17

Tel.: 030/6392 2250

E-Mail: ambree@wista.de

www.adlershof.de

**14476 Potsdam**

Bioökonomie, Diagnostik, Chemie,

Polymere, Physik, Optik, Informatik

Potsdam Science Park

Wir bieten: 30.000 m² Mietflächen für Labore und Büros, 4 ha verfügbare Gewerbegebiete, Startup Space, Startup Academy, Welcome Service, Sprachschule, Transferservice, sowie eine hochmoderne Forschungsinfrastruktur durch die Konzentration exzellenter wissenschaftlicher Einrichtungen.

Sprechen Sie uns an!

Standortmanagement Golm GmbH

Am Mühlberg 11

Tel.: +49 (0)331 – 237 351 135

info@potsdam-sciencepark.de



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung

POSTLEITZAHL 1**12459 Berlin**

Optische Technologien, Mess- und Feingerätetechnik, Bio- und Medizintechnik, Umwelt- und Energietechnik, Gerätebau

Technologie- und Gründerzentrum**Schöneweide**

Gründen und mieten in Schöneweide.

Moderne Büro-, Labor- und Werkstattflächen auf ca. 20.000 m².

Coworking-Arbeitsplätze, Konferenz- und Seminarräume, Empfangs- und Sicherheitsdienst sowie Kantine mit Dachterrasse.

Tel.: 030/6576-4413

E-Mail: info@corona-immobilien.de

www.tgs.berlin

**12555 Berlin**

Umwelt- und Energietechnik, Bio- und Medizintechnik, Optoelektronik und Informationstechnologie

Technologie- und Gründerzentrum**Innovationspark Wuhlheide**

Gründen – Mieten – Bauen

Modern ausgestattete Büro-, Werkstatt-, Werkhallen- und Laborflächen auf ca. 50.000 m², Konferenzraumservice, individuelle IT-Lösungen und Bistro.

Tel.: 030/6576-4410

E-Mail: info@corona-immobilien.de

www.ipw-berlin.info

POSTLEITZAHL 3**34131 Kassel**

Produktions-/Verfahrenstechnik, Technische Dienstleistungen, Informationstechnologie

FiDT Fördergesellschaft für innovative Dienstleistungen und**Techniken mbH**

Top-Standort für den Einstieg in den Markt, Perfekte Verkehrsanbindung. Breitband-IT-Infrastruktur, flexible Flächen von 13-200 m², vernetzt im Haus und in der Region.

Tel.: 0561/93897-0

www.fidt.de

Unser Service für Technologiepartner

Die Rubrik „Technologiepartner“ ist eine Plattform für Technologie- und Gründerzentren sowie für Technologieparks. Als Technologie- und Gründerzentrum haben Sie die Möglichkeit, die Leser von MIT Technology Review auf Ihr Zentrum und Ihre Dienstleistungen aufmerksam zu machen.

POSTLEITZAHL 4**40225 Düsseldorf**

Biotechnologie, Medizintechnik, Chemie/Pharma, Umweltschutz
Life Science Center Düsseldorf
Büros und Labore (bis S2-Standard) für Existenzgründer & etablierte High-Tech-Firmen und Dienstleister; Universitätsnähe; Netzwerk von Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft & Finanzen
Dr. Thomas Heck
Tel.: 0211/9131 47-50
E-Mail: heck@lsc-dus.de
www.lsc-dus.de

POSTLEITZAHL 5

BioCampus Cologne

50829 Köln
Biotechnologie/Pharma, Medizintechnik, Chemie, IKT, Cleantech
BioCampus Cologne Grundbesitz GmbH & Co. KG
Der BioCampus Cologne entwickelt sich zu einem der größten Biotechnologieparks Deutschlands. Vom Gründer bis zum Global Player finden hier innovative Unternehmen optimale Wachstumsbedingungen und eine perfekte Infrastruktur.
Andre van Hall
Tel.: 0221/168095 90
Fax: 0221/168095 99
E-Mail: info@biocampuscologne.de
www.biocampuscologne.de

POSTLEITZAHL 6**69120 Heidelberg**

Biotechnologie, Pharma, Medizin, Umwelttechnik, Organische Elektronik, Digitalisierung, Künstliche Intelligenz
Technologiepark Heidelberg GmbH
Büros, Labore, Reinräume, Co-Working und Beratung für Unternehmen und Existenzgründer, internat. Netzwerk aus Wissenschaft und Wirtschaft.
Seit 1984 wuchs der TP an 6 Standorten bedarfsorientiert. Jüngster Standort ist das 2019 eröffnete, multi-funktionale Business Development Center (BDC) Heidelberg.
Dr. André Domin
Tel.: 06221/5025710
E-Mail: technologiepark@heidelberg.de
www.technologiepark-heidelberg.de

POSTLEITZAHL 8**86159 Augsburg**

Carbonfaserverbund, Luft- und Raumfahrt, Mechatronik, Automation, Robotik, Umwelttechnologie, Ressourceneffizienz
Augsburg Innovationspark mit Technologiezentrum
Wir beschleunigen Innovationen in Produktionsfirmen! 70 Hektar Flächen neben der Universität, 13 Technologie-Forschungseinrichtungen, ein Technologiezentrum mit 3000 m² Technikumsfläche sowie Event-Flächen. Erster Eindruck hier: YouTube: Augsburg Innovationspark Imagefilm
(0)821-80 90 30-40
E-Mail: info@augsburg-innovationspark.com
www.augsburg-innovationspark.com

POSTLEITZAHL 9**91522 Ansbach**

Umweltschutz/-technik, Technische Dienstleistungen, Informationstechnologie, Produktions- und Verfahrenstechnik
Technologie- und Innovationszentrum Ansbach
Individueller Ausbau – Büros ab 16 m²
Tel.: 0981/953838-0
Fax: 0981/953838-38
E-Mail: info@tiz-ansbach.de
www.tiz-ansbach.de

MIT Technology Review: Angebot für Technologiepartner

Mit einem Eintrag unter der Rubrik „Technologiepartner“ haben Sie monatlich die Möglichkeit, die Leser von MIT Technology Review auf Ihr Zentrum/Ihre Dienstleistungen aufmerksam zu machen. Ihr Angebot wird nach Postleitzahlen sortiert aufgenommen. Für einen Jahreseintrag (5 Zeilen à 40 Zeichen + Logo) berechnen wir exklusiv nur 1200 Euro (zzgl. MwSt.). Gerne sende ich Ihnen Informationen und Unterlagen zu, ich freue mich auf Ihre Anfrage.

Der Sozialphilosoph Wigbert Tocha übt aus einer linken Position heraus Kritik an der Umweltbewegung – teils mit Argumenten, die auch aus rechtspopulistischen Kreisen stammen könnten. – Gregor Honsel

Fridays for Technokratie



Wigbert Tocha: Grüne Gier.
Warum die Blütenträume des
Öko-Kapitalismus nicht reifen.
Oekom, 216 Seiten, 20 Euro
(E-Book: 15,99 Euro).

Ökonomie und Ökologie lassen sich versöhnen – dieser Konsens hält die deutsche Energiewende seit Jahrzehnten zusammen. Der Sozialphilosoph Wigbert Tocha arbeitet sich daran mit polemischer Schärfe ab: „Ökologische Probleme werden bestenfalls verlagert, aber nicht gelöst“, schreibt er in seinem Buch *Grüne Gier*. „Im Kern wird nur das Mantra des Höher, Schneller, Mehr und Größer wiederholt.“ Dem Neokapitalismus sei es gelungen, „einen Teil der Umweltbewegung zu vereinnahmen“, darunter auch die Fridays-for-Future-Bewegung. Dabei sei die „kapitalistische Ökonomie strukturell unfähig, eine Wende zu vollziehen“. Im „fortschreitenden Technizismus“ sieht Tocha gar „Züge des Totalitären“. Ebenso wie die Atomkraft befeuerten erneuerbare Energien den „Traum von der unbegrenzt zur Verfügung stehenden Energie und des unbegrenzten Wachstums“ und seien „Ausdruck eines alten Denkens“.

Als Alternative plädiert er für eine dezentrale, sich selbst versorgende „Bedarfswirtschaft“, die sich daran orientiert, was für ein „auskömmliches Leben“ und zur „Aufrechterhaltung der Gesellschaft“ nötig ist. Die Suche nach technischen Verbesserungen und Effizienz sei zwar weiterhin sinnvoll, müsse aber mit dem Ziel eines „äußerst sparsamen Materialeinsatzes“ verbunden werden. Tocha: „Es geht nicht darum, möglichst viele Dinge zu tun, sondern ganz wesentlich darum, Dinge nicht zu tun.“

Eine solche „Postwachstumsgesellschaft“, schränkt Tocha ein, sei allerdings nur denkbar, wenn sie mit einem „Genug für alle“ verbunden sei und keine Einschränkungen von denen fordere, die ohnehin weniger haben. „Der Mensch ist nicht zum Verzicht geboren“, so Tocha. Es gehe deshalb nicht um „Verzichtsapelle“, sondern um „alternative Genusserlebnisse“. „Glückliche Menschen machen weniger kaputt. Und sie müssen nicht so viel konsumieren.“

Tochas Kernthese dürfte mittlerweile auch in weiten Teilen der politischen Mitte mehrheitsfähig sein: Technische Lösungen allein werden uns nicht retten, es braucht dazu auch Verhaltensänderungen (siehe S. 14). Ärgerlich ist allerdings, dass er sie teilweise mit fragwürdigen Argumenten belegt. So zitiert er beispielsweise die Aussage, dass bei der „Produktion eines Elektroautos fast doppelt so viele Emissionen freigesetzt werden wie bei der Produktion eines Diesel-PKWs“ – ohne darauf einzugehen, wie es denn mit dem Ressourcenverbrauch über die ganze Lebensdauer hinweg aussieht. Und er behauptet fälschlicherweise, dass Photovoltaikanlagen in sonnenärmeren Gegenden wie der Schweiz oder dem Norden Deutschlands weniger Energie produzieren, als zu ihrer Herstellung nötig war. Hier vertritt Tocha aus einer dezidiert linken Position heraus Argumente, die auch in rechtspopulistischen Kreisen regelmäßig wiedergekäut werden.

INTERNET

True Cyber-Crime

Jeder kennt sie – diese Mails mit Phishing-Anhängen, von denen man sich fragt, wie irgendjemand darauf hereinfallen kann. Sie sind die kleinen Schwestern der Angriffe auf digitale Infrastrukturen, die uns täglich vor Augen führen, dass es da draußen eine digitale Schattenwelt gibt. Wie mächtig Cyberhacking ist, erzählt Eva Wolfangel in *Ein falscher Klick*. Sie taucht tief in die Hacker-Strukturen ein, erzählt von genialen Köpfen, die sich einfach nur bereichern wollen, von staatlichen Hackern, die im Auftrag ihres Landes digital Krieg führen, und von Menschen, die versuchen, uns vor diesen Hackern zu schützen.

Wolfangel gelingt dabei das Kunststück, so von Cyberkriminalität zu erzählen, dass aus dem Nerd-Zug ein Krimi wird, der einen kräftigen Sog entfaltet. Wir lernen, wie eine Hotelbuchung Zugang zu Telefon und Rechner eröffnet, wie ein Angriff 2017 das öffentliche Leben der Ukraine lahmlegte oder wie ein Handverband menschliche Sicherheitslücken weit öffnet. Mit jeder Seite wird diese Welt der Hacker beklemmender und die Gefahr realer. Und das Lachen über die täglichen Phishing-Mails bleibt irgendwie im Hals stecken. – Jo Schilling



Eva Wolfangel:
Ein falscher Klick.
Hackern auf der
Spur. Penguin
Verlag, 352 Seiten,
18 Euro (E-Book:
12,99 Euro).



The Playlist,
Netflix, ab 4,99
Euro pro Monat.

SERIE

Start-up-Kult

Spotify hat die Musikindustrie auf den Kopf gestellt. Überall grenzenlos Musik streamen, statt seine private Sammlung auf einem iPod spazieren zu tragen, ist in den 2000er-Jahren durchaus eine Revolution gewesen. Da es eine Tech-Geschichte ist und damit scheinbar automatisch Neuzeitglitzer mitbringt, hat Netflix mit *The Playlist* kurzerhand eine Miniserie aus dem Stoff gedreht. Die Geschichte hat allerdings wenig Glamour: Die schwedischen Entwickler gründen halt ein Start-up, das durch Höhen und Tiefen manövriert.

Ungewöhnlich ist an der Serie lediglich die Erzählweise: In jeder Folge stellen die Filmemacher eine andere Perspektive auf den Streamingdienst vor, die jeweils ein anderer Protagonist repräsentiert. Wir lernen den Visionär kennen und die Ängste der Musikindustrie; die Tücken der Technik und der Finanzierung. Netflix versucht sich auch kritisch, wenn es um die Sicht der Musikschauffenden geht, die damals öffentlichkeitswirksam mit dem Streaming-Konzept gehadert haben. Die Serie ist zwar ein nettes Kaleidoskop der Perspektiven, bleibt aber doch nur eine Start-up-Gründungsgeschichte ohne Tiefe. – Jo Schilling

KLASSIKER NEU GELESEN

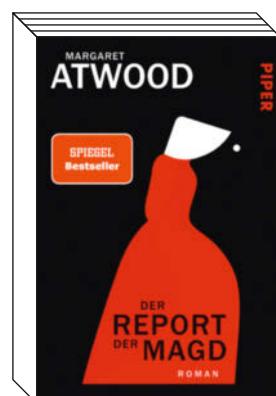
Feuerfeste Dystopie

Die Umweltverschmutzung hat große Teile der Menschheit unfruchtbar gemacht. Nach einem blutigen Staatsstreich haben christliche Fundamentalisten in den USA Frauen enteignet, entmündigt, in Kästen eingeteilt, als Gebärmaschinen versklavt. Wer sich auflehnt, wird öffentlich von seinen Mitmenschen zu Tode geprügelt.

Seit Margaret Atwood diese düstere Vision 1985 im Roman *Der Report der Magd* veröffentlichte, hat dieser Stoff immer wieder neue Aufmerksamkeit bekommen. Bereits 1990 wurde er von Volker Schlöndorff verfilmt. Seit 2017 läuft er als TV-Serie, deren fünfte Staffel gerade gestreamt wurde. Eine sechste Staffel ist angekündigt. Und 2019 veröffentlichte Atwood, 83, selbst eine Romanfortsetzung. Für ihren nüchtern-sarkastischen Blick in eine dunkle Zukunft gibt es in der englischen Sprache mittlerweile sogar ein eigenes Adjektiv: „atwoodian“.

Das Erstarken der religiösen Rechten in den USA und der Sturm aufs Kapitol haben erneut gezeigt, wie knapp die Wirklichkeit manchmal an Schreckensszenarien vorbeischrappt. „Aber in meinem Buch waren die Aufrührer viel besser organisiert“, sagte Atwood jüngst in einem *Spiegel*-Interview. Auch auf wissenschaftlicher Ebene kommen die Treffer näher: Mitte November meldete ein internationales Forschungsteam, dass sich die Konzentration männlicher Spermien seit 1973 mehr als halbiert habe. „Den Menschen droht eine Reproduktionskrise“, kommentiert der britische *Guardian*.

Doch der stärkste Beleg für die anhaltende Wirkung des Romans ist wohl die Reaktion religiöser Hardliner: In Spanien und Portugal war er verboten, in mehreren US-Bundesstaaten wurde er aus den Schulbibliotheken und dem Unterricht verbannt. Aus Protest dagegen hatte Atwood Anfang dieses Jahres eine feuerfeste Ausgabe drucken lassen. Man weiß ja nie. Bücherverbrennungen waren im Roman schließlich eine der ersten Maßnahmen des neu errichteten Gottesstaats. – Gregor Honse



Margaret Atwood:
Der Report der Magd. Piper,
416 Seiten, 12 Euro
(E-Book: 11,99 Euro).

Schluss mit Twitter! Auf zu Mastodon! Oder doch nicht?

Elon Musk sorgt seit dem Kauf von Twitter für viel Wirbel auf der Plattform. Die Alternative Mastodon erfreut sich deshalb gerade großer Beliebtheit. Sollte man also nun schnell wechseln und das vermeintlich sinkende Schiff Twitter verlassen? Gregor Honsel, TR-Redakteur, und Luca Caracciolo, TR-Chefredakteur, haben da durchaus unterschiedliche Ansichten.

PRO: PLATZHIRSCHE SIND ANGREIFBAR

Klar, Netzwerke leben vom Netzwerkeffekt. Die Masse macht's. The winner takes it all. Soll heißen: Wer Kontakte und Inhalte sucht, wird diese auf einer großen Plattform eher finden als auf einer kleinen. Warum also sollte man sich vom trubeligen Twitter freiwillig in die Mastodon- beziehungsweise Fediverse-Diaspora bewegen?

Ganz einfach: Weil, wie die Vergangenheit zeigt, Platzhirsche durchaus angreifbar sind. Nutzt noch jemand StudiVZ oder MySpace? Eben. Und auch WhatsApp ist angezählt. Privat kommuniziere ich fast nur noch über Signal. Es geht also, man muss es nur machen – und etwas dafür trommeln.

Dass eine Open-Source-Lösung besser ist als eine proprietäre Plattform, in der ein irrer Egomane das Zepter schwingt, darüber brauchen wir hier ja wohl nicht zu diskutieren. Solche Plattformen sind zu wichtig, um sie Leuten wie Elon Musk oder Mark Zuckerberg zu überlassen. Die Frage ist nur: Ist das für eine ausreichend große Menge an Menschen ausreichend wichtig, dass sie sich zu einem Wechsel bewegen lassen?

Ich denke, ja. Anders als oft kolportiert ist der Umstieg nicht besonders kompliziert. Man muss sich am Anfang zwar einmal für einen Server („Instanz“) entscheiden, aber diese Entscheidung ist von begrenzter Tragweite – man kann später ja immer noch wechseln. Dass man sich erneut seine Fol-

lower und Follows zusammensuchen muss, ist da schon mühsamer. Dafür gibt es zwar Tools wie Fedifinder (fedifinder.glitch.me), aber ganz ohne Geduld und Handarbeit geht es nicht. Doch erstaunlich viele Follows, auf die ich großen Wert lege, sind schon da. Also kann man sich recht schnell einleben, ohne sich wie in einem leeren Raum mit nackten Wänden zu fühlen. Natürlich ist hier noch nicht so viel los wie auf Twitter, aber das kann ja noch kommen. Und manchmal ist es auch ganz angenehm.



Gregor Honsel, TR-Redakteur, ist seit Anfang November auf Mastodon aktiv (@ghonsel@social.tchnics.de). Auf Twitter hat er sich seitdem kaum noch eingeloggt (@GregorHonsel).



CONTRA: DIE BEHARRUNGSKRÄFTE AUF TWITTER SIND HOCH

Die Zukunft von Twitter wirkt so ungewiss wie nie. Vor allem die Content-Moderation löst große Verunsicherung in Gesellschaft, Politik und Wirtschaft aus. Musk ist bekanntermaßen großer Freund der freien Rede. Er hielt es beispielsweise für einen Fehler, Trumps Twitter-Account nach der verlorenen US-Wahl 2020 zu sperren. Große Werbekunden wie General Motors oder Volkswagen haben vorerst ihre Werbeaktivitäten auf Twitter ausgesetzt, weil sie besorgt sind, dass auf der Plattform in Zukunft Hass und Hetze noch unregulierter stattfindet als bisher. Und auch die EU macht Druck. EU-Binnenmarktkommissar Thierry Breton drohte Musk sogar mit der Abschaltung in Europa.

Und wie es so oft ist: Wenn es kurzfristig große Veränderungen auf einer prominenten Social-Media-Plattform gibt, dann werden immer auch Rufe nach alternativen Netzwerken lauter. Aktuell ist das Mastodon: eine Twitter-Alternative, dezentral, Open Source.

Ich finde es ja gut, dass es solche alternativen Plattformen gibt. Aber mal ehrlich: Wie viel vorhergesagte Exodus-Momente gab es in der Social-Media-Welt in der Vergangenheit, die nie eingetreten sind? Ich erinnere an App.net, ein Kurznachrichtendienst, der nach den Snowden-Enthüllungen Momentum hatte. Werbefreiheit, faires Abomodell – alles hehre Ziele, genutzt hat es trotzdem nichts. Oder als Facebook 2014 WhatsApp gekauft hat. Was war die Aufregung groß. Und ja, in der Folge sind viele alternative Messengerdienste entstanden – dennoch: WhatsApp ist und bleibt vorerst allgegenwärtig.

Auch wenn jetzt Mastodon einige Wochen ein gewisses Momentum hatte und selbst die *New York Times* über die Twitter-Alternative aus Deutschland berichtete, ist nicht davon auszugehen, dass Twitter mittelfristig seine prominente Stellung verliert. Ich glaube nicht daran, dass kurzfristige Veränderungen auf Plattformen, sei es in Sachen Funktionalität oder was Besitzverhältnisse angeht, nachhaltige Schäden verursachen. Der Netzwerkeffekt bei Social-Media-Plattformen ist einfach zu gewaltig, die Beharrungskräfte der Nutzerinnen und Nutzer sind entsprechend hoch. Die meisten von ihnen interessieren

sich schlicht nicht dafür, wer Twitter besitzt oder ob es eine gute Sache ist, wenn eine Plattform Open Source ist.

Wenn große Netzwerke untergehen, dann hat es eher mit langsamem, schleichen Prozessen zu tun. Das Facebook-Netzwerk zum Beispiel befindet sich in einem solchen schleichen Verfall. Meta wehrt sich zwar mit Händen und Füßen dagegen, aber der Dienst ist in der westlichen Welt einfach nicht mehr so populär. Das hat viele verschiedene Gründe, besonders kulturelle und generationelle. Solche Prozesse aufzuhalten, ist aber immer sehr schwierig. Meta hat zwar mit Instagram noch ein Ass im Ärmel, aber auch die einstige Foto-App muss sich gegen TikTok behaupten und verändert die Plattform so stark, dass ihre treuesten Nutzerinnen und Nutzer rebellieren.

Aber gut. Zumindest anschauen will ich mir Mastodon mal genauer. Ich gebe „Mastodon“ bei Google ein und lande auf mastodon.social. Ich klicke auf „Konto erstellen“ ... und ich kann kein Konto erstellen. Stattdessen werde ich auf eine andere Seite geleitet, auf der ich mir einen Server aussuchen soll. Ich klicke mich ein wenig durch die Seite ... und lasse es vorerst bleiben. Wie vielen anderen Nutzerinnen und Nutzern wird es wohl ähnlich gehen wie mir?



Luca Caracciolo ist TR-Chefredakteur und zwitschert trotz Musk noch immer lieber als er trötet (@papierjunge). Einen Mastodon-Account hat er sich aber mittlerweile angelegt (@papierjunge@social.tchncs.de).

Es gibt keine Immunschuld

Die aktuelle Infektionswelle ist ein Nachholeffekt. Denn unsere Abwehr wird nicht schwächer, wenn sie eine Zeitlang mal weniger Erregern begegnet.

Bei der aktuellen Diskussion über die Dreifach-Erkrankungs-welle mit Corona, Influenza und Atemwegsinfekten macht auch das kuriose Wort „Immunschuld“ immer wieder die Runde. Dafür steht die auch von manchen Allgemeinärzten kolportierte Annahme, dass man das Immunsystem wie einen Muskel mit Erregern trainieren müsse. Sonst werde es schwächer und reagiere schlechter auf bekannte und neue Erreger. Lockdown und Maskentragen hätten dieses Training verhindert.

Das stimmt so nicht ganz, sagen Immunologen und andere Experten. Ja, wir haben uns in den letzten beiden Jahren seltener angesteckt. Aber das Immunsystem war dabei nie unfordert. Es hatte weiter Kontakt zu Viren und Bakterien, Parasiten und Pilzsporen. Es spürte auch weiter krebsverdächtige Zellen auf.

Durchaus möglich ist, dass der Kontakt gerade zu jenen Erregern etwas länger her ist, die sich durch die Coronaschutzmaßnahmen gut abwehren lassen, etwa Erkältungsviren. Dann haben wir nicht mehr so viele Antikörper gegen sie im Blut, die die Infektion schnell und vor allem unbemerkt abwehren können. Die bilden die Gedächtniszellen beim Neukontakt nach, was aber Zeit braucht. Wenn sich das Virus in dieser Zeit schnell vermehrt, kriegen wir Symptome. Ist der Kontakt jüngeren Datums, wehrt man Erkältungen und andere Infekte leichter noch vor Symptomen ab.

Das mag so klingen, als seien Infekte notwendige und nützliche Booster. Aber Kranksein kann das Immunsystem gar nicht immer auf dem neuesten Stand halten, da Viren beständig weitermutieren. Und wie kontraproduktiv es sogar sein kann, auf Infektionen als Schutz zu setzen, zeigen nicht nur bei vulnerablen Menschen genug Beispiele. Je häufiger etwa Kinder im ersten Lebensjahr schwere Infekte durchmachen, desto eher sind sie ein Leben lang anfällig für sie. Zudem können Influenza- und Sars-CoV-2-Viren auch bei kerngesunden Menschen Schäden an Herz, Lunge und Gehirn und andere Probleme verursachen.

Wann immer möglich, ist der Kontakt mit Erreger-Antigenen per Impfung risikoärmer, da sind sich die meisten Experten einig. Gegen das grassierende RS-Virus etwa (respiratori-

sches Synzytialvirus, kurz RSV), das die Mehrzahl der aktuellen Kinder-Hospitalisierungen verursacht, gibt es bisher nur für vorerkrankte Kleinkinder eine Impfung. RSV führt meist nur zu einer einfachen Erkältung. Trotzdem kann es das Asthma-Risiko erhöhen. Vor allem aber haben beim Erstkontakt Frühchen, Kinder unter einem Jahr und oft solche mit Vorerkrankungen ein besonders hohes Risiko für einen schweren Verlauf.

Die Erklärung für die vielen Kinder-RSV-Fälle liegt laut den Experten trotzdem nicht in einer Immunschuld. Sondern wahrscheinlich darin, dass viele Kleinkinder dem RS-Virus durch Lockdowns erst in diesem Winter erstmals begegnet sind und nicht schon in den letzten zwei Jahren. Maskenpflicht, elterliche Vorsicht und eine schon im Spätsommer gestartete Saison, die für Viren noch keine optimalen Bedingungen bietet, hat die Kinder zwei Jahre lang weitgehend vor dem Kontakt mit dem Virus geschützt. Erst dieses Jahr haben die kindlichen Immunsysteme das RSV im Kindergarten kennen gelernt – zusammen mit den dieses Jahr geborenen Kindern, die sich bei älteren Geschwistern ansteckten.

So kommt es also bei bis zu drei Jahrgängen gleichzeitig zum Erstkontakt. Das würde auch erklären, warum mehr Kinder schwerer an RSV erkranken. Es ist, wie auch bei den vermehrten Kleinkind-Influenzafällen und anderen schweren Atemwegsinfekten, ein Nachholeffekt und keine Immunschuld.



Veronika Szentpétery-Kessler, TR-Redakteurin, bewundert ihr Immunsystem für seine Leistungsfähigkeit im Hintergrund.

VERKEHR

Mehr Kleinwagen wagen

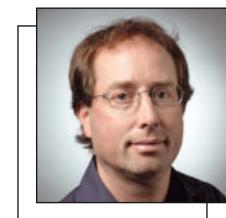
Auch wenn der Ford Fiesta nicht wirklich zu den charismatischsten Modellen der Automobilgeschichte zählte: Dass er nun – wie BMW i3, Smart Fortwo und Mercedes A-Klasse – aus dem Programm verschwinden soll, wie Ford im Oktober ankündigte, ist eine schlechte Nachricht. Wieder ein Kleinwagen weniger. An mangelnder Nachfrage dürfte es eigentlich nicht liegen: Der kleine VW-up! etwa verkauft sich wie geschnitten Brots. Aber durch gestiegene Anforderungen, etwa bei der Crash-Sicherheit oder der Abgasqualität, wird es für Hersteller immer schwieriger, mit kleinen Autos Geld zu verdienen.

Also bieten sie immer größere und schwerere Wagen an. Dies frisst die technischen Verbesserungen beim Verbrauch weitgehend auf – der klassische Rebound-Effekt. Dieser Trend scheint sich durch die Elektrifizierung noch zu verstärken. Dabei ist es aus Klimasicht wünschlich, dass Autos immer effizienter werden. Entscheidend ist der absolute Verbrauch an Energie und Ressourcen.

Das reine Gewicht ist bei E-Autos zwar weniger problematisch als bei Verbrennern, weil zumindest ein Teil der Beschleunigungsenergie beim Rekuperieren wieder zurückgewonnen werden kann. Aber ein Problem bleiben große Stirnflächen der Fahrzeuge, denn damit steigt ihr Luftwiderstand (siehe S. 38). Weniger Stirnfläche heißt weniger Stromkonsum heißt kleinere Batterie heißt weniger Ressourcenverbrauch. Außerdem emittierten große und starke E-SUVs auch mehr Feinstaub durch Reifenabrieb.

Ein Nebeneffekt der deutschen Fixierung auf Luxuskarossen: Die Abhängigkeit von China steigt weiter. Diesmal nicht durch Rohstoffe, sondern Kleinwagen. Die chinesischen Hersteller brächten inzwischen günstige Elektromodelle mit neuer Technik und neuen Konzepten nach Europa, zitiert der *Spiegel* den PwC-Branchenexperten Felix Kuhnert. „Als Ergebnis sehen wir, dass es kein europäisches Modell in die Top 5 der meistverkauften E-Autos weltweit schafft.“

Schon lange zeichnet sich ab, dass die Zeiten des „höher – schneller – schwerer“ vorbei sind. Von allen Einschränkungen unseres Wohlstands, die auf uns zukommen werden, ist der Umstieg auf ein kleineres Auto die harmloseste. Doch einige Autobauer und Kunden steuern genau in die gegenteilige Richtung. Deutlicher können sie nicht machen, wie egal ihnen die Welt ist.



Gregor Honsel, TR-Redakteur, mag kleine Dinge, die sich nicht weiter reduzieren lassen.

Genial verbunden –

**Der wertvolle Boost
für Ihr Netzwerk!**

**Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 €
Bundle Heft + PDF 19,90 €**



shop.heise.de/ct-admin22



ct ADMIN
Verstehen · Vernetzen · Administrieren

Mit komplettem Active-Directory-ONLINEKURS

VIDEOKURS **Vom Windows Server 2019**
Active Directory mit Windows Server 2019

Der Kurs zu Planung, Implementierung und Verwaltung von Nutzerkonten, Gruppen und Berechtigungen Windows-PCs mit Gruppenrichtlinien Domain Controller aufzulösen betreiben

FritzOS 7.50 ist da
Was das große Gratis-Update bringt Die beste Fritzbox für Ihren Anschluss VPN optimal einsetzen

+ GRATIS Online-Kurs im Wert von 99,- €

Zeitsprung

„Eva, ich bin's.“ Sie hörte an seiner zitterigen, flachen Stimme sofort, dass etwas nicht stimmte.

„David, was ist los?“

„Es ist etwas Schlimmes passiert... Ich habe jemanden überfahren.“

„Oh mein Gott!“

Er brach in Tränen aus. „Ich, ich konnte nichts dafür, es ging so schnell...“

Kurz darauf wurde David wegen fahrlässiger Tötung angeklagt und es kam zum Prozess. Wie versteinert vernahm David das Urteil auf der Anklagebank. „... verurteile ich Sie zu fünf Jahren Gefängnis ohne Bewährung.“

Die Radfahrerin war gestorben. Das Gericht sah eine besonders schwere Schuld gegeben, da David beim Abbiegen eine rote Ampel überfahren hatte. Eva schlug die Hände vors Gesicht.

„Ich? Ins Gefängnis? Wie soll ich das überstehen?“ Seine Anwältin sagte betroffen: „Es tut mir sehr leid. Aber es gibt da vielleicht noch einen Ausweg, Herr Demain...“

Wenige Tage später wurde er aus der U-Haft entlassen und von der Polizei in das Kybernetik-Labor der Universität befördert. Eva und die Anwältin begleiteten ihn.

Seiner Anwältin war es gelungen, ihn in eine Studie zur Erprobung des virtuellen Strafvollzugs aufnehmen zu lassen. Der Virtual-Reality-Knast war die erfolgreichste Applikation des ansonsten ziemlich gefloppten Metaversums. In den USA wurde er bereits in einigen Bundesstaaten eingesetzt.

„Okay, wo ist der Haken?“, fragte David. Er hatte den Erläuterungen der Wissenschaftlerin geduldig zugehört. Neugierig betrachtete er das VR-Headset. Es ähnelte einem überdimensionierten Motorradhelm mit Dutzenden Kabeln.

„Ich verstehe, dass ein virtueller Knast viel billiger ist als ein echtes Gefängnis. Es gibt keine Gewalt zwischen Häftlingen. Und es geht alles viel schneller: Ein Jahr VR-Knast entspricht einer Stunde in der realen Welt. Ich frage mich nur: Wo ist denn da noch die Strafe?“

„Oh, täuschen Sie sich nicht“, sagte die Wissenschaftlerin. „Es wird sich für Sie wie fünfzehn Jahre im Gefängnis anfühlen. Vielleicht kennen Sie das Phänomen aus Träumen. Die immersive Zeitdilatation ist ein faszinierendes...“

David stutzte. „Wieso fünfzehn Jahre? Ich wurde nur zu fünf Jahren verurteilt!“ Die Wissenschaftlerin sah ihn verwirrt an. „Ähm, da ist noch eine Kleinigkeit, Herr Demain“, ergriff die Anwältin das Wort. „Diese Studie untersucht die Substitution des lebenslangen Strafvollzugs. Es steht Ihnen natürlich frei, immer noch Ihre reguläre Gefängnisstrafe anzutreten...“

Eva sah ihn flehend an. „David, bitte! Es ist doch nur eine Simulation. Du ... wir verlieren nur fünfzehn Stunden statt fünf Jahre!“

David überlegte kurz, dann seufzte er. „Also gut. Was sind schon fünfzehn Stunden.“ Dann legte er sich auf die Liege und ließ sich den Helm überstülpen.

Die Haft begann.

Eine Ewigkeit später erwachte er und sah Eva vor sich. Zuerst dachte er, er träume. Er hatte oft an sie gedacht in all den Jahren. Ihr Gesicht war in seiner Erinnerung verblasst. Sie wirkte so jung, wie sie da vor ihm auf dem Stuhl saß. Sie schlief. Es war dunkel. Er begriff: Sie hatte die ganze Zeit an seiner Seite gewartet. Die Erinnerungen kehrten zurück. Der Unfall. Der Prozess. Das Labor.

Alles war so weit weg. Wie aus einem längst vergangenen Leben.

„David!“ Eva erwachte. „Wie geht es dir? Was hast du erlebt?“

Ja, was hatte er erlebt? Was sollte er ihr sagen? Sollte er ihr von der Vipassana-Meditation erzählen, die er jahrelang täglich über Stunden praktiziert hatte? Oder von dem Philosophie-Studium, das er absolviert hatte? Sollte er ihr sagen, dass er mit diesem alten Leben längst abgeschlossen hatte? Dass er auch diese Ehe nicht mehr wollte?

Er hatte ihr das alles schon in unzähligen E-Mails über die Jahre hinweg geschrieben. Plötzlich wurde ihm klar, dass sie sie noch gar nicht gelesen haben konnte. Sie war die ganze Zeit hier gewesen.

Langsam stand er auf, sah sie an und sagte: „You've got mail.“

Dann ging er. – Jens Lubbadeh



Wir schreiben Zukunft. Auch im Newsletter



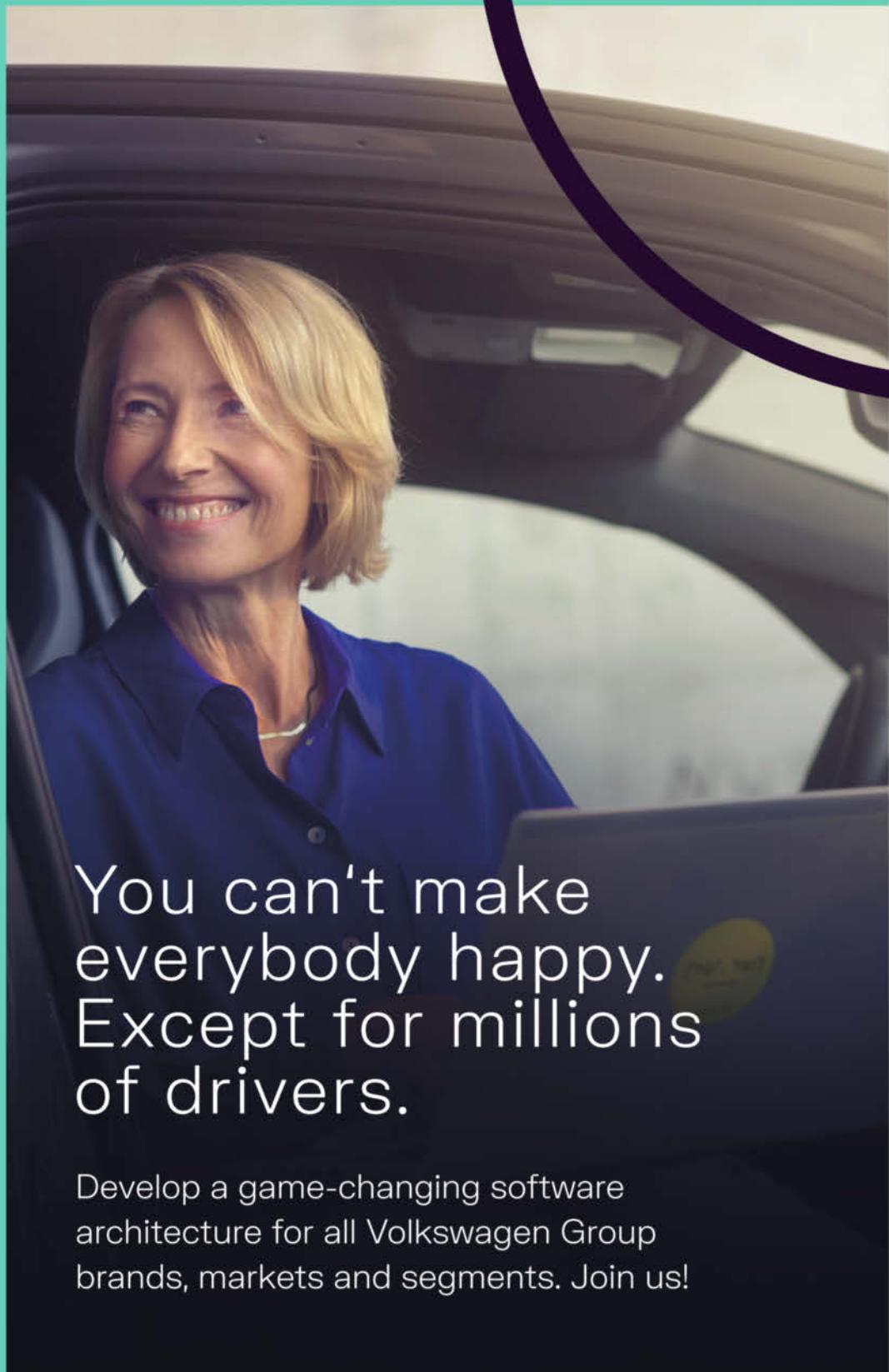
Jeden Freitag erhalten Sie eine Übersicht der wichtigsten Themen aus der Wissenschaft- und Tech-Welt – kuratiert und bewertet von TR-Chefredakteur Luca Caracciolo.



Jetzt abonnieren:
technology-review.de/newsletter



Scanned by Heise Medien.



You can't make
everybody happy.
Except for millions
of drivers.

Develop a game-changing software
architecture for all Volkswagen Group
brands, markets and segments. Join us!



Apply now
and join
our team!

© Copyright by Heise Medien.

C A R I A D

A VOLKSWAGEN GROUP COMPANY