

MIT Technology Review

Das Magazin für Innovation von Heise

Autonomes Fahren

Warum Tesla den Anschluss verliert

Dall-E & ChatGPT

Generative KI befähigt unsere Kreativität

Raumfahrt

Der holprige Start der NASA-Mondmission

Ewige Jugend

Wie Superreiche ihr Leben verlängern wollen

ACHTUNG WACHSIT!

Globale Krisen, persönlicher Stress:
Werde achtsamer und resilenter mit
Technologie statt Esoterik



196151412901



COMPUTEX
TAIPEI

Together we create

COMPUTEX TAIPEI

MAY 30 - JUNE 2, 2023

**Taipei Nangang Exhibition Center,
Hall 1 & 2 (TaiNEX 1 & 2)**

www.ComputexTaipei.com.tw

www.InnoVEX.com.tw

Organizers  TAITRA 

Liebe Leserinnen und Leser,



in Zeiten von Krieg, Inflation, Energie- und Klimakrise, in denen die Welt auseinanderzubrechen droht, stellt sich die Frage: Wie geht es uns eigentlich in dieser herausfordernden Zeit, in der sich viele gesellschaftliche Sicherheiten in Staub auflösen? Wenn dann auch noch persönliche Krisen dazukommen, werden das eigene Wohlbefinden und die Psyche auf eine harte Probe gestellt. Zumindest fällt es nicht ganz leicht, innere Ruhe zu finden. Kein Wunder also, dass Menschen auf der ganzen Welt auf der Suche sind nach Achtsamkeit.

In unzähligen Ratgebern, Podcasts und Konferenzen wird Achtsamkeit für das eigene Seelenheil beschworen, um die persönliche Resilienz zu stärken. Aber was ist dran an dem inflationären Plädoyer für die Selbstsorge, das von billigen Sprüchen auf Instagram bis hin zu zweiwöchigen Meditations-Retreats in der Wüste reicht? Und gibt es ein Patentrezept, das jeder anwenden kann?

„Das Gießkannenprinzip ist oft nicht so hilfreich. Resilienz ist etwas sehr individuelles und Kontextspezifisches. Es kommt darauf an, welchem Stress Sie ausgesetzt sind und welche Ressourcen Sie dafür haben“, erklärt Isabella Helmreich vom Mainzer Institut für Resilienzforschung im Interview (Seite 20).

Nur wie findet man seinen individuellen Weg dorthin? Wir haben uns umgeschaut: Was können

die Tech-Gadgets leisten, die etwa jüngst auf der CES in Las Vegas vorgestellt wurden (Seite 32)? Welche Rolle spielen technische Hilfsmittel für besseren Schlaf (Seite 40)? Und wie kann eine durch Psychedelika erzeugte Form der Achtsamkeit psychisch Kranken helfen (Seite 36)?

Die Forschung geht mittlerweile aber noch einen Schritt weiter und versucht, über neuere Wahrnehmungs- und Bewusstseinstheorien in Bereiche vorzustoßen, die lange Zeit nur Religion und Philosophie vorbehalten waren (Seite 24). Es geht um die Frage, mit welchen technischen Hilfsmitteln und wissenschaftlichen Methoden die Wahrnehmung des Selbst moduliert werden kann – und zwar ohne den Einsatz von Rauschmitteln. Gelinge dies, so die Annahme, könnten wir im besten Fall unsere Welt anders und bewusster wahrnehmen und in Zeiten der Klimakrise pfleglicher mit ihr umgehen. Das würde dann nicht nur uns persönlich helfen, sondern auch unserer Umwelt.

Ihr

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Luca Caracciolo".

Luca Caracciolo
@papierjunge

„Der Laserscanner ist der wichtigste Sensor am Auto überhaupt.“

Daniel Göhring, Juniorprofessor für autonome Fahrzeuge an der FU Berlin (Seite 53)



Autonomes Fahren • Aus technischen Fragen ist ein Glaubenskrieg entbrannt – bei dem Tesla in der Defensive ist (Seite 50)

61 Déjà-vu

Tesla und die Renaissance der Elektroautos

62 Architektur

Die spektakulärsten Bauten aus dem 3D-Drucker

68 Gesundheit

Konferenz der Ultrareichen für längeres Leben

72 Jubiläum

Deutschlands erste öffentliche Tankstelle

74 Pharmakologie

Neue Strategien gegen die Pandemie der Resistenzen

80 Künstliche Intelligenz

Bild- und Textgeneratoren stellen die Kreativ-Branche auf den Kopf

86 Experte in 5 Minuten

Welche Länder am stärksten von extremer Hitze bedroht sind

88 Raumfahrt

Neue Mondmission mit alter Technik



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

DOSSIER

93 Nachhaltigkeit

Die Folgen des Lieferkettengesetzes, Risikoanalyse bei Lieferanten, Controlling für Nachhaltigkeit

REVIEW

103 Ausprobiert

Spintronics verbindet Elektronik, Mechanik und Steampunk

104 Hardware

Zelten in der Luft, Reifen mit Reißverschluss, Entspannen mit Vibrationen

108 Medien

Ananda Klaars *Nehmt uns endlich ernst*, David Quammens *Breathless*, Maja Göpels *Wir können auch anders*, Klassiker *Ralph 124C 41+* neu gelesen

110 Meinung KI-Regulierung

Transparenz allein reicht nicht

112 Meinung Medizin

Weg frei für weniger Tierversuche

113 Meinung Photovoltaik

Balkonkraftwerke sind im Massenmarkt angekommen

114 Der Futurist

Vox populi vox Dei

RUBRIKEN

73 Impressum

106 Technologiezentren

„In der Evolution ist es nie darum gegangen, dass wir glücklich sind.“

Thomas Metzinger, Philosoph und Bewusstseinsforscher, über das Selbstmodell unseres Gehirns (Seite 31)

BILD DES MONATS

Wespe ohne Streifen

Dieses zarte Geschöpf ist eine Wespe und zählt zu den kleinsten Insekten der Welt. Das Foto von *Megaphragma longiciliatum* hat Andrew Polaszek am Natural History Museum in London mit einem konfokalen Lasermikroskop aufgenommen. Der britische Entomologe hat sie im Oman gefunden.

Die parasitische Wespe lebt in den Eiern von Thripsen und ist weniger als 0,2 Millimeter lang. Die Farben der Linien geben die relative Stärke des Chitinskeletts an: Blau sind die zartesten Strukturen wie die Augenfacetten und die Ballen an den Krallen. Rot tönen stehen für die kräftigsten Strukturen wie die Flügel, die Verbindung zwischen Kopf und Mesosoma und vor allem das kräftige Eiablageorgan.







Euro Investitionen pro Jahr bräuchte es allein in der Europäischen Union, um bis 2050 ein Netto-Null-Emissionsziel zu erreichen. Das sind 97 Milliarden Euro mehr, als zwischen 2016 und 2020 durchschnittlich investiert wurden. Das ist das Ergebnis einer Analyse der ETH Zürich. Den größten Bedarf an zusätzlichen Investitionen sehen die Forschenden bei Kraftwerken für erneuerbare Energien, Stromleitungen und Energie-speichern sowie der Schieneninfrastruktur.

PHYSIK

Das perfekte Urinal

Am Urinal geht gerne mal was daneben. Aber Spritzer auf Boden, Wand oder Hose müssen nicht sein. Die Lösung ist ein Keramikdesign, das die Flüssigkeit optimal abfließen lässt. Zhao Pan und Kollegen an der Universität von Waterloo wollen nun das erste „spritzzfreie Pissoir“ entwickeln. Dazu nutzten sie Prototypen, Computersimulationen und Vorbilder aus der Tierwelt.

Hunde beispielsweise sind wahre Meister darin, spritzfrei zu treffen. Beim Beinchenheben finden sie stets den optimalen Winkel, unter dem sie nur den Baum benässen, nicht aber sich selbst.

Um auf das richtige Design des Urinals zu kommen, nutzten die Forschenden Wasserstrahlen unterschiedlicher Stärke und Höhe. Die ließen sie auf verschiedene zuvor am Computer modellierte Test-Urinale aus Schaumstoff und Epoxidharz treffen. Um zu messen, wie viel Flüssigkeit danebengeht, wurde diese jeweils mit Papiertüchern aufgesaugt und anschließend gewogen. Das leichteste Tuch gewann. Aus früheren Untersuchungen beim Hund ergab sich, dass der optimale Winkel der Urinal-Benutzung bei 30 Grad liegt. Das finale, computergenerierte Design ist daher relativ schmal und säulenartig. Es wurde aber noch so angepasst, dass es für Menschen unterschiedlicher Körpergröße geeignet ist. – Ben Schwan



Vom Urinal-Klassiker Fountain nach Marcel Duchamp (1917) (li.) haben die Forschenden über diverse Entwicklungsstufen das Spritzwasser-optimierte Urinal (re.) konstruiert.

HIRNFORSCHUNG

Medikament für Erinnerungen

Die Nacht vor einer Prüfung durchzulernen, ist keine gute Idee: Schlafentzug schwächt das Gedächtnis. Ein Forschungsteam der University of Groningen konnte bei Mäusen nun durch Schlafmangel verlorene Erinnerungen wiederherstellen (heise.de/s/GKp1). Dazu bestrahlten sie die Neuronen, die für räumliche Erinnerungen verantwortlich sind, durch die Schädeldecke hindurch mit einem Laser („Optogenetik“). Alternativ verabreichten sie ihren Labormäusen den Wirkstoff Roflumilast.

Mit beiden Methoden meisterten auch unausgeschlafene Mäuse Gedächtnisaufgaben, an denen sie zuvor gescheitert waren. Kombinierten die Forschenden Stimulierung und Wirkstoff, verfestigten sich die Erinnerungen sogar: Auch mehrere Tage später konnten sich die Mäuse noch an ihre Aufgaben erinnern.

Für Menschen ist Optogenetik keine Option, da die Neuronen dafür gentechnisch verändert werden. Roflumilast hingegen ist für Menschen gegen die Lungenkrankheit COPD zugelassen (Daxas).

„Es könnte möglich sein, die Erinnerungen von Menschen mit altersbedingten Gedächtnisproblemen oder Alzheimer im frühen Stadium aufzufrischen“, sagt Teamleiter Robert Havekes. „Und vielleicht könnten wir bestimmte Erinnerungen auch permanent verfügbar machen.“ – Gregor Honse1

Foto: ETH Zürich



Das rechte, mit Metamaterial beschichtete Brillenglas beschlägt selbst über einer FFP2-Maske nicht.

METAMATERIAL

Schweizer Antibeschlag-Brille

Es kann ziemlich frustrierend sein, wenn Linsen beschlagen – ein Problem, das vor allen Dingen Brillenträger mit Mund-Nasen-Schutz betrifft. Forschende der ETH Zürich haben dagegen jetzt eine Metamaterial-Beschichtung entwickelt und in *Nature* (heise.de/s/EOpO) publiziert.

Warme, mit Wasserdampf gesättigte Atemluft, die auf kalte Brillengläser trifft, findet dort nahezu perfekte Bedingungen für eine gut haftende Benetzung mit Wassertröpfchen. In früheren Arbeiten haben Forschende mithilfe von Spezialbeschichtungen diese Tröpfchen schnell abperlen lassen. Allerdings werden solche Beschichtungen durch Verschmutzung schnell unwirksam.

Die Schweizer Forschenden um Iwan Haechler beschichteten die Brillengläser mit durchsichtigem Titandioxid. Darauf dampften sie eine dünne Schicht aus Gold-Nanopartikeln. Die etwa zehn Nanometer dünne, löcherige Goldschicht, die mit einer zweiten Titandioxid-Schicht abgedeckt wurde, absorbierte Infrarotstrahlung, während sie das sichtbare Licht ungehindert passieren ließ. Dabei heizten sich Brillengläser auf rund acht Grad über Umgebungstemperatur auf und beschlugen dann nicht mehr. Allerdings dauerte es einige Minuten, bis die Gläser sich erwärmt hatten. – Wolfgang Stieler

**WIBU
SYSTEMS**

CodeMeter – Eine Symphonie von Software-Monetarisierungs-Tools

- Komponieren Sie Ihren eigenen Code
- Orchestrieren Sie Ihre Lizenzstrategie
- Stimmen Sie Ihren IP-Schutz genau ab
- Verbreiten Sie Ihr gestaltetes Werk

Klingt einfach, oder?
Und das ist es auch
mit CodeMeter



Starten Sie jetzt
und fordern Sie Ihr
CodeMeter SDK an
wibu.com/de/sdk



+49 721 931720

sales@wibu.com

www.wibu.com


**SECURITY
LICENSING**
PERFECTION IN PROTECTION

CRASHTEST-DUMMYS

„Die Durchschnittsfrau wurde nie zu einem physischen Modell“

Unglaublich, aber wahr: Es gibt bisher keine weiblichen Crashtest-Dummys. Für Frauen rechnet man einfach Größe und Gewicht der männlichen Modelle herunter. Diese Ergebnisse bilden aber nur fünf Prozent der weiblichen Bevölkerung ab. Die schwedische Forscherin Astrid Linder will das ändern und hat den ersten Dummy-Prototyp mit weiblicher Anatomie entwickelt. Mit ihren 162 Zentimetern und 62 Kilogramm repräsentiert EVA eine echte Durchschnittsfrau. Wann sie zum Einsatz kommt, ist unklar.

Wie wurde die Sicherheit weiblicher Autoinsassen bisher getestet?

1983 beschrieb eine Studie der NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration in den USA) eine Dummy-Familie namens Hybrid III für Frontalaufpralle bei hoher Geschwindigkeit. Sie sollte aus einer kleinen und einer durchschnittlich großen Frau sowie einem durchschnittlich großen und einem großen Mann bestehen. Dafür wurden in der Studie Daten zu Haltung, Position, Form und Größe von Fahrzeuginsassen erfasst. Die Durchschnittsfrau wurde jedoch nie zu einem physischen Modell. Und die kleine Frau wurde auch nur ein auf das Alter von 12 bis 13 Jahren heruntergerechneter Mann. Das ist also nicht repräsentativ für die weibliche Bevölkerung. Für die Sicherheitsprüfungen steht im globalen Test-Regelwerk der UNECE (UNO-Wirtschaftskommission für Europa) und in jenem der USA nur, dass für den Fahrer ein Modell eines durchschnittlichen Mannes verwendet werden soll. Die weibliche Bevölkerung wird nicht erwähnt.

Sind die Unterschiede denn tatsächlich so gravierend?

Es gibt offensichtliche Unterschiede wie die Form von Rumpf, Hüften und Brust. Frauen haben ein breiteres Becken als Männer und einen anderen Körper-



Astrid Linder ist Professorin für Verkehrssicherheit am Schwedischen Nationalen Institut für Straßen- und Verkehrsorschung und Lehrbeauftragte der Fahrzeugsicherheitsgruppe an der Chalmers University in Schweden.

schwerpunkt. Sie haben auch eine unterschiedliche Muskelzahl und -stärke.

Wie kamen Sie dazu, EVA zu entwickeln?

Als ich in den späten 90er-Jahren an der Chalmers University in Schweden promovierte, entwickelten wir einen neuen Durchschnittsmann-Dummy, um den Schutz vor Weichteilverletzungen im Nackenbereich bei einem leichten Heckaufprall zu testen. Dieser BioRID (Biofidelic Rear Impact Dummy) wird von Euro NCAP, einem Zusammenschluss von europäischen Verkehrsministerien, Automobilclubs und Versicherungsgesellschaften, verwendet. Seine Wirbelsäule und sein Hals können sich vor- und zurückbewegen. Ich habe allerdings bei einer Litera-

turrecherche zu den Verletzungsstatistiken festgestellt, dass Frauen nach einem leichten Aufprall ein höheres Risiko für ein Schleudertrauma oder Weichteilverletzungen am Hals haben als Männer. Darum haben wir als nächsten Schritt Prototypen einer durchschnittlich großen Frau und auch eines durchschnittlich großen Mannes gebaut.

Was muss bei einem weiblichen Crash-test-Dummy in diesem Fall anders sein?

Wir haben die Modelle entsprechend gebaut: Die Steifigkeit für den Frauen-Dummy-Nacken liegt bei etwa 70 Prozent des männlichen. Das berücksichtigt, dass es bei geringerer Steifigkeit zu einer anderen Interaktion mit dem Sitz und der Kopfstütze kommen kann.

Was ist sonst noch neu bei EVA?

Wir haben EVA und ihrem männlichen Pendant eine Lenden- und Brustwirbelsäule gegeben, die sich auch ein wenig drehen kann. Bei einem Heckaufprall mit 100-prozentiger Überlappung bewegt sich der Insasse hauptsächlich vorwärts und rückwärts. Will man aber einen Dummy auch für Frontalaufpralle verwenden und die Interaktion mit dem Sicherheitsgurt untersuchen, dann braucht man eine Wirbelsäule, die sich auch um die vertikale Achse drehen kann.

Wie geht es jetzt weiter?

Es ist noch viel Arbeit, aus den Prototypen zertifizierte Modelle zu machen. Dann müssen wir zeigen, wie gut die Dummies die gesamte Bevölkerung repräsentieren. Nun steht der Rechtsrahmen der UNECE, der in den EU-27- und einigen anderen Ländern gilt, unter dem Dach der Vereinten Nationen (UNO). Die Länder können also den Bedarf inklusiver Tests einbringen. Es wird sich aber nichts ändern, nur weil es verfügbar ist. Wir brauchten Anreize. – Interview: Veronika Szentpétery-Kessler

NAVIGATION

Auch ohne Satelliten zentimetergenau

Forschende der FU Amsterdam und der TU Delft haben ein Navigationssystem entwickelt, das auch in engen Häuserschluchten zentimetergenau funktioniert (heise.de/s/j6Wq). Es orientiert sich nicht an Satelliten, sondern an 4G- und 5G-Mobilfunkstationen. Sind die Standorte der Stationen exakt bekannt und ist ihre Verteilung dicht genug, um stets eine direkte Verbindungsleitung zwischen Sender und Empfänger zu ermöglichen, lässt sich aus den Laufzeiten der Signale die aktuelle Position errechnen. Signalreflexionen an Gebäuden können bei der Berechnung berücksichtigt werden.

Eine weitere Voraussetzung: Alle Stationen müssen ein exakt synchrones Zeitsignal aussenden. Schon eine Nanosekunde Abweichung verursacht einen Positionsfehler von etwa 30 Zentimetern. Dieses Problem löste das Forschungsteam um Jeroen C. J. Koelmeij von der FU Amsterdam, indem es die Sender mit einem Glasfasernetz verband.

Für einen Praxistest verteilten die Forschenden sechs vernetzte Sendestationen auf einem 660 Quadratmeter großen Areal des Delfter Unicampus. Mit diesem Hybrid-Netzwerk aus Funk- und Glasfaserverbindungen erreichten sie eine Genauigkeit von rund fünf Zentimetern. – Jan Oliver Löfken

WÄRMEPUMPEN

Lautsprecher statt Kompressor

Wärmepumpen arbeiten mit Druckunterschieden, Schallwellen sind Druckunterschiede. Also lassen sich Wärmepumpen auch mit Lautsprechern statt mit Kompressoren antreiben. Das Gleiche gilt für Kältemaschinen und Klimaanlagen. Der Vorteil: Solche Geräte sind mechanisch robuster. Aus diesem Grund wird beispielsweise ein Sensor des James-Webb-Teleskops von einer thermoakustischen Kältemaschine gekühlt.

Doch für den irdischen Einsatz reichte die Leistung solcher Aggregate bisher nicht aus. Das niederländische Start-up Blue Heart will dies nun ändern, indem es statt eines Lautsprechers zwei gegeneinander arbeitende Kolben nutzt. Diese erzeugen Druckwellen mit einer Frequenz von 100 Hertz bei einem Druck von 50 bar. Dabei sind keine klima- und umweltfeindlichen Kältemittel nötig. Die Maschine arbeitet stattdessen mit ungefährlichem Helium. Zudem kann die thermoakustische Wärmepumpe in einem größeren Temperaturbereich arbeiten. Laut Blue Heart funktioniert sie mit Wärmequellen von -20 bis +50 Grad Celsius und kann Vorlauftemperaturen von +7 bis +80 Grad erzeugen. 2023 will das Start-up ein System mit sechs Kilowatt auf den Markt bringen, das sich einfach in bestehende Wärmepumpen integrieren lassen soll. – Gregor Honse

3D-DRUCK

Gedrucktes Minihaus aus Holzfasern und Harzen

Klare Konzepte für ein komplett recycelbares Haus gibt es bislang nur wenige. Ein Forscherteam an der University of Maine will hier nun eine Lösung haben: ein Haus, das man nicht nur erstaunlich schnell dank eines 3D-Druck-Prozesses aufbauen kann, sondern das auch zu nahezu 100 Prozent wiederverwertbar ist. Das organisch wirkende BioHome3D erinnert in Form und Optik an einen Wohnwagen und ist mit einer Kombination aus Holzfaser- und eingeblasener Zellulosedämmung isoliert.



© Copyright by Heise Medien.

Ein Polymer-3D-Drucker generiert Böden, Wände und Decken. Das verwendete Material lässt sich drucken wie Polymilchsäuren (PLA), die man aus kleinen 3D-Druckern kennt. Der Aufbau besteht aus insgesamt vier Modulen, die sich innerhalb eines halben Tages am Bauplatz montieren lassen. Anschließend müssen nur noch Klempner- und Elektroarbeiten vorgenommen werden und das Haus ist bezugsfertig.

Häuser aus 3D-Druckern sind keine neue Entwicklung – so kann man mit sogenannten WASP-Druckern Betonteile erstellen. Diese waren aber entweder nicht biobasiert – es brauchte stets örtlich vorgefundene Erde oder Sand – oder nicht zu 100 Prozent recycelbar. – Ben Schwan

Einen Prototyp des BioHome3D gibt es bereits: Er ist 55 Quadratmeter groß und steht in Maine.

MEDIZIN

Darmbakterien lassen Mäuse ausdauernder rennen

Ob intensive Bewegung als belohnend empfunden wird, hängt offenbar vom Mikrobiom ab. Das fanden Forschende um Lenka Dohnalová von der University of Pennsylvania heraus (heise.de/s/Xdwm). Sie ließen 199 genetisch unterschiedliche Mäuse so viel (oder wenig) über Laufbänder rennen, wie diese wollten. Einige legten mehr als 20 Kilometer am Tag zurück, andere bewegten sich kaum. Genetische Variationen konnten dabei nur einen kleinen Teil des Trainingseiflers erklären. Als wichtigster Faktor erwies sich die Zusammensetzung der Darmflora.

Die Erklärung: Bei Bewegung erzeugen die Mikroben im Darm Stoffwechselprodukte, die chemisch eng verwandt mit Cannabis sind und an dieselben Rezeptoren andocken. Dadurch stimulieren sie bestimmte Nervenzellen im Darm, die mit dem Striatum in Verbindung stehen – einer Region im Großhirn, die für Motivation und Belohnung verantwortlich ist. Dort führen die Signale zu einem Dopamin-Schub, der offenbar mit dem „Runner's High“ vergleichbar ist, das viele Ausdauersportler erleben.

„Dies könnte darauf hinweisen, dass der von uns entdeckte Signalweg auch weitere Aspekte der Sportphysiologie reguliert“, schreiben die Forschenden. „Auch anderes Verhalten, das vom Dopamin-Haushalt des Striatums abhängt, könnte durch Änderungen des Lebensstils, Diäten oder Nahrungszusätze modifizierbar sein.“ – Gregor Honsel



Ob die Mäuse fleißig laufen, bestimmen die Bakterien in ihrem Darm.

Foto: Thomas Pflaum / VISUM



FORSCHUNG

Weniger Disruption

Eine umfangreiche Datenanalyse von US-Ökonomen zeigt, dass es „zunehmend unwahrscheinlicher“ wird, dass Paper oder Patente die Wissenschaft und Technik „in eine neue Richtung lenken“. Für seine in *Nature* erschienene Studie untersuchte Michael Park von der University of Minnesota 45 Millionen Paper und 3,5 Millionen Patente (heise.de/s/7Epw). Bahnbrechende Studien zitierten nachfolgende Forschende eher direkt als die Referenzen auf das Original. Daraus errechnete Park einen Index für die Disruptionswirkung. Für Researchpaper sank dieser zwischen 1945 und 2010 um mehr als 90 Prozent. Bei Patenten ging er von 1980 bis 2010 über 78 Prozent zurück. Besonders steil fielen die Indizes von 1945 bis 1970 ab.

„Wir führen diesen Trend zum Teil darauf zurück, dass sich Wissenschaftler und Erfinder auf ein engeres Spektrum an vorhandenem Wissen stützen“, schreiben die Autoren. Dies würde zwar „die eigene Karriere fördern“, nicht aber notwendigerweise auch den wissenschaftlichen Fortschritt. – Wolfgang Stieler

MYTHOS DES MONATS

2 Meter Abstand

Zu Beginn der Pandemie empfahl die Weltgesundheitsorganisation einen Sicherheitsabstand von ein bis zwei Metern, weil Covid durch Tröpfchen übertragen werde, die nach maximal zwei Metern Flug zu Boden fallen. Nur Aerosole (kleiner als fünf Mikrometer, μm) schwebten weiter durch die Luft.

Neue Messungen ergaben jedoch: Bei bestimmten Temperaturen, Luftfeuchtigkeiten und -strömungen können auch Tröpfchen mehrere zehn Meter weit fliegen. Niemand wusste, woher der Grenzwert kam. Bis die Doktorandin Katie Randall an der Virginia Tech in alten Schriften der Vierzigerjahre fündig wurde.

Tatsächlich hatten Forscher wohl die Messwerte durcheinandergestellt: Der Schleim in Nase und Rachen hält bis zu $5 \mu\text{m}$ große Partikel gut zurück, während kleinere in die Atemwege eindringen. Tröpfchen voller Tuberkulose-Bakterien wiederum bleiben bis zu einer Größe von $100 \mu\text{m}$ in der Luft. So wurden die fünf Mikrometer zum Grenzwert für Luftübertragung. – Veronika Szentpétery-Kessler



MACHEN SIE SICH



**In Zeiten von Klimakatastrophe und Krieg
ist es leicht, die innere Balance zu verlieren. Kann uns
eine Idee helfen, die gleichzeitig tausende Jahre alt ist
und trotzdem ein aktueller Hype?** – Jan Vollmer

Nach drei Jahren Pandemie, einem Jahr Krieg in Europa und mitten in der sich verschärfenden Klimakatastrophe kann man schon mal aus der Ruhe kommen. Viele Dinge, die wir über Jahrzehnte hauptsächlich aus den Nachrichten kannten, sind plötzlich in unserem Alltag angekommen: In der Pandemie hat unser Gesundheitssystem seine Grenzen erreicht, mit einem Krieg in Europa gehen Jahrzehnte der gefühlten Sicherheit zu Ende, in der Klimakatastrophe vertrocknen jetzt auch die Bäume im eigenen Garten.

Ein Weg, um damit umzugehen, ist natürlich, den Krisen entgegenzutreten – etwas zu tun: In der Pandemie sind Pfleger und Ärztinnen über sich hinausgewachsen, während der Rest diszipliniert zu Hause blieb; nach anfänglich zögerlichen Hilfslieferungen von 5000 Helmen in die Ukraine stellte sich die Bundesregierung immer entschlossener an die Seite des angegriffenen Landes; und gegen die Klimakatastrophe gehen zumindest die jungen Menschen im Rahmen der Fridays-for-Future-Demonstrationen auf die Straße.

Die Frage ist aber nicht nur „Was tun?“, sondern auch „Wie damit umgehen?“. Selbstsorge, Self-Care, Resilienz oder Mindfulness sind zu Schlüsselbegriffen unserer Zeit geworden. Google Trends zeigt, dass der Begriff Resilienz, mentale Widerstandsfähigkeit, nie vorher so oft gesucht wurde wie im April 2021.

ACHTSAMKEIT, DAS SILICON VALLEY UND MCMINDFULNESS

Auch der Begriff Achtsamkeit hatte ein Google-Rekordhoch im Januar 2022 – der Pandemie-Hochzeit. Und in Zeitschriften, Bücherregalen, im App-

Store und als Podcast hat das Thema Achtsamkeit eine steile Karriere hingelegt: Allein bei dem Buchhändler Thalia gibt es mittlerweile über 1000 Bücher zu dem Thema. Die beiden bekanntesten Achtsamkeits-Apps Calm und Headspace haben mittlerweile jeweils mehrere Millionen Abonnenten und einen Unternehmenswert von jeweils mehreren Milliarden Dollar.

Bei dem DAX-Konzern RWE spricht die Global-Wellbeing-Managerin derweil von „unserer Kultur der Achtsamkeit“. Auch im Silicon Valley werden nicht nur Achtsamkeits-Apps produziert: Unternehmen wie Alphabet, Meta, Twitter und Amazon haben Achtsamkeitsprogramme für ihr Personal aufgelegt. In San Francisco findet jetzt jährlich die Wisdom-2.0-Konferenz statt, bei der die Tech-Szene Achtsamkeitslehrern und -lehrerinnen lauscht.

Das Thema Achtsamkeit ist so groß geworden, dass Roland Purser, Management-Professor an der San Francisco State University und praktizierender Buddhist, sich in seinem Buch *McMindfulness* sorgt, dass Achtsamkeit zunehmend aus dem vielschichtigen und auch ethischen Kontext des Buddhismus herausgeschält und als oberflächliches Produkt zur Entspannung angeboten wird. Beliebigkeit statt Lebenseinstellung; McDonalds statt Vollwertkost.

Der Bedarf ergibt sich jedoch nicht nur aus den großen Krisen unserer Zeit. Laut einer Studie der American Psychological Association ist in den USA finanzieller Druck einer der wichtigsten Stressfaktoren. Und eine Untersuchung im Auftrag der Techniker Krankenkasse erbrachte, dass in Deutschland der subjektiv empfundene Stress ansteigt. „Schule, Studium und Beruf“ zählen laut der Studie zu den größten Stressfaktoren.

Allerdings werden eine schwierige finanzielle Situation oder ein stressiger Job in der Regel nicht allein durch Achtsamkeit besser. So ist auch die Kritik von Roland Purser, dass im Zuge der McMindfulness die Gründe für Stress in den Hintergrund geraten. Die Verantwortung für gesellschaftliche Probleme wie Stress durch Arbeitsbelastung, Armut oder die Folgen der Pandemie droht ins Privatleben der Menschen abgeschoben zu werden. Ann Gleig, Professorin der University of Central Florida, geht noch einen Schritt weiter und beschreibt die Debatte um Mindfulness als Allheilmittel sogar als „Mindfulness Wars“ – als Krieg um das seelische Wohlbefinden.

Auch wenn sie jetzt einen Hype erlebt – Achtsamkeit ist älter als unsere modernen Krisen. Wer sie erfunden hat, ist sehr schwer zu sagen. Die *Ānāpānasati Sutta*, eine der ältesten Überlieferungen und zentralsten Schriften des Theravada-Buddhismus, schlägt (grob vereinfacht) bereits vor, den eigenen Atem bewusst zu erleben. „Lange einatmend weiß er: ‚Ich atme lange ein‘“, steht da. Was heute, einige tausend Jahre später, Achtsamkeitslehrende, Bücher, Podcasts und Apps anbieten, geht auf genau dieses Prinzip des „bewussten Erlebens“ zurück. Die Idee dahinter ist, unser Leben zu verändern, indem wir vom Autopilotmodus des Alltags auf bewusste Wahrnehmung umschalten – spüren, was uns guttut, was uns nicht guttut oder wie es uns überhaupt gerade wirklich geht.

MEDITATION UND ACHTSAMKEIT

Achtsamkeit ist keine Technik, sondern eine Qualität: das achtsame Erleben der Welt und des eigenen Körpers und Geistes. Trainiert werden kann diese Qualität wiederum durch verschiedene Formen der Meditation. Aber auch der Meditationsbegriff ist dehnbar. Häufig wird Meditation als Praxis beschrieben, in der Menschen etwas bewusst tun. Sie setzen sich hin. Sie erleben bewusst den eigenen Atem. Sie gehen, essen oder singen bewusst. Dabei ist Meditation nicht auf die Lehren der buddhistischen Religion beschränkt, die als Wiege der Praxis gilt. Besonders das meditative Gehen ist Teil vieler Weltreligionen: Pilgern auf dem Jakobsweg oder der Gang um die Kaaba in Mekka sind nur zwei Beispiele.

Im Buddhismus gibt es einen ethischen Rahmen und konkrete Vorschläge, wie wir ein achtsames Leben gestalten. Gebote, die gar nicht so weit von den zehn christlichen Geboten entfernt sind (unter anderem: nicht töten, nicht stehlen, nicht lügen), weisen den Weg in die Achtsamkeit. Auch Leid ist ein großes Thema im Buddhismus: Wie können wir mit unserem persönlichen Leid umgehen, wie können wir es verringern? Eine Antwort der buddhistischen Lehre auf Leid ist Mitgefühl. Mitgefühl mit sich selbst, mit anderen Menschen, mit allen Wesen, mit der Welt. Die buddhistische Lehre beschreibt die Welt als eins, versteht alle Wesen als Teil des großen Ganzen.

Die westliche, säkularisierte Idee der Achtsamkeit hingegen mündet oft kurz nach dem bewussten Erleben in Pragmatismus statt Spiritualität. Wenn wir dann bewusst den Klimawandel wahrnehmen, entscheiden wir, zu Aktivistinnen und Aktivisten zu werden oder bewusst Braunkohle abzubaggern, wie die RWE in Lützerath. Die US-Armee nutzt Achtsamkeitstraining mittlerweile auf einem hawaiianischen Stützpunkt, um Soldaten präziseres Schießen beizubringen. Immer mehr Buddhisten kritisieren daher diesen westlichen, pragmatischen McMindfulness-Einsatz ihrer Achtsamkeits-Lehren.

ACHTSAME FORSCHUNG

Inzwischen sind Meditation, Achtsamkeit und Resilienz allerdings keine religiöse oder spirituelle Domäne mehr. Auch die Forschung nimmt sich ihrer inzwischen vor allem in der Psychologie und der Neurologie an. Eine aktuelle Meta-Studie, die die Ergebnisse von 87 Studien zum Thema untersuchte, kam zu dem Ergebnis, dass Achtsamkeit uns generell aufmerksamer macht. Eine andere Meta-Studie, die 16 Publikationen speziell zu digitalen Achtsamkeitsangeboten untersuchte, kam zu dem Schluss, dass digitale Achtsamkeitsangebote einen „kleinen bis moderaten Effekt“ auf Stress und Achtsamkeit hatten.

Auch Isabella Helmreich vom Leibniz-Institut für Resilienzforschung nähert sich dem religiösen Prinzip mit wissenschaftlichen Methoden. Sie versteht unter Achtsamkeit (Interview Seite 20) „eine Haltung, in der die eigene Aufmerksamkeit – in einer offenen und nicht-bewertenden Weise – auf die gegenwärtige Erfahrung ausgerichtet ist, also das ‚Hier und Jetzt‘“. Oder einfacher: Achtsamkeitspraktiken sollen uns helfen, wieder besser mit uns selbst und unseren eigenen Bedürfnissen in Kontakt zu kommen. Zugleich lernen wir dabei, dass wir nicht jedem Gedanken oder Handlungsimpuls, den wir haben, Folge leisten müssen.

Für Helmreich ist Achtsamkeit eine Haltung, die die eigene Resilienz stärkt. Resilienz definiert die Forscherin als „Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der psychischen Gesundheit während oder nach widrigen Lebensumständen“. Das Wort stammt aus dem Lateinischen: Resilire bedeutet so viel wie zurückspringen, abprallen und nicht anhaften. Es umschreibt die Fähigkeit, mit Herausforderungen umzugehen. Damit schließt sich der Dreiklang: Meditation ist eine Methode, um Achtsamkeit zu trainieren und darüber unsere Resilienz zu stärken.

Neben der Resilienzforschung arbeitet die Wissenschaft auch noch an einem anderen Zugang zu Achtsamkeit und Bewusstseinsveränderung. Über Wahrnehmungs- und Bewusstseintheorien erschließen sich Forscherinnen und Forscher Gebiete, die Jahrhunderte lang Religion, Philosophie und Mystizismus vorbehalten waren (siehe Seite 24). Sie er-

McMindfulness ist,
wenn Achtsamkeit aus
dem vielschichtigen
und ethischen Kontext
des Buddhismus
herausgeschält und
zum oberflächlichen
Produkt der Entspan-
nung wird.



Die Sommersonnenwende gehört am New Yorker Times Square den Yogis. „Mind Over Madness“ heißt die Veranstaltung, die unter anderem das indische Generalkonsulat in New York sponsert. Sie fordert die Fähigkeit der Yogis heraus, Lärm und visuelles Chaos inmitten des städtischen Trubels auszublenden.

gründen, wie sich Selbstwahrnehmung modulieren lässt. Ein „Verlust von Zeit und Selbst“ ist etwa für Forscher Marc Wittmann der Schlüssel für eine Veränderung der Selbstwahrnehmung. Ist es möglich, mit technischen Hilfsmitteln wie Virtual Reality oder schwimmend in mit Salzwasser gefüllten Isolations-tanks die Wahrnehmung des Selbst zu erweitern? Und kann uns das helfen, unsere Welt anders wahrzunehmen und sie mehr zu schützen?

Natürlich werden solche gesellschaftlichen Trends auch immer von technischen Tools begleitet, die versuchen, die hochkomplexe Auseinandersetzung mit sich selbst möglichst einfach zugänglich zu machen. So sind die Entwickler der Meditations-App Headspace stolz darauf, die Wirksamkeit ihrer App in mittlerweile 16 Studien geprüft zu haben: Studien der Northeastern University sollen zeigen, dass nach drei Wochen Achtsamkestraining das Mitgefühl mit anderen Menschen um 23 Prozent steige und Aggressionen der Probanden um 57 Prozent reduziert würden. Eine Studie mit Pflegekräften soll sogar festgestellt haben, dass

Meditation ist eine Methode, um Achtsamkeit zu trainieren und darüber unsere Resilienz zu stärken.

Achtsamkeitstraining via App besser funktioniert als herkömmliches Achtsamkeitstraining.

Was bedeutet all das jetzt für jede und jeden von uns? Können Achtsamkeit und Meditation uns tatsächlich helfen, besser mit der Welt zurechtzukommen, wie sie gerade ist? Isabella Helmreich bejaht das: „Achtsamkeitspraktiken werden in vielen Resilienztrainings vermittelt, um besser für sich zu sorgen und die eigene Aufmerksamkeit zu fokussieren und zu regulieren, um mehr im Hier und Jetzt zu sein.“ Die Wirksamkeit achtsamkeitsbasierter Verfahren zur Stressbewältigung sei in vielen Studien dokumentiert, sagt sie. „Und auch in eigenen Studien konnten wir zeigen, dass Resilienztrainings, die achtsamkeitsbasierte Elemente beinhalten, sehr effektiv sein können.“ Wenn Menschen, die Zeit und Energie darauf verwenden, sich selbst und ihr Innenleben zu beobachten, sich auch selbst besser verstehen, dann können sie auch mit sich selbst und den Herausforderungen, die das Leben ihnen stellt, besser umgehen. In diesem Sinne: Atmen Sie lange ein. ●



CELLULOSE FIBRES CONFERENCE 2023

Cologne (Germany) 8–9 March

The Unique Conference Focused on Cellulose Fibres – in Textiles, Hygiene and Packaging

Cellulose fibres are bio-based and biodegradable, even in marine-environments, where their degrading does not cause any microplastic.

One effective solution towards ecodesign is the use of cellulose fibres. Cellulose is the main component of plant cell walls and a natural polymer. The different production technologies for extracting cellulose from plants can also be used for the recycling of cellulose which enables a circularity of the material.

The Success Story of Cellulose Fibres Continues

Following its successful 2022 edition with 229 participants from 27 countries, the Cellulose Fibres Conference 2023 will cover the entire cellulose value chain. This includes chemical pulp, cellulose fibres such as modal or lyocell and new developments for a wide range of applications such as textiles using new technologies, nonwovens like wet wipes as well as novel areas such as the replacement of fossil carbon fibres, the conversion of old clothes into packaging or hygiene products based entirely on cellulose fibres. The conference will provide deep insights into the promising future of cellulose fibres and perfectly support the trend towards recycling, sustainable carbon cycles and finally a circular economy.

250 participants and 30 exhibitors are expected in Cologne to discuss the following hot topics:

- Strategies, Policy Framework of Textiles and Market Trends
- New Opportunities for Cellulose Fibres in Replacing Plastics
- Sustainability and Environmental Impacts
- Circular Economy and Recyclability of Fibres
- Alternative Feedstocks and Supply Chains
- Ionic Liquids and New Technologies for Pulps, Fibres and Yarns
- New Technologies and Applications beyond Textiles
- Cellulose Fibre Based Packaging
- Cellulose Fibre Based Hygiene Products



cellulose-fibres.eu



Call for Innovation

Vote for the "Cellulose Fibre Innovation of the Year 2023"

Organiser



Award Sponsor



Gold Sponsors



Bronze Sponsors



„Der Mensch ist robuster, als man denkt“

Isabella Helmreich, Leiterin des Bereichs Resilienz & Gesellschaft am Leibniz-Institut für Resilienzforschung in Mainz, räumt mit der Vorstellung auf, dass Resilienz uns vor den Widrigkeiten des Lebens schützen kann. Resilienz hilft, sie zu bewältigen. – Interviewer: Jan Vollmer

Dr. Isabella Helmreich ist psychologische Psychotherapeutin und Expertin für Gesundheitsprävention am Leibniz-Institut für Resilienzforschung (LIR) in Mainz. Ihr Schwerpunkt ist die Förderung von Resilienz – also diese viel zitierte Fähigkeit, die die eigene psychische Gesundheit erhalten oder wieder aufrichten soll, wenn uns Rückschläge treffen. Dabei sei diese Fähigkeit weder eine Charaktereigenschaft noch in den Genen verankert, sagt sie. Resilienz ist erlern- und trainierbar – wie Schwimmen und Radfahren. Wer sich in Resilienz übt, lernt seine Ressourcen kennen, stärkt sein Selbstwertgefühl und gewinnt eine optimistische, positive Sicht auf das Leben.

Es gibt gerade viele Texte, die von Resilienz handeln. Wie sinnvoll ist es, beispielsweise einen Ratgeber dazu in einem Magazin zu lesen? Hilft das?

Resilienz ist gerade ein absolutes Modewort, es gibt immer mehr Publikationen dazu. Das ist gut, weil Resilienz wichtig ist und dadurch die Awareness gesteigert wird. Den Menschen wird bewusst, dass es nicht nur die pathologische Sichtweise gibt, in der man sagt, „die Psyche wird krank“. Bei dem Thema Resilienz geht es mehr um eine Ressourcenorientierte Perspektive: Was für Stärken und Ressourcen hat man und wie kann man die gut nutzen? Ein Problem dabei ist jedoch, dass es selbst in Forschungspublikationen ganz unterschiedliche Definitionen davon gibt, was Resilienz überhaupt ist.

Wie würden Sie denn beschreiben, was Resilienz ist?

Resilienz definieren wir am Leibniz-Institut für Resilienzforschung als Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der psychischen Gesundheit

Niemand ist durchgängig resilient, auch nicht Resilienzforscherin Isabella Helmreich.



„Freunde, ein gutes soziales oder berufliches Netzwerk helfen in den meisten Lebenslagen.“

während oder nach widrigen Lebensumständen.

Woran genau forschen Sie denn, wenn Sie zu Resilienz forschen?

Erstmal versuchen wir, eine gute Resilienzdefinition in der Forschung zu verankern. Zweitens fokussieren wir uns auf das Gehirn als Resilienzorgan: Was für Strukturen, was für Mechanismen im Gehirn sind wichtig? Was hilft Menschen dabei, Stress und schwierige Situationen gut zu überwinden? Basierend auf diesen Erkenntnissen entwickeln wir dann Interventionen, die Menschen bei der Bewältigung von Widrigkeiten und Stress helfen können. Der dritte Fokus ist, nicht nur auf das Individuum, sondern auch auf die Gesellschaft zu schauen: Was kann man im Arbeitsumfeld oder der Umwelt tun, um Menschen möglichst gute Lebensbedingungen zur Verfügung zu stellen?

Sie untersuchen also an Gruppen von Menschen, wie diese mit Krisen umgehen?

Wir haben zum Beispiel gerade einen Artikel zu akademischer Resilienz geschrieben: Was sind Stressoren von Studierenden? Was brauchen Studierende, wo haben sie Schwierigkeiten und wie kann man durch Trainings und Interventionen Resilienz fördern? Aber auch: Wie kann man im Hochschul-Kontext dafür sorgen, dass Studierende, die Hilfe benötigen, diese auch bekommen?

Und lässt sich aus so einer Studie dann etwas Allgemeines ableiten, was man in einem Heft wie zum Beispiel der MIT

Technology Review als Tipp weitergeben könnte?

Das Gießkannenprinzip ist oft nicht so hilfreich. Resilienz ist etwas sehr individuelles und kontextspezifisches. Es kommt darauf an, welchem Stress Sie ausgesetzt sind und welche Ressourcen Sie dafür haben. Deswegen kann zum Beispiel ein bestimmter Stressor bei einer Person, die nicht die richtigen Ressourcen für den Umgang damit hat, extrem belastend für diese Person sein. Andererseits: Stellen Sie sich vor, Sie haben einen Konflikt mit Ihrem Chef bei der Arbeit und Sie haben gerade genau die richtigen Ressourcen dafür, weil Sie vielleicht vor Kurzem ein Konfliktmanagement-Seminar besucht haben – dann macht Ihnen dieser Stress vielleicht gar nichts aus. Deswegen ist es hilfreich, ein breites Repertoire an Stressbewältigungsstrategien zu besitzen. Das ist auch, was wir in unseren Resilienztrainings versuchen zu vermitteln. Wir stellen die verschiedenen Resilienzfaktoren und Strategien vor und üben diese praktisch ein. Dann können die Menschen selbst schauen, welche Faktoren sie bereits besitzen und anwenden und welche sie noch dazuholen könnten, um für die Zukunft besser ausgerüstet zu sein.

Gibt es denn einen Resilienzfaktor, der über verschiedene Studien hinweg immer wieder auftaucht?

Da gibt es einige. Einer der mit am besten untersuchten Faktoren ist die soziale Unterstützung: Freunde, ein gutes soziales oder berufliches Netzwerk helfen in den meisten Lebenslagen. Allein wenn man das Gefühl hat, man könnte

auf soziale Unterstützung zurückgreifen, hilft es oft schon dabei, mit stressigen Situationen entspannter umzugehen.

Freunde zu haben und Freundschaften zu pflegen, ist auch keine ganz einfache Angelegenheit, wenn man ohnehin mit Stress zu kämpfen hat. Was halten Sie von Achtsamkeit?

Achtsamkeit hilft mir natürlich, besser auf mich zu achten, auch im Hier und Jetzt zu sein. Ein Problem, das wir in unserer digitalen Gesellschaft haben, ist, dass wir sehr selten im Hier und Jetzt sind. Weil uns die digitalen Medien erlauben, viel in der Vergangenheit zu sein und zu gucken: Was ist denn gerade passiert, was habe ich verpasst? Aber natürlich auch ganz viel in der Zukunft zu sein und neue Verabredungen zu treffen. Deswegen sind achtsamkeitsbasierte Techniken oft ein wichtiges Element in Resilienztrainings, um mehr bei sich zu sein.

Ich beobachte an mir, dass ich in stressigen Situationen reflexartig mein Handy raushole und durch soziale Netzwerke scrollt. Und ich habe nicht das Gefühl, dass ich damit die jeweiligen Probleme löse. Es fühlt sich eher an wie eine kleine Pause von meinem Leben. Meine Wahrnehmung ist, dass ganz viele Menschen das so machen. Haben Sie das auch schon beobachten können?

Also, eine valide Forschungsarbeit dazu habe ich jetzt gerade nicht im Kopf. Aber was Sie beschreiben, klingt eher nach einer kurzen Ablenkung und nicht nach tatsächlicher Entspannung. Es ist vielleicht nicht so anstrengend wie fokussiertes Arbeiten. Aber das Gehirn

kriegt ja trotzdem ständig Reize. Man vergleicht sich. Das kostet auch wieder Energie. Wenn Sie die Psyche entspannen wollen, wäre es besser, sich auf sich selbst zu konzentrieren, auf seinen Atem zum Beispiel, ohne ständig über irgendwas nachzudenken oder Informationen zu verarbeiten. In der Achtsamkeitspraxis ist hierzu eine der Techniken die bewertungsfreie Wahrnehmung.

Die Nachfrage nach Resilienz und Achtsamkeit ist hoch – vor allem nach einer Universallösung für alle Probleme. Die Bestsellerlisten sind voll von Ratgebern, die uns erklären, dass wir wahlweise jeden Tag um fünf aufstehen, eisbaden, aufräumen, richtig schlafen, essen oder trinken müssen und positiv denken sollen.

Ja, der Wunsch nach einem Kochrezept für die Widrigkeiten des Lebens ist hoch. Viele wären auch gerne wie so eine Teflon-Pfanne, an der alles abprallt. Und das ist eben genau das, was Resilienz nicht sein soll. Es geht nicht darum, alles Unangenehme irgendwie wegzumachen und uns von unseren Gefühlen abzuschneiden. Resilienz bedeutet, dass wir mit den unterschiedlichsten Emotionen gut umgehen können. Es geht nicht darum, nur positive und gute Gefühle zu haben. Auch die negativen und unangenehmen Gefühle gehören zum Leben dazu. Das macht uns ja als Menschen aus, dass wir ein Auf und Ab erleben. Wir brauchen auch Phasen, in denen es uns nicht so gut geht, um uns weiterzuentwickeln und auch um die schönen Phasen schätzen zu können. Resilienz hilft dabei, aus einer dunklen Phase wieder herauszukommen, nicht stecken zu bleiben, aber auch die schönen Seiten des Lebens wertzuschätzen und zu würdigen.

Wenn Resilienztraining meine Probleme nicht löst, hilft es mir dann wenigstens gegen meinen Alltagsstress, etwa bei der Arbeit?

Stress ist etwas ganz Natürliches und gehört zum Leben, nur zu viel sollte es nicht sein. Resilienz hilft dabei, das richtige Maß zu halten oder einzufordern. Das heißt, es bedeutet auch, bei bestimmten Stressoren zu sagen: Jetzt kann ich nicht mehr, hier muss ich Grenzen ziehen. Die Gefahr von Resilienztrainings ist, dass damit noch mehr Verantwortung auf das Individuum geschoben wird, zum Beispiel auf Arbeitnehmer, nach dem Motto: „So, wir machen dich jetzt resilient, damit du noch mehr leisten kannst und noch mehr ausgebeutet und optimiert wirst, um in die unguten Arbeitsbedingungen zu passen.“ Aber es soll nicht nur um Verhaltensprävention, sondern auch um Verhältnisprävention gehen, also Veränderungen von schlechten Lebens-, Arbeits- und Umweltbedingungen.

Woher kommt diese offenbar gesellschaftsweite Sehnsucht nach einfachen Lösungen gegen persönlichen Stress?

Mit der Globalisierung, der Technologisierung und der Digitalisierung ist alles schnelllebiger

geworden. In Studien und Umfragen geben Menschen beispielsweise an, dass sie sich gestresster fühlen als noch vor zehn Jahren. Diese unbegrenzten Möglichkeiten schaffen einerseits viel Freiheit, andererseits verursachen sie Stress: Sich immer präsentieren zu müssen, immer das Beste aus sich herauszuholen, ständig entscheiden zu müssen: „Tue ich dies? Tue ich das? Und wohin führt das und warum?“ Wenn man die Daten von repräsentativen Umfragen über Jahre vergleicht, sieht man, dass Menschen angeben, sich heute mehr gestresst zu fühlen als früher. Auch aus den Reports der Krankenkassen geht hervor, dass psychische Erkrankungen auf dem Vormarsch sind. Allerdings haben wir dabei ein Henne-Ei-Problem: Ist es der aktuelle Lebensstil? Oder trauen sich die Menschen eher, darüber zu sprechen?

Verweichlichen wir mental? Früher sind die Leute noch an Lungenentzündungen gestorben – und jetzt bekomme ich nur E-Mails von meinem Arbeitgeber nach Feierabend. Das sind doch eigentlich keine Probleme mehr, oder?

Heutzutage fehlen die Pausen und die Zeit zur Erholung, insbesondere auch der geistigen. Durch die Digitalisierung und Globalisierung können negative Nachrichten aus aller Welt unbegrenzt auf uns einstürmen. Zudem ändern sich Traditionen und Werte durch unsere moderne Lebensweise so schnell und oft radikal wie noch nie im Leben der Menschheit. Das schafft ein Gefühl der Verunsicherung und manchmal auch der Hilflosigkeit – insbesondere, wenn bisher gelernte Copingstrategien plötzlich nicht mehr greifen, wie z. B. in der Pandemie.

Dennoch sollte nicht unerwähnt bleiben, dass die Forschung gezeigt hat, dass der Mensch robuster ist, als man denkt. Gegenüber kritischen und potenziell traumatischen Lebensereignissen wie einem Autounfall oder einer schweren Krankheit ist ein großer Teil der Menschen resilient. Rund 65 bis 85 Prozent können durchschnittlich trotz solcher traumatischen Erlebnisse ihre psychische Gesundheit aufrechterhalten. Es gibt aber auch einen Teil der Menschen, denen das schwererfällt: Vulnerable Gruppen wie Jugendliche aus benachteiligten sozialen Schichten oder Alleinerziehende haben es oft schwerer. Wir forschen an der Frage, wie man diese Gruppen stärken kann.

Gibt es einen Aspekt, der Ihrer Meinung nach in der Resilienzdebatte zu kurz kommt?

Zwei Dinge: Erstens sollten wir darauf achten, dass es nicht nur darum geht, das Individuum raffinierter zu machen, damit es besser mit den Anforderungen der Gesellschaft umgehen kann. Und zweitens: Ich finde scheitern wichtig. Und es gehört zum Leben dazu. Es gibt auch das Prinzip der Stress-Impfung: Es kann gut für uns sein, wenn Dinge nicht klappen, und wir lernen, damit umzugehen. Nur so können wir auch über uns hinauswachsen. ●

„Der Wunsch nach einem Kochrezept für die Widrigkeiten des Lebens ist hoch. Viele wären gerne wie eine Teflon-Pfanne.“

Willkommen in der

Was passiert in unserem Gehirn, wenn wir meditieren? Die Ergebnisse der Bewusstseinsforschung zeigen verblüffende Parallelen zu buddhistischen Schriften – und eröffnen vielleicht sogar Wege, mit globalen Krisen besser umzugehen. – Wolfgang Stieler



Traum-Maschine



Technischer Trip: In der Dream Machine liegen die Teilnehmenden mit geschlossenen Augen. Stroboskop-Lichter wechselnder Frequenz erzeugen vor ihrem inneren Auge bunte, geometrische Strukturen.

Marc Wittmann sitzt in seinem Büro und plaudert über seine Forschung. Es ist ein ganz gewöhnliches Büro, wie man es sich bei einem Universitätsprofessor vorstellt. Eine Tafel im Hintergrund enthält Gesprächsnotizen, es gibt viele Bücherregale und noch mehr Papier. Ab und zu trinkt Wittmann einen Schluck Tee, um dann weiterzusprechen. Wittmann erzählt begeistert von Experimenten mit psychedelischen Drogen, die seine Schweizer Kollegen durchführen, seinen Versuchen mit Isolationstanks und von Forschung zur Manipulation des Zeitempfindens in der virtuellen Realität. Und mit einem Mal werden die Sechzigerjahre wieder lebendig.

Der Psychologe Timothy Leary predigte damals auf dem Campus der Harvard University den Gebrauch von LSD und anderen psychoaktiven Drogen. Er wurde dann wegen Marihuana-Besitz zu einer Gefängnisstrafe von zehn Jahren verurteilt, konnte mithilfe der militanten Weathermen fliehen, um schließlich ins Exil zu gehen. Oder John C. Lilly: ein Psychologe und Neurobiologe, der fest davon überzeugt war, wir könnten mit Delfinen kommunizieren. Der Isolationstank, in dem man in körperwarmem, hochgesättigtem Salzwasser schwebt, während man optisch und akustisch von der Welt abgeschlossen ist, ist ursprünglich Lillys Erfindung. Allerdings kombinierte er die Sitzungen im „Flotation Tank“ gerne noch mit Gaben von LSD – was ihn schließlich in immer fernere Sphären abdriften ließ: Gegen Ende seines Lebens war Lilly überzeugt, die Geschicke des Universums würden von hoch entwickelten außerirdischen Entitäten kontrolliert.

Wittmann geht es allerdings – anders als den Gurus der Hippie-Bewegung – nicht um Selbsterfahrung, Subkultur und Spaß. Es geht um Wissenschaft, um Medizin und darum, neue Wege zu finden, Patienten mit psychiatrischen Auffälligkeiten, Depression und Schizophrenie zu behandeln. Das Potenzial dieser Forschung geht aber weit über medizinische Anwendungen hinaus. Denn die „veränderten Bewusstseinszustände“, die Wittmann und andere mittlerweile erforschen, verändern im besten Fall die Wahrnehmung des eigenen Selbst. Und damit, um es mit den Worten des Philosophen und Bewusstseinsforschers Thomas Metzinger zu sagen, könnte eine neue „Bewusstseinskultur“ – so auch der Titel seines neuesten Buches – entstehen. Eine Kultur, die sich auf rationaler und wissenschaftlicher Basis mit dem Innenleben des Geistes beschäftigt. Eine Kultur, die uns in Zeiten globaler Krisen befähigt, „weder den eigenen Verstand zu verlieren noch die eigene Würde“.

Dreh- und Angelpunkt solch einer „Bewusstseinskultur“ sind Theorien und Forschungsergebnisse, die einen Zusammenhang zwischen der Wahrnehmung von Zeit, Raum, Realität und des Selbst herstellen (<https://heise.de/s/DWKQ>). Noch sind diese Theorien lückenhaft. Sie beschreiben die Phänomene qualitativ und auf verschiedenen Ebenen der Abstraktion. Aber sie geben schon jetzt faszinierende Hinweise darauf, wie sich Bewusstseins-

zustände gezielt zu unserem Nutzen verändern lassen. Damit ist die Wissenschaft dabei, sich ein Gebiet zu erschließen, das jahrhundertelang Religion, Philosophie und Mystizismus vorbehalten war.

Können wir uns dem, was jahrhundertelang als unwissenschaftlich galt, mit wissenschaftlichen Methoden nähern? Sind Erfahrungen wie Flow oder Bewusstseinszustände, die während der Meditation entstehen, rational zu ergründen? Und können wir sie gerade in Zeiten globaler Krisen für uns nutzen, um achtsamer mit uns und unserer Umwelt umzugehen?

EINE FRAGE DER ZEIT

Der Verlust des Zeitgefühls, eine Entgrenzung des Selbst, eine Art kosmische Verbundenheit mit der Welt wird zwar immer wieder von erfahrenen Meditierenden verschiedenster Kulturen und Regionen beschrieben – wie auch von Konsumenten psychedelischer Drogen. Doch das Einüben solcher Bewusstseinszustände ist nicht reproduzierbar. Die praktischen Techniken der Versenkung, die zur ersehnten Erleuchtung führen sollen, sind oftmals mit mystischen und esoterischen Erklärungen über den Ursprung und Sinn dieser Welt verknüpft. Das ist nichts für rational veranlagte Geister. Und die Einnahme psychoaktiver Substanzen ist nicht nur gefährlich, sondern obendrein verboten.

Wittmann empfiehlt stattdessen eine spezielle Form des Badens. Der Floating Tank sei so etwas wie eine „Instant-Meditation“, schwärmt er. „Ich bin selbst kein großer Meditierer, aber im Floating Tank komme auch ich relativ schnell in meditationsähnliche Zustände.“ In diesem Tank schwebt man auf körperwarmem, hochgesättigtem Salzwasser – wie im Toten Meer. „Die Außengrenze zur Umgebung verschwindet und man ist eins mit seiner Umgebung“, sagt er, „und dann verliert man das Gefühl für die Zeit.“

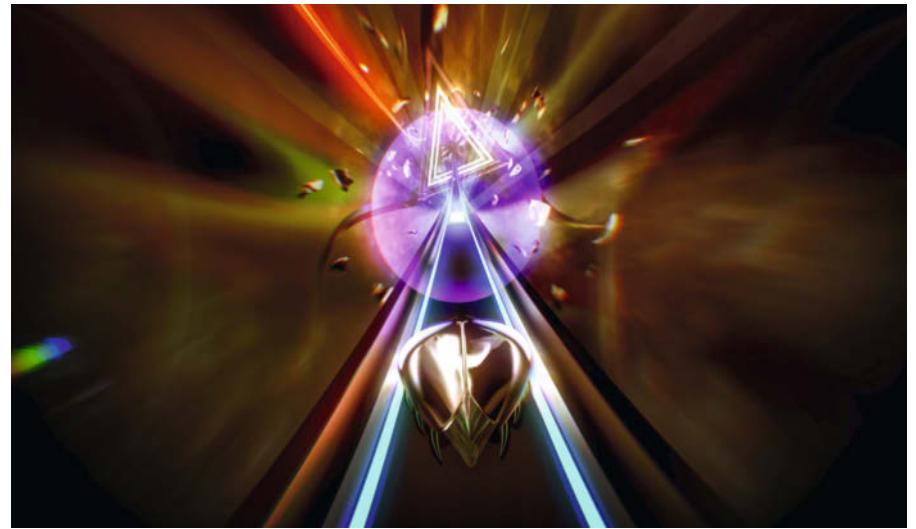
Meditation, Achtsamkeit und das Zeitempfinden sind jedoch eng miteinander verknüpft. Wie man das Zeitempfinden gezielt manipulieren kann, haben Wittmanns Kollegen, angeführt von dem Kölner Psychiater Kai Vogeley, im Rahmen des Projektes Virtual Times (vor allem) in VR-Umgebungen getestet. Eine von ihnen entworfene Szene: Die User sitzen auf der Brücke eines Raumschiffs, während sich vor ihren Augen ein Sternenfeld bewegt. Sind die User gestresst, wird die Bewegung des Sternenfeldes beschleunigt, entspannen sie sich, bewegen sich die Sterne langsamer. Durch diese Manipulation konnten die Forschenden erreichen, dass die Zeit für die Probanden subjektiv schneller verging.

Ein anderes Experiment sollte die Probanden in den Flow-Zustand versetzen: „Thumper ist ein Spiel in VR, bei dem sie scheinbar in einer Achterbahn fahren“, sagt Wittmann. Auf dieser Fahrt kommen einem Gegenstände entgegen und man muss sie rechtzeitig beiseitedrücken, damit sie die Fahrt nicht behindern. „Man fährt auf dieser Ach-

terbahn und muss sich ganz schön konzentrieren – so sehr, dass man Zeit und Selbst verliert.“ Je besser die Probanden im Spiel waren, so Wittmann, desto stärker war auch deren Flow-Empfinden und umso schneller verging für sie die Zeit (heise.de/s/W4ge).

Genau dieser „Verlust von Zeit und Selbst“ ist für Wittmann und seine Kollegen der Schlüssel für eine Veränderung der Selbstwahrnehmung. Sie konnten nachweisen, dass sie Teil der achtsamkeitsbasierten Stressreduktion ist und sind davon überzeugt, dass sie eine ähnlich günstige Wirkung auf Patienten mit Angststörungen, Depression oder Schizophrenie erzielen können (heise.de/s/OxX5) – vergleichbar mit der Wirkung von Antidepressiva (heise.de/s/N2jr).

Der Grund: „Normalerweise denken wir ständig an Vergangenes, an die Zukunft“, sagt Wittmann. „Sie denken schon an die nächste Frage, die Sie gleich haben werden, oder denken vielleicht noch über eine alte Frage nach.“ Diese „Ausweitung der Präsenzzeit“ hänge stark mit dem „narrativen Selbst“ zusammen, erklärt er, „unserer eigenen Erzählung darüber, wer wir sind und wie wir in der Welt wirken“. Bei Patienten mit Depression oder Angststörungen sei jedoch genau dieses „narrative Selbst“ stark hochgefährdet, es entstünden „nega-



Das VR-Spiel *Thumper* soll User gezielt in einen Flow-Zustand versetzen, in dem sie die Zeit und sich selbst vergessen, um Stress und Ängste abzubauen.

tive Gedankenschleifen, Ruminationen“. „Wenn ich jetzt auf diesen Präsenzmoment fokussiert bin – also das Hier und Jetzt –, dann verliere ich diese Ausweitung der Zeitzone auf die Vergangenheit und die Zukunft“, sagt Wittmann. Das Zeitempfinden dient also als Hebel, um im Hier und Jetzt anzukommen und sich

nicht mit Ängsten, Befürchtungen oder verpassten Gelegenheiten zu belasten. Genau dieses Im-Hier-und-Jetzt-Ankommen ist auch das Ziel von Achtsamkeitsübungen, die nicht nur kranken, sondern auch gesunden Menschen helfen sollen, besser mit Stress und belastenden Situationen umzugehen.

DAS RÄTSEL DER ZEIT

Wie Lebewesen das Vergehen von Zeit wahrnehmen, ist von der Wissenschaft noch immer nicht verstanden. Das Zeitgeber-Akkumulator-Modell (heise.de/s/m04g) wird von vielen Forschenden jedoch als „grobe Heuristik“ verwendet, um zu beschreiben, wie Zeitwahrnehmung funktioniert, sagt Marc Wittmann. Soll heißen: Das Modell beschreibt grob die Funktionen, ist aber höchstwahrscheinlich zu stark vereinfacht.

Demnach gibt es in Lebewesen Zeitgeber, die in regelmäßigen Zeitabständen Impulse aussenden, die von einem Akkumulator genannten zweiten System gesammelt werden. Je mehr Pulse der Akkumulator gesammelt hat, desto länger wird die verstrichene Zeit empfunden. Zeitgeber und Akkumulator werden aber durch zwei Faktoren beeinflusst: Steigt das körperliche Erregungsniveau, feuert der Zeitgeber schneller, sinkt es, feuert er langsamer. Der Akkumulator hingegen sammelt nur dann Impulse, wenn die Aufmerksamkeit auf der Wahrnehmung der Zeit liegt. Achtet man nicht auf die Zeit, ist abgelenkt, vergeht sie wie im Flug.

Die Theorie ist allerdings umstritten. Um sie zu testen, entwarf der Neurobiologe David Eagleman 2007 ein spektakuläres Experiment (heise.de/s/k17Q): Gemeinsam mit seinem Team entwarf er eine spezielle Digitaluhr, deren Display so schnell flackerte, dass es unter normalen Bedingungen nicht zu lesen war. Dann überredete er Freiwillige, aus 30 Metern Höhe in ein Netz zu springen, während sie auf ihre flackernen Uhren starnten. Wenn sich die innere Uhr tatsächlich beschleunigte, dann – so seine Überlegung – sollten die Freiwilligen sehen, wie sich die Unschärfe im freien Fall in lesbare Zahlen auflöst. Das konnten sie nicht – endgültig widerlegt ist die Zeitgeber-Theorie damit aber nicht.

Schon die Frage, ob sich das Rätsel des Bewusstseins überhaupt lösen lässt, ist umstritten.

Dass dieser Zustand sich durch eine Manipulation des Zeitempfindens herbeiführen lässt, „ist eine interessante Idee“, sagt der britische Bewusstseinsforscher Anil Seth. „Aber ich glaube nicht, dass es dafür Belege gibt. Ich denke nicht, dass das Zeitempfinden ein Hebel ist. Ich glaube, das ist eher ein Seiteneffekt.“ Allerdings einer, der in seinen Augen eine Menge über die Struktur des Bewusstseins verraten kann.

KONTROLIERTE HALLUZINATION

Denn für Seth – und mit ihm einer wachsenden Zahl von Forschenden – liegt der Schlüssel zum Verständnis des Bewusstseins in der Wahrnehmung: Demnach sei Wahrnehmung kein passiver Prozess, bei dem Informationen von den Sinnesorganen von außen zum Gehirn geleitet und dort verarbeitet und interpretiert werden. Vielmehr laufe der Prozess in beide Richtungen: Das Gehirn produziert Hypothesen über Muster in den Sinnesdaten. Die gleicht es andauernd mit den Wahrnehmungen der Sinnesorgane ab und passt seine Hypothesen an. Dabei wird die Differenz zwischen dem Modell, das das Gehirn entwickelt, und den Sinnesdaten möglichst kleiner (<https://heise.de/s/QMGA>).

Das Modell weist Ähnlichkeiten zu Autoencodern auf. Das sind künstliche neuronale Netze, die selbstständig lernen, wesentliche Eigenschaften ihrer Trainingsdaten zu erkennen und sie in einer kompakten, abstrahierten Form abzuspeichern. Bevor Seth sich der Bewusstseinsforschung zuwandte, hatte er Naturwissenschaften und Informatik studiert – die Parallelen sind also sicher kein Zufall.

Dieses Modell der subjektiven Wahrnehmung lässt sich nicht nur gut im Computer modellieren, sondern kann auch eine verblüffende Bandbreite von Phänomenen erklären. Optische Illusionen zum Beispiel, wie der Fall des berühmten „Dress“: Ein Hochzeitskleid, dessen Foto 2015 in sozialen Medien viral ging, erscheint manchen Betrachtern schwarz-blau, anderen weiß-gold gefärbt. Der Effekt lässt sich durch die sogenannte „Farbkonstanz“ erklären: eine Art automatischer Weißabgleich des menschlichen Auges, der uns auch bei wechseln-

THEORIEN DES BEWUSSTSEINS

Schon die Frage, ob sich das Rätsel des Bewusstseins überhaupt lösen lässt, ist umstritten. 1974 schrieb der Philosoph Thomas Nagel, dass wir wahrscheinlich niemals verstehen könnten, wie andere Lebewesen die Welt erleben, oder, in seinen Worten, „wie es ist, eine Fledermaus zu sein“. Auch der Philosoph David Chalmers war 1995 nur wenig optimistischer, als er die Suche nach einer naturwissenschaftlichen Erklärung für subjektives Erleben als „Hard Problem“ bezeichnete. Ungeachtet dessen haben sich in den vergangenen 30 Jahren mehrere Theorien herausgebildet, die auf verschiedenen Abstraktionsebenen zu erklären versuchen, was Bewusstsein ist (<https://heise.de/s/DWKQ>).

GLOBAL WORKSPACE

Die Global-Workspace-Theorie entwickelte der Psychologe Bernard Baars erstmals 1988, und der Neurowissenschaftler Stanislas Dehaene erweiterte sie. Nach dieser Theorie werden mentale Inhalte wie Wahrnehmungen, Gedanken und Emotionen in verschiedenen Hirnregionen autonom verarbeitet. Sie gelangen in das Bewusstsein, wenn mehrere verschiedene Hirnregionen synchronisiert auf diese Inhalte zugreifen, die dann in einem „globalen Arbeitsbereich“ zur Verfügung stehen. Die bewusste Wahrnehmung eines Objektes erlaubt es beispielsweise, mit diesem wahrgenommenen Objekt Aktionen zu planen. Die Theorie gehört damit zu den funktionalen Erklärungen, nach denen Bewusstsein in erster Linie über seinen Nutzen erklärt werden muss.

INTEGRATED INFORMATION

Die Integrated Information Theorie (IIT), die 2004 vom italienischen Hirnforscher Giulio Tononi vorgeschlagen wurde, geht das Problem auf einer sehr viel abstrakteren Ebene an. Nach dieser Theorie lässt sich jedem physikalischen System eine Bewusstseins-Maßzahl zuordnen. Diese Zahl Φ (der griechische Buchstabe Phi) liegt zwischen 0 und 1 und beschreibt, stark vereinfacht, die Menge an Informationen, die ein System insgesamt erzeugt und die über die Menge an Informationen hinausgeht, die von seinen einzelnen Teilen erzeugt werden. Obwohl sie sehr abstrakt und teilweise kontraintuitiv ist, ging aus der IIT ein Testverfahren hervor, mit dem gemessen werden kann, ob Koma-Patienten bei Bewusstsein sind (siehe TR 8/21 S. 44).

PROGNOSE-MASCHINE

Der dritte große Block beschreibt in verschiedenen Variationen das Gehirn als selbstständig lernende Prognose-Maschine. Nach dieser Theorie bildet es ständig Hypothesen über die Ursachen und den weiteren Verlauf der eingehenden Sinnesdaten und gleicht sie miteinander ab. Bewusstsein ist, nach Anil Seth, das Resultat dieses Abgleichs, eine „kontrollierte Halluzination“, eine Vorstellung darüber, wie die Welt ist, basierend auf den Signalen der Sinne. (Anil Seth: *Being You, Eine neue Wissenschaft des Bewusstseins*). Mathematisch lässt sich das beispielsweise durch das Free Energy Principle des britischen Hirnforschers Karl Friston beschreiben.

Wir schreiben Zukunft.



2 Ausgaben MIT Technology Review
als Heft oder digital
inklusive Prämie nach Wahl

mit-tr.de/testen



mit-tr.de/testen



leserservice@heise.de



+49 541/80 009 120

den Beleuchtungsbedingungen Farben so sehen lässt, wie wir es gewohnt sind. Erdbeeren beispielsweise erscheinen uns immer rot, auch wenn sie in violettem Licht eigentlich ganz anders aussehen. Aber wie funktioniert diese Fähigkeit? Im Auge werden drei verschiedene Sorten von Sehzellen von Licht verschiedener Wellenlänge unterschiedlich stark angeregt.

Dieser physiologische Mechanismus allein würde jedoch bewirken, dass farbige Gegenstände unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen immer anders aussehen. Das Gehirn produziert nun aufgrund früherer Erfahrungen eine Erwartung davon, wie die Welt ist. Diese Idee legt sie über die Sinnesdaten, um sie zu gewichten und zu interpretieren. Das ergibt dann eine annähernd konstante Farbempfindung auch unter wechselnden Beleuchtungsbedingungen.

Allerdings funktioniert diese interne Farbkorrektur nicht bei allen Menschen gleich. Da die Beleuchtung des Kleides auf dem Bild nicht klar zu deuten ist, führt sie in der Wahrnehmung offenbar zu vollkommen verschiedenen Ergebnissen (heise.de/s/wxve). Eine „kontrollierte Halluzination“ nennt Seth das. Was wir subjektiv wahrnehmen, ist eine Mischung aus den Informationen der Sinne und unserer Vorstellung von der Welt. „Natürlich ist diese Vorstellung relativ nah an der realen Welt und stark davon beeinflusst“, sagt Seth.

Aber sie ist damit eben nicht identisch: „Wenn Sie und ich heute zusammen in Brighton spazieren gehen und wir sehen, dass der Himmel heute blau ist, benutzen wir vielleicht das gleiche Wort, um diesen Himmel zu beschreiben“, sagt Seth. „Aber Sie haben mit Sicherheit eine andere Farbempfindung als ich.“

ALLES IST WAHRNEHMUNG

Die Welt, die wir subjektiv wahrnehmen, enthält also immer etwas von dem Modell, das wir uns von ihr machen. Deswegen sehen wir manchmal Gesichter oder fantastische Wesen in Wolken – oder Monster in den Schatten. Und je mehr die Vorhersage-Modelle des Gehirns die Überhand gewinnen – bei psychischen Störungen oder unter dem Einfluss psychedelischer Drogen etwa –, desto mehr verzerrten und verbiegen sie unsere Wahrnehmungen.

Um diesen Effekt zu illustrieren, entwarf Keizo Suzuki gemeinsam mit Seth eine Computersimulation: die Hallucination Machine. Das System gibt das Video eines Spaziergangs auf dem Campus auf einem VR-Headset aus. Allerdings durchläuft jedes einzelne Videobild zwischendurch einen modifizierten Deep-Dream-Algorithmus. Das ist ein 2015 entwickeltes, spezielles neuronales Netz, das das Input-Bild so verändert, bis es zu den Aktivierungsmustern der künstlichen Neuronen passt – grob gesagt verstärkt und visualisiert das den Effekt, den wir erleben, wenn wir Gesichter in Schatten oder Wolken sehen. Das Ergebnis ist trip-

py: Aus menschlichen Köpfen werden bunte Hundeköpfe, aus Gliedmaßen sprießen Blumen, farbige Ränder tauchen auf. Es ist tatsächlich eine Simulation „einer halluzinogenen Erfahrung in biologisch plausibler Weise“ – und zwar „ohne die zu Grunde liegende Neurophysiologie zu verändern“, betonen die Autoren (heise.de/s/J1xg). Ein Trip ohne Drogen.

Die Idee, dass Wahrnehmung keine Einbahnstraße ist, geht jedoch weit über die Erklärung optischer Täuschungen oder die Simulation von Drogenfahrungen hinaus. Denn das Konzept gilt auch für andere Formen der Wahrnehmung: Die Wahrnehmung des Raumes, des eigenen Körpers, die Wahrnehmung von Realität. Alles beruhe auf Vorstellungen unseres Gehirns darüber, wie die Welt ist, sagt Anil Seth. Auch die Wahrnehmung von sich selbst in der ersten Person, die Idee, eine unveränderliche Persönlichkeit zu sein, beruhe auf diesem Mechanismus. Sie bündelt diese Wahrnehmungen in einem „Selbstmodell“. Nur sei uns das normalerweise gar nicht bewusst – das Modell des Gehirns ist „transparent“, wie die Philosophen sagen.

Das könnte erklären, warum die Selbstwahrnehmung sich ändert, wenn Forschende in VR-Umgebungen mit dem Zeitempfinden ihrer Probanden spielen und weshalb sie Ängste löst und Wahnvorstellungen lindert. Es könnte erklären, warum der Isolationstank, der scheinbar die Außengrenze des Körpers auflöst und den Treibenden ganz auf seine Innenwahrnehmung reduziert, zu meditationsähnlichen Zuständen führt. Oder warum eine „Out-of-Body-Experience“ in VR, das Gefühl, nicht mehr im eigenen Körper zu sein, die Angst vor der eigenen Sterblichkeit lindert, wie Pierre Bourdin und Kollegen von der Universität Barcelona 2017 festgestellt haben (heise.de/s/1oN4) – allerdings nur mit einer sehr kleinen Gruppe von Menschen.

Was Seth daran interessiere, sei eine Erkenntnis, die auch nach ausgiebiger Meditationspraxis beschrieben wird: dass das Selbst unbeständig sei. „Es verändert sich ständig. Es ist kein Ding, es ist auch eine Form der Wahrnehmung, eine Art Konstruktion des Gehirns, um sein Verhalten in der Welt zu organisieren.“ Darüber werde in buddhistischen Texten „seit Tausenden von Jahren geschrieben“, sagt Seth. „Aber es ist auch etwas, das die moderne Neurowissenschaft herausgefunden hat.“

EINE NEUE BEWUSSTSEINSKULTUR

„Stimmt“, sagt der Philosoph und Bewusstseinsforscher Thomas Metzinger. „Meditation hat nachgewiesene positive Effekte.“ Durch die Ergebnisse der Bewusstseinsforschung versteht man mittlerweile auch immer besser mögliche „Kontraindikationen“, also Umstände, unter denen Meditation mehr Schaden anrichtet, als sie nützt. Ein wenig überspitzt gesagt, könnte man auch die Idee, Meditation und Achtsamkeit seien für sich genommen



Teilnehmer des Dream-Machine-Experiments zeichneten später das, was sie während der Performance vor ihrem inneren Auge gesehen hatten: in der Regel abstrakte, bunte, geometrische Muster, die an LSD-Trips erinnern.

bereits eine Antwort auf die planetaren Krisen, als eine solche Kontraindikation betrachten. Es könnte nicht die richtige Reaktion sein, sich im Rahmen einer kapitalistischen Selbstoptimierung „bloß eine Art geistigen Schnuller in den Mund zu stecken, um sich gut zu fühlen“.

Ähnlich wie Anil Seth ist auch Metzinger davon überzeugt, dass unser Ego eine Illusion ist, ein „Selbstmodell des Gehirns“, das es uns Menschen ermöglicht hat, evolutionär extrem erfolgreich zu sein. „Aber in der Evolution ist es nie darum gegangen, dass wir glücklich sind“, sagt Metzinger, „nur darum, dass wir möglichst gut unsere Gene weitergeben können.“ Das Resultat: „Gier, Neid und Dominanzstreben sind von der Evolution in uns eingepflanzt.“ Von diesen Verhaltensweisen, die Achtsamkeit und Resilienz diametral entgegenstehen, können wir uns lösen, wenn sie uns bewusst werden. „Nicht auf einer theoretischen Ebene, sondern direkt, unmittelbar, ohne Gedanken und Worte“, sagt Metzinger. Denn durch die Verschiebung der Aufmerksamkeit wird die Gewichtung des Selbstmodells in der Wahrnehmung schwächer – wir sehen die Welt im wahrsten Sinne des Wortes anders. „Dadurch können wir unsere Wahrnehmung, unser bewusstes Realitätsmodell als eine Konstruktion erkennen, eine Art Virtual Reality“, sagt Metzinger. Indem wir „die inneren, unbewussten Antriebskräfte erkennen“, haben wir eine Chance, zu entscheiden, ob wir wirklich so handeln wollen, wie wir das meist tun. Und möglicherweise einen Lebensstil entwickeln, der nicht auf immer mehr Wachstum beruht.

Anil Seth geht die Frage der Selbstmodulation pragmatischer an. Gemeinsam mit Forschenden und Künstlern hat er das Projekt „Dream Machine“ aufgesetzt: eine Art in-

teraktive Kunstausstellung, halb Happening, halb wissenschaftliches Experiment. Die Besucher ruhen in Gruppen von 20 bis 30 Menschen auf bequemen Liegen, während sie mit geschlossenen Augen eine innere Reise antreten, angetrieben durch Musik und intensive Stroboskop-Lichter in verschiedenen Frequenzen.

„Wir fragen die Menschen hinterher, was sie gesehen haben“, sagt Seth. „Und da geht eine Menge vor sich. Sie sehen Farben und Formen und Geometrien. Es ist wie eine sehr intensive, fokussierte Meditationsphase.“ Diese intensive Erfahrung einer reichen, komplexen Innenwelt, sagt Seth, könne die Menschen verändern – sie aus den ewig gleichen Schleifen herausreißen, in denen sie immer nur nach einer Bestätigung dessen suchen, was sie sowieso schon für richtig halten. Die „innere Vielfalt“ anzuerkennen, „kann genauso transformierend für die Gesellschaft sein, wie es die Anerkennung der äußeren Vielfalt gewesen ist“.

Während der Krieg in der Ukraine sich weiter zuspitzt, im Südpazifik schon der nächste Krieg droht, die soziale Spaltung weiter wächst, während wir gleichzeitig mit Vollgas auf eine unumkehrbare Erderwärmung zurasen, scheint diese Hoffnung naiv. Die Ergebnisse der Bewusstseinsforschung zeigen allerdings tatsächlich Wege und Techniken auf, sich aus zerstörerischen Endlosschleifen zu lösen. Und das, ohne Gurus, Gottheiten oder Geschäftemachern zu folgen und den rationalen, kritischen Verstand aufzugeben. Noch sind die Experimente und Technologien am Anfang, aber sie zeigen ein faszinierendes Potenzial. Jahrtausende Menschheitsgeschichte haben allerdings auch gezeigt, dass die Beschäftigung mit der eigenen Innenwelt allein nicht reichen wird. ●

Entspannungstechnik

Auf der Tech-Messe CES 2023 in Las Vegas stand das Thema mentale Gesundheit ganz oben auf der Agenda. Eine gute Gelegenheit, vor Ort zu testen, was Technik heute zu Entspannung und Stressabbau beitragen kann. – Frank Puscher



Der Morgen des ersten Messetages ist meist ein Moment der Euphorie: Die Anreise ist gelungen, die Akkreditierung hat funktioniert und zu Fuß zum Convention Center zu gehen, macht den Kopf frei. Außerdem sieht man Seiten von Las Vegas, die andere in ihren Über versäumen.

Dass Stressbekämpfung inzwischen ein Tech-Thema ist, zeigt sich bereits, bevor ich die Messe betrete: Direkt neben dem Haupteingang der CES, noch vor den Türen zu den Messehallen, will mich Healium per Virtual Reality entspannen. Ich setze mich auf einen Liegestuhl, bekomme eine Oculus Quest und ein paar Kopfhörer aufgesetzt und darf durch eine digitale Lagunenlandschaft schweben. Ein Hauch von Avatar 2.

Mit Yoga, Meditation und Traumreisen vertraut, arrangiere ich mich sehr schnell mit der Idee und entspanne. Aber eigentlich ist Welltech – Technologie, die gestressten Menschen beim Stressabbau helfen soll – für diejenigen gedacht, die sich nicht mit aktiver Stressbekämpfung auskennen und die technische Hilfe gegen den Stress in Anspruch nehmen möchten. Mein anschließender Gang über die CES zeigt: Es gibt viele kreative Ideen, Stress zu bekämpfen, die mal besser und mal schlechter funktionieren.

NEUROFEEDBACK UND GEHIRNWELLENMESSUNG

VR-Traumreisen boten auf der CES mehr als zwanzig Unternehmen an. Zwei davon, Healium und Flowly, schicken einen nicht nur in virtuelle Landschaften, sondern messen mit EEG-Stirnbändern (Healium) oder mit einem Ohrclip (Flowly) den Stresslevel. Ist der Healium-User gestresst, verändern sich die Farb- und die Klangwelt in der VR-Reise. Anfangs regieren rote und orangefarbene Farbtöne, die – wenn der Nutzer ruhiger wird – allmählich zu Blau und Grün wechseln.

Flowly leitet dagegen den Nutzer aktiv an, um seine Atmung zu verstetigen. Es gibt verschiedene Übungen. Welche dem Nutzer angeboten werden, bestimmt die Pulsfrequenz, die das System über den Ohrclip misst. Die einfachste, deren Ziel die Beruhigung des Atemrhythmus ist, zeigt auf dem Display einen Berg und eine blaue Markierung, die zuerst den Berg aufsteigt und dann wieder hinab. Die Stimme des Sprechers gibt vor: einatmen, ausatmen.

„Es geht darum, dem User ein Bewusstsein dafür zu geben, dass er selbst seinen Stresslevel kontrollieren kann“, sagt die Standmitarbeiterin. Es geht – der Name verrät es – um den Flow, jenen ausgeglichenen, aber fokussierten Gemütszustand, der leistungsfähig und stressresistant zugleich ist.

Die spannende Frage lautet: Können diese Gadget-Sensoren akkurate EEG- oder Pulsfrequenzmessungen liefern? Jur Vellema, medizinischer Leiter beim niederländischen Start-up Alphabeats, sagt ja: „Die Messung von Gehirnwellen ist nicht viel genauer geworden, aber die Devices sind bei gleicher

„Es geht darum, dem User ein Bewusstsein dafür zu geben, dass er seinen Stresslevel kontrollieren kann.“

Leistung kleiner und leichter.“ Bei den Niederländern geht es um Entspannung durch Musik. Auch hier verbindet sich das Input-Device, ein EEG-Stirnband, mit einem Ausgabegerät – in diesem Fall sind es Kopfhörer. Alphabeats stellt eine Playlist zusammen, die zur Verstärkung der gemessenen Hirnwellen beitragen soll. Anhand der EEG-Daten lernt das System über die Zeit, auf welche Musik der User gut reagiert.

Während Alphabeats sein System bereits vertreibt, arbeitet das von LG unterstützte Start-up Brid.zzz noch an der Entwicklung. Es will die Stresssignale ohne weitere Bänder oder Clips direkt aus Pulssensoren in den In-Ear-Kopfhörern ziehen, die den Nutzer in die Entspannung führen sollen.

Frenz, ein weiterer Anbieter von Musiktherapie, setzt gar nicht erst auf abschottende Kopfhörer, sondern auf ein Stirnband, das den Schall über die Gesichtsknochen überträgt. Eigentlich eine gute Idee, die vom CES-Veranstalter CTA als Top-Innovation gewürdigt wurde. Allerdings funktioniert das System nur, wenn die Umgebung absolut leise ist – auf einer lauten Messe nicht einmal bei mir.

ZU VIELE DATEN

Den Fortschritt in der Wellness-Technologie fördert, dass die Geräte mehr Verbreitung finden und damit mehr Trainingsdaten für die Algorithmen ge-

Autor Frank Puscher lässt sich von Eyeris1 die Augen massieren – und entspannt dabei so gar nicht.



„Am besten habe ich mich entspannt, als ich abseits des Las Vegas Boulevard einen Spaziergang gemacht habe.“

neriert werden. Aber das ist gleichzeitig ein Schwachpunkt des gesamten Produktsektors, denn längst kann man nicht nur über einfache Stressanzeiger wie EEGs oder Pulsmesser den akuten Stress messen und dann über Bilder und Musik modulieren. Es gibt inzwischen Sensoren für alles: Nuralogix misst die Pulsfrequenz, aber auch gleich den Blutfettwert über die Smartphone-Kamera. Die Smart-Home-Spezialisten von Withings analysieren den Urin. Die App Gut-Note von Suntory „hört“ auf die Geräusche des Darms. Wer sich gleich mit mehreren Systemen ausstattet, wird mit einer Fülle an Informationen überflutet, die er ohne medizinische Ausbildung überhaupt nicht einordnen kann. So könnte ein hoher Blutfettwert, den die Nuralogix-App Anura als Stressfaktor misst, dem Benutzer erst recht Angst machen und Stress auslösen.

Wie schmal der Grat zwischen persönlich gemessenem Biofeedback und

klinisch anzuwendender Medizintechnik ist, macht der Helm von iMediSync deutlich. Er kann Gehirnströme differenziell messen. Der Helm presst ein halbes Dutzend Sensoren fest an den Kopf und bestimmt so nicht nur die Aktivitäten einzelner Hirnareale, sondern auch die „Kommunikation“ unter ihnen. Er kann also auch Daten hervorbringen, die auf neurologische Erkrankungen wie etwa Alzheimer oder Parkinson hindeuten. Tatsächlich habe es schon Besucher am Stand gegeben, die durch das Messergebnis schwer erschüttert waren, berichtet ein Standmitarbeiter. Inzwischen maile man den Probanden das Ergebnis erst eine Woche nach der Messe zu.

WIE BEHANDELT MAN STRESS?

Selbst wenn die Ergebnisse nicht so dramatisch sind wie bei einigen iMediSync-Nutzern, lassen viele Systeme, die über

die reine Stressmodulation hinausgehen, eine entscheidende Frage offen: Was tue ich mit den Informationen? Wer sich mit dem Gedanken trägt, ein solches System zu nutzen, sollte sich auf jeden Fall für eines entscheiden, das auch gleich Übungen zur Verbesserung des Stresszustands beinhaltet.

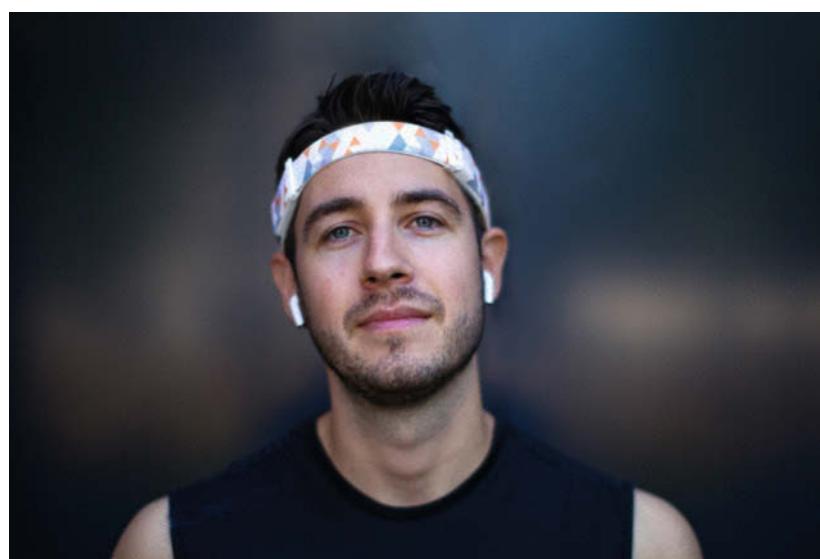
Mindling hat auf der CES ein System vorgestellt, das aus dem Biofeedback eine Art persönlichen, universellen Trainingsplan generiert. Der beinhaltet nicht nur konkrete Übungen, zum Beispiel zur Atmung, sondern tritt über einen Chatbot mit dem Benutzer in den Dialog. Er fragt etwa nach Selbstzweifeln und deren Ursache. Die Idee ist ähnlich der klassischen Gesprächstherapie. Und zwischendurch postet Mindling einfach mal ein Bild von einem schönen Strand. Nur so – für die gute Laune.

Natürlich reichte die Zeit auf der Messe nicht, um die Mindling-Selbsttherapie umfassend zu testen. Aber die Einleitung fand ich stimmig: Die Inhalte der Texte, Bilder und Dialoge haben mich sogar auf der Messe „heruntergepreist“.

Systeme, die unmittelbar auf die gemessenen Werte Einfluss nehmen, werden vom User schneller als wirkungsvoll akzeptiert. Das gilt für Healium und Flowly oder für das Schweizer Start-up Oxa. Die Eidgenossen haben einen Atmungssensor entwickelt und verkaufen diesen unter anderem in (waschbaren) Sportshirts. Der Sensor analysiert die Bewegungen des Brustkorbs. Aus dem Rhythmus und der Tiefe des Atems leitet Oxa ab, wie entspannt der Nutzer ist. Auch hier gibt es – wie bei Flowly – Atemübungen. Nur ist das Set-up einfacher.

Manche Systeme gehen noch weiter. Sie fordern nicht zu Taten auf, sondern tun selbst – so wie Eyeris1. Das ist eine Brille, die wie ein VR-Headset aussieht und die Augen mit beweglichen Massagedruckpunkten massiert. Ich fand das unangenehm und brauchte nach der Behandlung ein, zwei Minuten, um wieder scharf sehen zu können.

Das Mentaltrainingssystem Alphabeats versteckt ein tragbares EEG-Headset im Stirnband.



© Copyright by Heise Medien.

Weit weniger intensiv ist das Erlebnis mit Carewear, digitalen Lichtpflastern, die durch eine Kombination von Infrarot- und Ultraviolet-Licht die unteren Hautschichten und die Muskulatur an der Behandlungsstelle anregen.

Carewear wird zur Schmerz- und Verspannungstherapie eingesetzt und hat eine Unbedenklichkeitsbescheinigung der FDA. Das Einsatzgebiet sind etwa die typischen Nackenschmerzen eines PC-Arbeiters. Lässt der Schmerz nach, sinkt auch der Stresspegel. Nach drei bis vier Tagen spüre der Proband den Effekt, meint ein Standmitarbeiter. Da wirken die meisten normalen Wärme-pflaster wesentlich schneller.

Um die Arbeit am Schreibtisch entspannter zu gestalten, setzt die KI-App Matvisio auf die Auswertung des Webcam-Bildes, um Fehlhaltungen zu diagnostizieren. Das System gibt unmittelbar Feedback, wenn man seine

Sitzposition ändert, und kann somit tatsächlich für sofortige Entspannung am Arbeitsplatz sorgen.

Virtuosis aus der Schweiz analysiert nicht die Haltung, sondern die Sprache. Es integriert sich direkt in Microsoft Teams und ermittelt, ob die Meeting-Teilnehmer entspannt sind. Das soll – so der Anbieter – auch Auskunft darüber geben, wie gut der Wissenstransfer funktioniert und wie nett die Stimmung im Team ist. Die Daten werden ausschließlich in Europa verarbeitet und stehen nur dem registrierten Nutzer zur Verfügung.

DIE ENTSPANNUNG FUNKTIONIERT

Nach unzähligen Tests auf der CES kann ich sagen: Grundsätzlich funktioniert Welltech. Ich fand das Abtauchen in VR-Traumreisen genauso entspannend wie gezielte Atemübungen oder die Auszeit

mit der musikalischen Entspannungsplaylist. Letztere rückte in meiner Wahrnehmung allerdings schnell wieder in den Hintergrund. Sie ist aber eine angenehme Begleitung für VR- und Atemübungen.

Bleibt die Frage: Bedarf es überhaupt technischer Unterstützung, um den Stresslevel zu reduzieren? So sind die Atemübungen von Flowly Bestandteil des Anfangs einer guten Yoga-Session. Die Traumreise bei Healium gelingt auch, wenn man sich zehn Minuten ohne Digitalgerät in die Sonne setzt.

Am besten habe ich mich während der CES 2023 entspannt, als ich abseits des wilden Trubels auf dem Las Vegas Boulevard einen Spaziergang von der Messe zurück zum Hotel gemacht habe. Und wer das unbedingt digital begleiten möchte: Seit 2019 gibt es die französische Spazier-App WeWard, die jeden gegangenen Schritt mit Punkten und Prämien belohnt. ●



MIT Mac & i IMMER DER ZEIT VORAUS

2x Mac & i mit 35 % Rabatt testen!

Mac & i – Das Magazin rund um Apple

- Tipps & Praxiswissen
- Hard- und Softwaretests
- Reports und Hintergründe
- inkl. Club-Mitgliedschaft

Für nur **16,80 € statt 25,80 €** (Preis in Deutschland)

Genießen Sie mit der Mac & i Club-Mitgliedschaft exklusive Vorteile!

Jetzt bestellen:

www.mac-and-i.de/minabo

✉ leserservice@heise.de

📞 0541 80 009 120

© Copyright by Heise Medien.

The advertisement features a smartphone displaying the cover of 'Mac & i' magazine, which is described as 'Das Apple-Magazin'. The phone screen shows various articles and a lock icon. To the right of the phone is a black Amazon gift card with a blue border and the text 'amazon.de geschenkkarte' and '€ 10'. Below the gift card is a blue card with the text '+ Geschenk nach Wahl' and 'z. B. 10 € Amazon.de-Gutschein oder Apple-Watch-Ständer'. Further down, there is another image of the magazine cover with the headline 'Von Android aufs iPhone umziehen'.

Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.

Trip für die Gesundheit

Psychedelische Substanzen erleben derzeit ein fulminantes Revival in der psychiatrischen Forschung. Depressionen, Traumata, Ängste und sogar Süchte sollen sie heilen können. Was ist dran? – Susanne Donner

Am Tag nach dem Trip ist der Psychiatrieprofessor Gregor Hasler erst einmal erschöpft. Dabei hat nicht er die psychedelische Droge LSD eingenommen, sondern nur einer seiner Probanden. Aber es dauert eben zwölf Stunden, bis diese Person durch Sinnesillusionen, emotionale Rückschauen, Phasen des Einsseins und der Einsamkeit hindurchgereist ist. Der Trip verläuft keineswegs nur euphorisch. Als furchterregendste Erfahrung ihres Lebens beschrieben Patienten die psychedelische Psychotherapie gegenüber Matthew Johnson, dem Erfinder des Konzepts von der Johns Hopkins University. Der Therapeut begleite die Patienten „durch die Hölle und wieder zurück“, sagte dieser auf einer Fachkonferenz 2021.

„Das will man nicht gleich wieder haben“, bekräftigt Hasler von der Universität Freiburg in der Schweiz. „Mir reicht das einmal pro Woche, weil meine Betreuer oder ich ja bei der Person bleiben müssen.“ Vielleicht muss er den Betroffenen im Rausch aus der liegenden Position aufsetzen, wenn er doch etwas zu viel Angst bekommt. Vielleicht will er im entscheidenen Moment mit ihm reden, wenn er auf traumatische frühere Ereignisse zu sprechen kommt. Denn der Trip ist Therapie.

Hasler ist einer von drei Dutzend Psychiatern in der Schweiz, die Psychedelika per Ausnahmeregelung vom Schweizer Bundesamt für Gesundheit bei ausgewählten psychisch Erkrankten unter Aufsicht geben dürfen. Der halluzinogene Rausch

soll eine bestehende Traumatisierung oder Depression eingebettet in eine Psychotherapie lösen. Die Drogen werden zu diesem Zweck auch bei Angsterkrankungen oder zur Suchtentwöhnung erforscht. Einer der diskutierten Mechanismen ist, dass sie den Betroffenen während des Trips in eine medikamentös stimulierte Achtsamkeit bringen.

MEDIKAMENTÖS INS HIER UND JETZT

Dazu hat Hasler kürzlich auch ein Buch mit dem Titel *Higher Self – Psychedelika in der Psychotherapie* vorgelegt. Darin postuliert er neben den neurobiologischen Effekten weitere Wirkmechanismen: Die Drogen bringen die Person ganz in das Hier und Jetzt, jedenfalls in ein medikamentös stimuliertes Sinneserleben. Hasler spricht von „Achtsamkeit“, obwohl es sich dabei ursprünglich um eine Geistesübung handelt, die ihre Wurzeln im Buddhismus hat. Dabei fokussiert man sich – im nüchternen Zustand – vollständig auf die momenthafte Wahrnehmung, ohne sie zu bewerten. In dem traditionellen Konzept wird der Gebrauch von Drogen als Ausdruck der Selbstentfremdung abgelehnt. Hasler vertritt dagegen den Standpunkt, dass die Erfahrung von Achtsamkeit unter Drogen Personen dazu bringen könne, diese auch im nüchternen Zustand zu üben.

Eine weitere Wirkung von Psychedelika sei Hasler zufolge der Helioskopeffekt: Frühere Traumata könne man unter der Droge anschauen, ohne ausgeprägte negative Gefühle und die Involviertheit, die das im nüchternen Zustand hervorruft. „Man schaut mit einer Brille vor den Augen in die Sonne, deshalb verbrennt man sich nicht“, veranschaulicht er. Die Psychedelika distanzierten die Person von ihrem Selbst. Deshalb ermöglichen sie eine Innenanschau, in der man Einsichten über sich selbst gewinnen könne. Hasler gibt ein Beispiel: Vielleicht erkennt man, dass die Beziehung zur eigenen Mutter doch nicht so einseitig negativ war, wie man immer dachte. Allerdings, betont etwa der Erfinder der psychedelischen Therapie, Johnson, man könne nicht sagen, ob das Wiedererleben unter Droge wahr oder falsch sei. Er warnt gar vor einer entsprechenden Bewertung.

All die beschriebenen Wirkeffekte sind bis dato kaum empirisch belegt. Eine mehrjährige Studie des Psychiaters Torsten Passie von der Medizinischen Hochschule Hannover bestätigt immerhin die vertiefte Selbsteinsicht und – wenig überraschend – mystischen Erlebnisse unter den Psychedelika. Zugleich offenbarte sie, dass die Substanzen nicht unerhebliche Belastungen wie zeitweilige

Von einer Zulassung sind psychedelische Substanzen noch entfernt.

Seit immer mehr Einzelfälle und Studien dokumentieren, dass psychedelische Drogen wie Psilocybin aus Zauberpilzen bei psychischen Erkrankungen helfen können, boomt die Forschung.



© Copyright by Heise Medien.

Angstzustände, Realitätsverkennungen und Wahnsieden mit sich bringen. „Das mahnt zur Vorsicht“, so Passies Fazit.

BOOMENDE PSYCHEDELICA

Seit immer mehr Einzelfälle und Studien dokumentieren, dass psychedelische Drogen bei psychischen Erkrankungen helfen können, boomt die Forschung. Die synthetische Droge LSD – die einem Pilzgift im Getreide ähnelt –, Psilocybin aus Zauberpilzen und Mescalin, das aus dem Peyote-Kaktus gewonnen wird, gelten als mögliche Psychofarmaka der Zukunft.

„Ich bekomme so zehn Anrufe am Tag“, erzählt Hasler. Aber in die klinischen Studien kann nur aufgenommen werden, wer sich in psychotherapeutischer Behandlung und in emotional stabiler Verfassung befindet. „Psychedelika eignen sich unserer Erfahrung nach gut, wenn die Psychotherapie festgefahren ist, die Betroffenen immer dasselbe erzählen und dabei recht abstrakt bleiben“, schildert er seine persönliche Erfahrung.

Für akute Notlagen eignen sich die Drogen dagegen nicht. Erst neulich hatte er die Beschäftigten einer großen Bank am Apparat. Das Finanzhaus drohte zu kollabieren und die Geschäftsführerin gleich mit. Könnte da LSD nicht helfen? Hasler verneint. Die Geschäftsführerin sei ja total im Stress. Nur in einer stabilen Gemütslage könne sie die Erfahrung des Trips auch integrieren.

Mit dieser Einschätzung ist Hasler auf seine Erfahrung angewiesen, denn publizierte Daten, wie und welchen exakten Personengruppen Psychedelika helfen könnten, stehen noch weitgehend aus. „Im Moment ist der Hype größer als die Ergebnisse“, bemerkt Franz Vollenweider, Psychiater an der Universität Zürich. In Summe sind geschätzte zwei Dutzend randomisierte klinische Studien zu LSD und Psilocybin publiziert. Von einer Zulassung oder gar einem Sprung in die Regelversorgung sind psychedelische Substanzen noch entfernt.

Die Erwartung der Patienten ist dennoch oft immens, vielleicht auch, weil den verbotenen psychedelischen Drogen etwas Mystisches anhaftet. Hinzu kommen Einzelfallberichte von psychisch Erkrankten, die sich nach ihrem Trip als wundersam geheilt ansehen. Schon in den 50er- und 60er-Jahren erforschten Psychiater psychedelische Substanzen gegen verschiedene Seelenleiden. Statt sich in der Psychiatrie zu etablieren, wurden sie zur Partydroge der Hippiebewegung und landeten schließlich in der Anlage 1 des Betäubungsmittelgesetzes. Ihr Besitz und Erwerb ist seither nur für wissenschaftliche Zwecke und mit Genehmigung erlaubt.

Die Forschung deutet gleichwohl durchaus auf ein therapeutisches Potenzial hin: Die mit Abstand größte Studie erschien im November 2022 im *New England Journal of Medicine*. 233 Probanden mit einer behandlungsresistenten Depression bekamen entweder ein Placebo oder einmalig Psilocybin.

Das britische Start-up Compass Pathways finanzierte die Untersuchung. In der höchsten Dosierung von 25 Milligramm gingen die depressiven Symptome, zu denen Niedergeschlagenheit und sozialer Rückzug gehören, bei 29 Prozent der Teilnehmenden zurück.

Die Resonanz auf die Studie war geteilt. Einerseits waren die Effekte weit weniger stark als in den vorangegangenen kleineren Erhebungen. Auf deren Grundlage hatte die US-Zulassungsbehörde Food and Drug Administration Psilocybin den Status eines Therapiedurchbruchs (breakthrough therapy) für Depressionen zuerkannt. Arzneikandidaten mit diesem Status können schneller zugelassen werden. Andererseits begrüßten Beobachter wie das Zentralinstitut für Seelische Gesundheit in Mannheim, dass Compass Pathways nun trotz der mäßigen Effekte eine Zulassungsstudie vorbereiten möchte.

Die Wirkungen in den Studien mit LSD und Psilocybin ähneln sich: Nach dem Trip haben einige Patienten eine positivere Grundstimmung und mehr Freude am Leben. Negative Gedankenketten, die jede Depression kennzeichnen, werden seltener. Ein Befund, den auch MRT-Untersuchungen flankieren, die zeigen, dass etwa negative Reize unter dem Einfluss von LSD die Gefühlszentren nicht so sehr aktivieren.

Pschedelika drängen mit der Verheißung in die Forschung, dass sie das

Dilemma der Psychopharmaka überwinden könnten. Diese lindern bei manchen nach den ersten Wochen die Symptome einer Depression. Aber etwa 30 bis 40 Prozent der Menschen geht es trotz Medikamenten und Psychotherapie weiterhin nicht wirklich gut. Ihre Biografien durchziehen stationäre Aufenthalte in der Psychiatrie und Rückfälle.

„Psychedelika wirken schnell. Das ist es, worauf sich alle im Moment stürzen“, sagt Vollenweider. Wirklich überraschend ist das aus pharmakologischer Sicht nicht, wenn doch die meisten Probanden den Trip als „beeindruckendste Erfahrung ihres Lebens“ beschreiben. Und ist es nicht sogar naheliegend, dass sich nach jeder Gipfelerfahrung, ob es die Besteigung des Mount Everest ist oder der erste LSD-Trip, die Niedergeschlagenheit unter dem tiefen Eindruck des Erlebnisses verflüchtigt?

Die Forschung kann solche über den Horizont der Psychedelika hinausgehenden Fragen aktuell nicht beantworten. Sie hat aber erste Hinweise darauf gefunden, was nach einem halluzinogenen Trip im Gehirn passieren dürfte. In der Petrischale bilden Nervenzellen unter LSD und Psilocybin in kurzer Zeit und großer Zahl neue Zellfortsätze aus. Es entstehen neue Verknüpfungen zwischen den Zellen, Synapsen genannt. „Psychedelika wirken massiv neuroregenerativ“, sagt Matthias Liechti, klinischer Pharma-

kologe vom Universitätsspital in Basel. Beachtlich sei das hohe Tempo, mit dem das passiert. Besonders der Hippocampus und der präfrontale Cortex, die für das Bewerten, Planen, Entscheiden und Handeln zuständig sind, sind von der Erneuerung betroffen.

DIE DUNKLE SEITE

Während bisherige Psychopharmaka das Gefühlsempfinden dämpfen, sodass Trauer, aber auch positive Gefühle verblassen, scheinen Psychedelika nach außen eine Verschiebung zur Fröhlichkeit zu bewirken. Darauf deuten nicht nur die bisherigen Studien hin, sondern auch die Daten zur psychischen Gesundheit von Menschen, auch gesunden, die Drogen nehmen. Die Personen sind durchschnittlich positiver gestimmt. Heiter zu sein, bedeutet aber nicht, dass der Kopf besser wird, wie Psychiater nur zu gut aus Erfahrungen mit Menschen wissen, die Drogen missbrauchen. Psychedelika wirken sich nachteilig auf die Kognition und das Reaktionsvermögen aus. Und einige Personen entwickeln sogar Psychosen. Als der Chemiekonzern Sandoz in den 50er-Jahren LSD auf den Markt brachte, beschrieb er die Aufgabe der Substanz so: Induktion von Modellpsychosen zum Studium der Schizophrenie.

Verfechter der psychedelischen Psychotherapie, die behaupten, das Ri-

Meskalin aus dem Peyote-Kaktus gilt als mögliches Psychopharmakon der Zukunft.



© Copyright by Heise Medien.

Die synthetische Droge LSD wandelt gerade ihr Image: von der Hippie-Droge zum ernsthaften Hilfsstoff für die Psychotherapie.



„Psychedelika eignen sich gut, wenn die Psychotherapie festgefahren ist, die Betroffenen immer dasselbe erzählen und dabei abstrakt bleiben.“

siko von Psychosen sei ein bloßer Mythos, scheinen vor dem Hintergrund wohl etwas voreingenommen. Psychedelika seien nicht für alle Patienten geeignet, erklärt Hasler. Wenn diese „emotional nicht so intelligent“ und „mental nicht so offen“ seien, wäre eine Behandlung mit den Stoffen nicht das Richtige. Menschen, die sich bei jeder Sinnesillusion, etwa wenn die Wolken auf einem Bild wanderten, beunruhigt fühlten, kämen mit Psychedelika nicht gut zurecht. Die riefen dann nach dem Trip an und sagten, die Wolken auf ihrem Bild würden wieder wandern. Ob das nicht eine „Halluzinogene Wahrnehmungsstörung durch LSD“ – und damit eine bekannte Folgeerkrankung psychedelischer Drogen – sei? „Das ist anstrengend“, quittiert Hasler.

Sorgen bereiten ihm unterdessen auch die Berichte über Therapeuten-

übergriffe aus den USA, die sogar unter Videoüberwachung aufgetreten seien. Therapeuten lägen in den Filmen neben halluzinierenden Patientinnen. „Natürlich sagen die Trippenden oft, sie fühlen sich so einsam“, erklärt Hasler. „Aber da braucht es klare Regeln, dass diese nicht berührt würden, es sei denn, sie brauchen medizinische Hilfe.“

Etliche Fragen sind also offen, ehe psychisch Kranke routinemäßig mit etlichen Trips behandelt werden können. Unklar ist bis dato auch, wie häufig LSD oder Psilocybin angewandt werden müssten, um den stimmungsaufhellenden Effekt aufrechtzuerhalten. In den ersten US-Studien an Krebspatienten mit Ängsten hielten die Wirkungen einige Monate bis höchstens ein Jahr an. Vollenweider erwartet, dass drei bis vier Behandlungen pro Jahr über längere Zeit nötig sind.

Die Pharmaindustrie sei nicht abgeneigt, sagt Liechti. Sie liefert den Schweizer Psychiatern schon heute die hochreinen Drogen in Arzneimittelqualität. Aber ein Medikament, nach dessen Einnahme ein Therapeut den Patienten viele Stunden überwachen muss, schreckt die Branche. Schon heute müssen Patienten viele Monate auf einen Termin beim Psychiater warten. Eine Therapie mit vielen Stunden Überwachung lässt sich bisher also allenfalls im stationären Bereich realisieren. Das wäre für die breite Versorgung zu personalintensiv. Das könnte sich ändern, wenn die nächste Generation der Psychopharmaka die vorteilhaften Wirkungen von LSD und Psilocybin ohne einen langen, belastenden Trip entfaltet. Der erste Schritt zu Achtsamkeit aus der Apotheke? ●

Zauberpilze sind die Quelle für Psilocybin. Die US-Arzneimittelbehörde FDA wertet den Stoff inzwischen als Therapie-durchbruch bei der Behandlung depressiver Patienten.

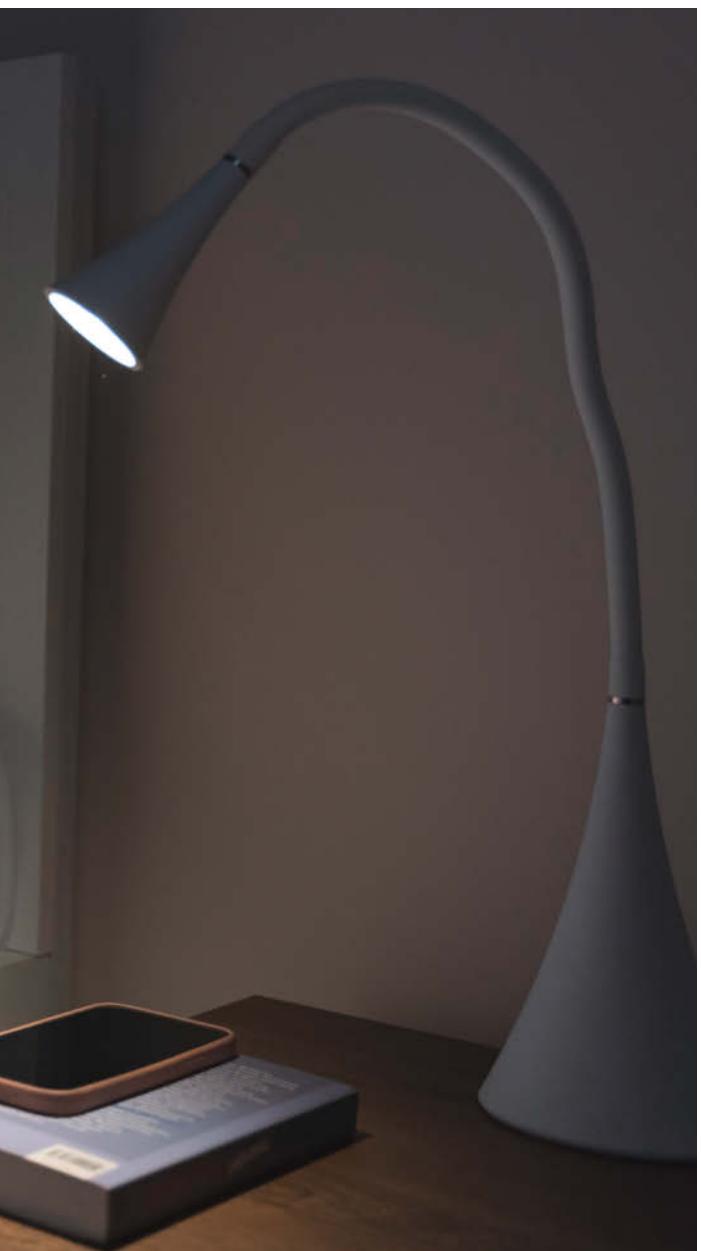




Das Schlaflabor im eigenen Bett

Viele Schlafprobleme sind kein Fall fürs Labor. Oft liefern Langzeitdaten von Wearables am Körper, Nearables unter der Matratze oder Airables vom Nachttisch entscheidende Hinweise für die Schlafgesundheit. – Veronika Szentpétery-Kessler

© Copyright by Heise Medien.



Digitale Schlafwächter wie Bewegungsmesser am Handgelenk liefern aus dem heimischen Bett Langzeitdaten über Schlafstörungen.

Wer auf Dauer nicht genug oder nicht erholsam schläft, wird krank an Körper und Seele – da hilft auch ein achtsamer Lebensstil am Tag nicht weiter. Die Krux: Erst am nächsten Morgen fühlen wir, ob der Schlaf erholsam war. Die Ursachen für schlechten – dauerhaft schlechten – Schlaf sind vielfältig. Weshalb wir schlecht schlafen, konnten lange Zeit nur Schlafforscher und Schlafmediziner über Fragebögen und in Schlaflaboren beantworten. Inzwischen unterstützt ein ganzer Zoo an digitalen Helfern dabei, unser Verhalten im Schlaf zu

© Copyright by Heise Medien.

In Deutschland schlafen nur 48 Prozent der Erwachsenen gut oder sehr gut.

tracken. Wearables sammeln Daten direkt am Körper, Nearables in unmittelbarer Nähe wie unter der Matratze und Airables wachen vom Nachttisch aus über unsere Nachtruhe.

Traditionelle Schlaffragebögen verraten bereits viel darüber, wie gut unsere Schlafgewohnheiten sind. „Das Schlaflabor ist anschließend dafür da, um festzustellen, ob ein größeres Problem vorliegt und wie schlimm es ist“, sagt der Schlafforscher Albrecht Vorster vom Universitätsklinikum Bern. Aber viele Patienten seien einfach keine Kandidaten für ein Schlaflabor. Denn dort werde zwar eine aufwendige Diagnostik betrieben, aber es liefert nur die Daten einer Nacht.

Die digitalen Schlafwächter liefern dagegen Nacht für Nacht Daten aus dem heimischen Bett. Sie erfassen Bewegungsmuster, Atmung, Pulsrate, Sauerstoffsättigung und Körpertemperatur. Einige Geräte sind bereits als Medizinprodukte zugelassen. Dabei ist immer öfter die Software das Produkt. Teilweise liefern Wearables mit KI-gestützter Software sogar ähnlich gute Ergebnisse wie Schlaflabore, in denen Probanden aufwendig an Kopf und Körper verkabelt werden, um schlafrelevante Biomarker wie das Hirnstrombild (EEG), den Herzrhythmus (EKG) und die Muskelspannung (EMG) zu überwachen. Dazu können Videoaufnahmen zur Beobachtung der Schlaflage und der Bewegungen kommen.

Ein wichtiges Beispiel für den Vorteil heimischer Sensoren ist die weitverbreitete Schlafapnoe, bei der im Schlaf der Atem aussetzt – das kann in leichten Fällen ein kurzer Moment sein oder in schweren bis zu mehrere Minuten andauern. Meist wird sie von schwerem Schnarchen begleitet und zerstört nicht nur Ehen, sondern erhöht auch das Risiko für Diabetes, Schlaganfälle und Herzinfarkte. Da die Anzahl der Atemaussetzer von Nacht zu Nacht stark fluktuieren kann – je nachdem, ob man geraucht, Alkohol getrunken oder viel Hausstaub um sich herum hat –, gelingt die Unterscheidung zwischen leichter, moderater und schwerer Schlafapnoe in einer Nacht im Schlaflabor nicht immer richtig. Wer stark unter diesen Atemaussetzern leidet, bekommt ein Beatmungsgerät mit Maske ans Bett gestellt.

„Das Ziel ist aber ja, nicht gleich so eine Atemmaske zu verschreiben, sondern möglichst das Verhalten der Patienten zu ändern, damit sie zum Beispiel nicht mehr schnarchen“, sagt Vorster. Und der Erfolg der Verhaltensänderung lässt sich im Bett zu Hause nun überwachen.

DEUTSCHLAND SCHLÄFT SCHLECHT

Bedarf an Schlafwächtern gibt es genug: In Deutschland schlafen nur 48 Prozent der Erwachsenen gut oder sehr gut, wie eine 2017 durchgeführte Schlafbefragung der Techniker Krankenkasse ergeben hat. 52 Prozent kommen auf höchstens sechs Stunden Schlaf pro Nacht. Laut der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin leidet jeder Dritte zumindest an gelegentlichen Schlafproble-

men. Knapp sechs Prozent, oder 4,8 Millionen Bundesbürger, haben sogar chronische Schlafstörungen.

Gelegentlicher Schlafmangel macht zwar nicht gleich chronische Probleme; starke Übermüdung kann uns trotzdem so unkonzentriert werden lassen, dass wir wie alkoholisiert Auto fahren. Unausgeruht achten wir auch weniger auf uns und auf andere. Wer aber auf Dauer nicht genug oder nicht erholsam schlummert, wird körperlich und seelisch krank. So steigt etwa das Risiko für Demenzen, Depression und Krebs. Umgekehrt lassen uns viele Erkrankungen wie Depression schlechter schlafen. Übergewicht führt häufig zu Schnarchen und schlimmstenfalls zu Schlafapnoe.

Auch unsere Produktivität sinkt deutlich. Kein Wunder, dass Schlafmangel weltweit jedes Jahr zu signifikanten Wirtschaftsschäden führt. Laut dem Schlafforscher Matthew Walker von der University of California in Berkeley schädigt schlechter Schlaf die Wirtschaft der USA jährlich um 411 Milliarden Dollar, die Japans um 138 Milliarden Dollar und Deutschlands schlechte Schläfer kosten die Wirtschaft 60 Milliarden Dollar.

Aber wann ist Schlaf gut? „Gut schlafen ist wie Waschen, Schneiden, Legen für das Gehirn“, sagt Vorster. Mit Waschen meint er das Durchspülen der Zellzwischenräume, bei dem Proteinreste und andere liegen gebliebene Abfallstoffe abtransportiert werden. Dadurch versucht das Gehirn, Erkrankungen wie Alzheimer und andere neurodegenerative Krankheiten abzuwehren. Das Schneiden steht für das Zurückschneiden nicht mehr benötigter Verbindungen zwischen Nervenzellen. Dann können sie am nächsten Tag – ähnlich wie ein Baum, der nach einem Schnitt besser ausschlägt – neu austreiben und neue Kontakte knüpfen. Beim Legen schließlich ordnet, verknüpft und festigt das Gehirn Tageserlebnisse und Informationen.

Grundsätzlich „sind für guten Schlaf acht Punkte wichtig“, sagt Vorster, und dass sie trivial klingen, solle nicht darü-

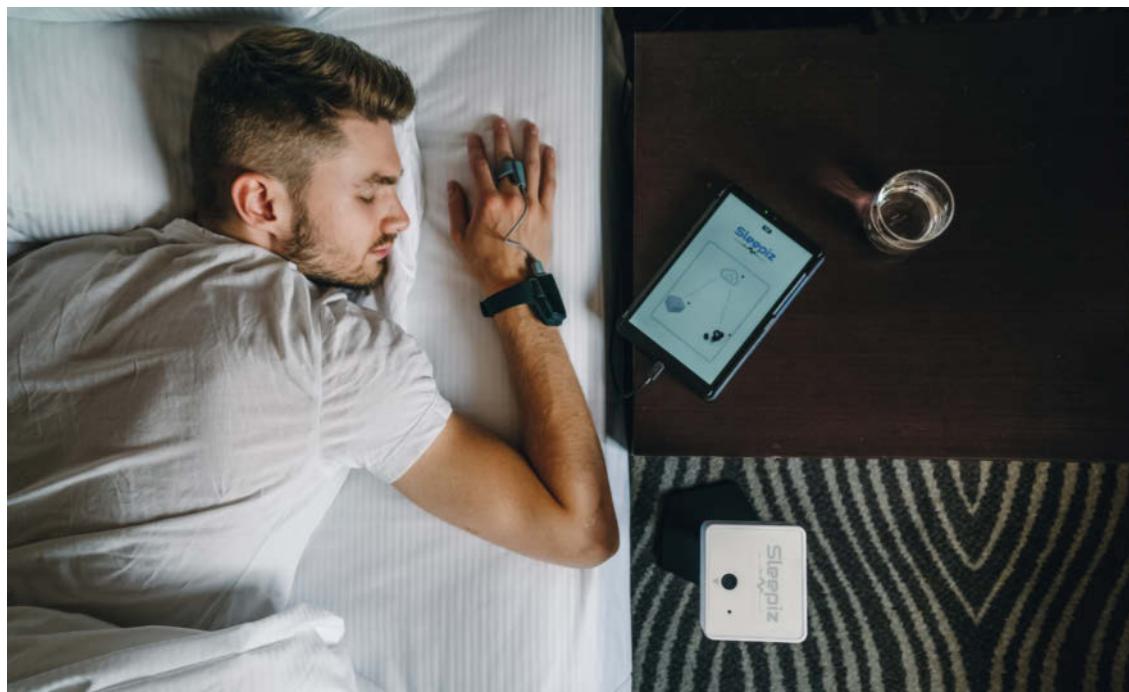
ber hinwegtäuschen, dass sie nicht immer leicht zu haben sind. Erstens müsse Schlaf ausreichend lang und zweitens richtig getaktet sein. Das bedeutet, hauptsächlich nachts zu schlafen. Und idealerweise passend zum genetisch festgelegten Biorythmus, der bestimmt, ob man eine früh zu Bett gehende und früh aufstehende Lerche ist oder aber eine später müde werdende und entsprechend später aufwachende Eule.

Wer nicht so schläft, wie unsere Natur es vorgesehen hat – etwa Menschen, die in Nachschichten arbeiten –, kann schlicht nicht genauso leistungsfähig sein wie jemand, der tagsüber arbeitet. Deshalb plädiert Vorster dafür, die Nachtarbeit auf 25 Wochenstunden und insgesamt auf wenige Jahre zu begrenzen. Als zweite Änderung müssten Schichtarbeiter eine ähnliche Gesundheitsschulung über die Risiken erhalten, wie es etwa Personal von Röntgengeräten erhält, ist der Schlafforscher überzeugt.

Drittens sollten wir uns ausgeschlafen fühlen, viertens effizient schlafen – also möglichst lange am Stück – und fünftens regelmäßig zur gleichen Zeit. Sechstens, zählt Vorster weiter auf, sei gute Schlafqualität wichtig, die mit dem Gefühl einhergeht, gut geschlafen zu haben. Dafür sollten wir siebtens idealerweise nicht schnarchen und achtens weder Albträume oder unruhige Beine (Restless-Legs-Syndrom) haben noch schlafwandeln.

DIE VERMESSUNG DES SCHLAFES

Und hier kommen die digitalen Helfer ins Spiel, denn unsere Wahrnehmung ist trügerisch, wenn wir beurteilen sollen, wie gut wir tatsächlich geschlafen haben. Ob wir schlecht schlafen, verraten wir zum Beispiel über unsere Bewegungen. Wer viel aufwacht oder länger wach ist, bewegt sich mehr. Das überwachen seit den Achtzigerjahren am Handgelenk getra-



Der Sleepiz-Würfel neben dem Bett kann mit Nahfeld-Radarwellen Atemaussetzer erfassen.

„Ich glaube, dass wir in 10 bis 15 Jahren die Anamnese der Schlafkrankheiten über einen Bot wie ChatGPT machen werden.“

gene Aktimeter über ihre Beschleunigungssensoren. Einige Modelle erfassen auch die Lichteinstrahlung und liefern zusammen mit dem Bewegungsprofil ein recht genaues Bild darüber, wann man aufgestanden und ins Bett gegangen ist, wann man in der Nacht geschlafen oder wach gelegen hat. „Der Patient muss nichts selber einstellen, sondern den Aktimeter einfach Tag und Nacht wie eine Uhr tragen“, sagt Vorster. Zusätzlich könnte man mit einem Action-Knopf Ereignisse wie Sport oder Mahlzeiten markieren.

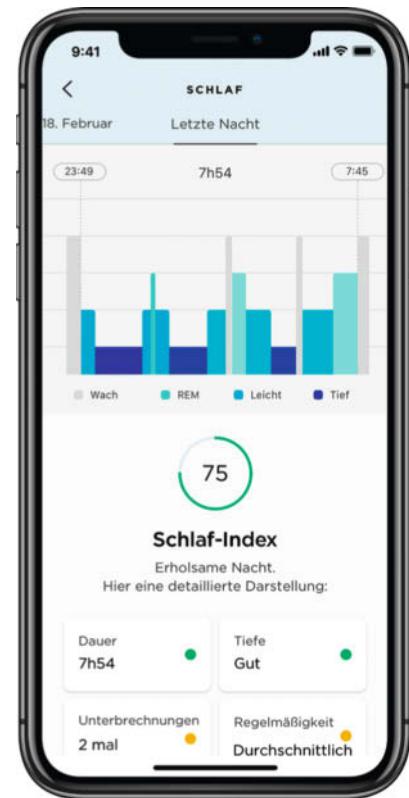
Die Daten lassen sich wie etwa bei der von Vorster bevorzugten Motion Watch am Computer mit einer klinisch validierten Software auswerten. Die neu-este Motion-Watch-Software in den USA kann erstmals auch Körperkerntemperatur-Daten einer schluckbaren Kapsel namens e-Celsius einlesen. Sinkt unsere Körpertemperatur nachts nicht um etwa ein Grad ab, wie es für die Synchronisation vieler Körperprozesse wichtig ist, kann das ein Hinweis auf eine Störung unseres Tag-Nacht-Zyklus sein.

Mit Pulsoximetern, die – wie der Circul Ring – die Sauerstoffsättigung im Blut messen, lässt sich überwachen, ob Verhaltensänderungen und Therapien das Schlafmuster verbessern. Fällt die Sauerstoffsättigung öfter als zehnmal pro Stunde um über drei Prozent ab, ist das ein Warnsignal. Weniger Alkohol vor dem Schlafengehen zu trinken, vermehrt in der Seitenlage zu schlafen oder das Trainieren der Rachenmuskulatur, um Schnarchen und Schlafapnoe zu verringern, sind typische Empfehlungen für einen besseren Schlaf. Funktionieren sie, verbessert sich auch die Sauerstoffsättigung des Blutes in der Nacht. Können Patienten mit Schlafapnoe ähnlich wie Menschen mit Bluthochdruck leicht regelmäßig nachts messen, wie oft ihre Sauerstoffsättigung zu niedrig ist, bekämen sie „ein Stück Selbstwirksamkeit zurück“, um herauszufinden, welche Änderungen die Symptome lindern.

Einige dieser Geräte erfassen Schlafparameter erstaunlich exakt: Der pneumatische Drucksensor der Sleep-Analyser-Matte von Withings kann die Atemfrequenz aus den Bewegungen des Brustkorbs unter der Matratze spüren. Dazu detektiert er auch die mechanischen Vibrationen, die der Herzschlag durch den Körper schickt, und nimmt Schnarchen mit einem Mikrofon auf. An der Entwicklung waren französische Schlafmediziner des Béclère-Krankenhauses in Paris beteiligt.

In einer Validierungsstudie schließen 180 Patienten mit Verdacht auf Schlafapnoe im Schlaflabor auf der Withings-Matte. Sie wies moderate Fälle zu 88 Prozent und schwere zu 86 Prozent nach. Wenn Probanden keine moderate oder schwere Schlafapnoe hatten, erkannte die Matte das in 89 und 91 Prozent der Fälle richtig. „Das Interessante an der Withings-Matte ist, dass nicht die Hardware, sondern die Software als Medizinprodukt zugelassen ist“, sagt Vorster.

Auch das italienische Unternehmen Sleepacta nutzt Daten von herkömmlichen Fitnesstrackern, um den Schlaf auf klinischem Niveau zu überwachen. AI-gestützt verwertet es neben Bewegungsdaten je nach Gerät auch die Herzfrequenz. Aus den ermittelten Wach- und Schlafperioden kalkuliert die auf den Namen Dormi getaufte Software die Schlafqualität und das Atemaussetzer-Profil, um dann den Schweregrad einer Schlafapnoe zu ermitteln. In einer Studie mit 81 Probanden detektierte die Sleepacta-Software die Schlafphasen in 89 Prozent der Fälle (Sensitivität) und die Wachphasen zu 92 Prozent (Spezifität) korrekt. Das sei im Vergleich zu Ergebnissen, die Schlaflabore lieferten, schon ziemlich gut – die oft als 100 Prozent-Berzugswert betrachtet werden. Wichtig für eine zuverlässige Schlafanalyse sei dabei allerdings, dass die Tracker nicht wie die Apple Watch jeden Tag geladen werden müssen, sondern mehrere Tage Daten sammeln können, sagt Umberto Ol-



Die Software der Sleep-Analyser-Matte berechnet aus den Bewegungsdaten des Brustkorbs, wann die Nutzer geschlafen haben, und zieht auch – weniger anerkannte – Schlüsse über ihre Schlafphasen.

ce von der Universität von Amsterdam, der den Algorithmus mitentwickelt hat.

Das Schweizer Start-up Sleepiz verspricht sogar, Hinweise auf Schlafapnoe gänzlich kontaktlos zu erfassen. Dafür sendet ein kleines Kästchen auf dem Nachttisch Nahfeld-Radarwellen aus und zeichnet ihr Reflexionsmuster auf. Dazu lassen sich weitere Sensoren wie etwa ein Pulsoximeter mit dem Sleepiz-Würfel verbinden. Detektiert er mindestens fünf Apnoe-Episoden pro Stunde und klagen die Patienten auch über Tages-

müdigkeit, empfiehlt sich, ebenso wie bei Symptomen unterhalb von fünf Aussetzern, eine Abklärung beim Schlafspezialisten. Für die Untersuchung weiterer Schlafprobleme, wie eines gestörten Schlafrhythmus, erfasst das Gerät aus gerade mal 0,3 Millimeter großen Bewegungen von Brustkorb und Abdomen sogar die Pulsfrequenz.

Zu den Validierungsmessungen im Vergleich zu Messungen im Schlaflabor verrät Sleepiz-Mitgründer Max Sieghold noch keine Details. Das Unternehmen wolle die Daten erst noch veröffentlichen. „Unser Produkt spielt aber im oberen Bereich mit führenden Geräten auf dem Markt mit“, so Sieghold. In der Schweiz bezahlen die Krankenkassen den Einsatz des als Medizinprodukt zugelassenen Gerätes bereits, in Deutschland tun das bislang nur einzelne private Krankenkassen.

Als Nächstes soll die Technik auch andere Krankheiten diagnostizieren und dauerhaft überwachen helfen, zum Beispiel die häufige chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD), bei der nächtlicher Sauerstoffmangel ebenfalls zu Schlafstörungen und Folgeerkrankungen wie Herzrhythmusstörungen führen kann. „Hier kann man über die Atemfrequenz und andere Vitalfunktionen relativ gute Aussagen über den Gesundheitszustand treffen“, sagt Sieghold. Mit dieser Dienstleistung will die Ausgründung aus der ETH Zürich nicht nur in Europa, sondern auch in den USA wachsen.

SPRECHEN HILFT

„Das Schlaflabor der Zukunft wäre für mich die Kombination aus Nahfeld-Radar, einem EEG-messenden Stirnband wie das Dreem Headband und einem Pulsoximeter, die ihre Daten eine

Guter Schlaf ist wie „Waschen, Schneiden und Legen für das Gehirn“, sagt der Schlafforscher Albrecht Vorster.



Woche lang drahtlos in eine gemeinsame Software einspeisen“, sagt Vorster. Parallel dazu sollte das „Sprechen mit den Patienten“ viel besser vergütet werden, damit eine detaillierte Anamnese, Therapieberatung und die oft hilfreichen Verhaltenstherapien möglich sind. „Das braucht wie beim Abnehmen Zeit, es ist ein dickes Brett“, so Vorster.

Möglicherweise sieht die Zukunft aber noch futuristischer aus, obgleich der Nutzen für die Patienten abzuwarten wäre. „Mein zweiter Ausblick in die Zukunftskugel wäre: Ich glaube, dass wir in 10 bis 15 Jahren die Anamnese der Schlafkrankheiten über einen Bot wie ChatGPT machen werden“, sagt Vorster. „Der kann sich ein bis zwei Stunden mit einem Patienten unterhalten, alle Fragen stellen und dann mögliche Diagnosen stellen. Der Arzt klopft dann diese Möglichkeiten, die der Bot vorgeschlagen hat, nochmal ab.“

Zusätzlich zu den digitalen Diagnostiktools für zu Hause wächst die Zahl der Apps, die Schlafprobleme – sofern sie auch Schnarchprobleme sind – ganz praktisch mit Training angehen: etwa durch Stärkung der Rachenmuskulatur. Seit 15 Jahren wird über den Effekt solcher Übungen mit Zungen-, Lippen- und Gaumensegelbewegungen geforscht – bei denen zum Beispiel die Zunge wiederholt am Gaumen angesaugt wird. Die meisten Studien hatten nur geringe Probandenzahlen. Auch der Wiener Logopäde Dario Lindes hat solche Übungen in seine Praxis integriert. „Ich habe durchaus vereinzelt Patienten von der CPAP-Schlafapnoe-Maske wegbringen können“, sagt Lindes.

Er hat sich schon während des Studiums gefragt, ob die ursprünglich für Schluck- und Stimmstörungen entwickelten Übungen auch gegen Schnarchen und schlafbedingte Atemwegsserschlaffungen helfen könnten. Seine Neugier wurde weiter geweckt, als er in Schlafmedizin-Vorlesungen von empirischen Beobachtungen erfuhr, dass ausgebildete Sänger statistisch deutlich weniger schnarchen als Menschen ohne Gesangstraining. Belege gab es für den Einfluss eines Rachenmuskeltrainings aufs Schnarchen nicht. Also untersuchte Lindes 2007 in seiner Diplomarbeit mit zehn Probanden die Wirkung seiner auf das Schnarchen ausgerichteten Übungsreihenfolge. Tatsächlich beobachtete er bei den Probanden erste Hinweise, dass solche Übungen das Schnarchen verringerten – trotz mit der Zeit abnehmender Therapietreue. Inzwischen vertreibt Lindes mit der App SnoreFree sein eigenes logopädisches Trainingsprogramm, das individuelle Übungsmischungen zusammenstellt. Um die Einzelerfolge aus seiner Praxis statistisch abzusichern, rekrutiert der Logopäde gerade Probanden für zwei Studien, in denen der Einfluss seiner Übungen auf Schnarchen und Schlafapnoe in randomisierten und kontrollierten Studien untersucht werden soll. Pro Studie sind 94 Probanden geplant, die sich auf Therapie- und Kontrollgruppe aufteilen.

Liefert seine neue Studie signifikante Resultate, will er die App in Deutschland beim Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) zur vorläufigen Anerkennung als „Digitale Gesundheitsanwendung“ (DiGa) einreichen. Dann kann sie auch verschrieben werden, das Rezept reicht man bei der Krankenkasse ein. Für die dauerhafte Listung sei dann nochmal eine größere und aufwendigere Studie notwendig. Aber wer einfach nur wieder besser und schnarchfrei schlafen möchte, kann auch ohne Listenplatz oder Rezept üben – und seinem Gehirn nächtliches Waschen, Schneiden und Legen gönnen. ●

**meet.
learn.
protect.**

14.–16. März 2023

**Jetzt
anmelden:**



Inklusive
IT-Recruiting-Area

 **heise Jobs**
— IT KOMPAKT —

VORTRÄGE:

**Trends und aktuelle Buzzwords in der
IT-Sicherheit**
Stefan Strobel

**Was man aus Cybervorfällen lernen kann,
um die Cyberresilienz zu verbessern**
Gregor Wegberg

Wenn der Deepfake zweimal klingelt
Tobias Schrödel, Live-Demonstration

WORKSHOPS*:

**Löcher in Wolken stechen: Cloud Security
richtig machen**
Jan-Tilo Kirchhoff

**Angriffsfläche von Microsoft 365 kennen
und absichern**
Christian Biehler und Constantin Wenz

* in Kombination mit einem
Tagesticket buchbar

Offizieller Eventpartner


itsa EXPO CONGRESS
HOME OF IT SECURITY

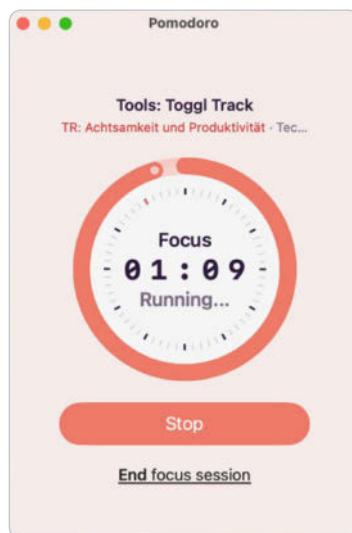
Apps für mehr Achtsamkeit

Unser Autor hat bereits im Jahr 2005 ein Buch mit Produktivitätstipps und -programmen für die Arbeit am Mac geschrieben. Nun hat er seine Software-Bibliothek auf den neuesten Stand gebracht. Er gibt einen persönlichen Überblick darüber, welche Tools und Techniken ihm geholfen haben, das tägliche Chaos aufzufangen – und sein Gehirn von Ballast zu befreien. – Hans Dorsch

Pomodoro: Pausen nach Plan

Zu bestimmten Zeiten ist unser Gehirn besonders leistungsfähig. Diese Phasen dauern meist ungefähr zwei Stunden. Mit etwas Selbstbeobachtung lassen sie sich erkennen und zum konzentrierten Arbeiten nutzen. Francesco Cirillo hat dazu ein entsprechendes Verfahren entwickelt und es nach seinem Küchenwecker in Tomatenform „Pomodoro-Prinzip“ genannt. Es besteht aus drei Schritten:

- Projekte in kleine Aufgaben aufteilen.
- Wecker starten. Standard sind 25 Minuten Arbeit und 5 Minuten Pause.
- Nach vier „Pomodoros“ eine große Pause einlegen.



Wer möchte, kann dazu einen echten Küchenwecker verwenden. Für die Arbeit am Computer empfehle ich die App „Toggl Track“. Sie ist vor allem als Zeiterfassung bekannt, hat jedoch auch einen sehr eleganten Pomodoro-Timer integriert. Der lässt sich entweder auf dem Bildschirm platzieren oder auf dem iPhone nutzen. Parallel zeichnet er die Arbeitszeit auf.

- + Desktop-App für Mac, Windows und Linux
- + gleichzeitige Zeiterfassung
- + Grundfunktionen kostenlos
- nicht gleichzeitig auf Computer und Smartphone nutzbar
- Sekundenzähler kann störend wirken

© Copyright by Heise Medien.

Getting Things Done: Workflow-Struktur

Damit uns die Dinge, die wir selbst erledigen müssen oder die wir von anderen erwarten, nicht überrollen, hilft ein strukturierter Workflow. Ein bekanntes System dazu hat David Allen 2001 in seinem Buch *Getting Things Done* beschrieben. Nach seinem Prinzip werden alle E-Mails, spontanen Einfälle und Aufgaben zunächst an einem Bereich gespeichert, an dem wir sicher alles wiederfinden. Anschließend geht man die gesammelten Einträge durch und legt die nächsten Schritte fest: Termine, Wiedervorlagen und so weiter. Schließlich entscheidet man nach Kriterien wie der verfügbaren Zeit, dem Arbeitsgerät oder dem aktuellen Ort, welche Aufgaben gerade zu erledigen sind.

Things ist eine Software, die diesen Prozess intuitiv unterstützt. Eine große Hilfe ist dabei die Funktion „E-Mail an Things“: Wenn ich eine Mail im Posteingang habe, die eine Antwort erfordert, leite ich sie an meine persönliche E-Mail-Adresse bei Things weiter. Dort finde ich sie garantiert wieder und kann sie strukturiert weiterverarbeiten.

Wer nicht im Apple-Ökosystem zu Hause ist, bekommt mit Todoist ähnliche Funktionen – wenn auch nicht ganz so schön gestaltet.

- + fängt Inhalte aus allen digitalen Ecken auf
- + einfach zu nutzen
- + flexible E-Mail-Funktion
- + verständliche Einführung
- nur für iOS und macOS

Fokus: Arbeit und Privates trennen

Berufliches und Privates zu trennen, ist wichtig. In iOS 16 und macOS 13 hat Apple jetzt mit Fokus eine Funktion eingeführt, mit der sich das berufliche Mail-Postfach zeitweise ausblenden lässt, ebenso Nachrichten von Kommunikationsapps wie Slack oder Kalendern. Letztere bleiben bei mir allerdings aktiv. Ich will ja nicht vor lauter Gelassenheit ein Meeting verpassen.

Bei Android ermöglicht der „Konzentrationsmodus“ (Focus Mode), verschiedene Profile für Arbeit und Freizeit einzurichten. Damit lassen sich App-Benachrichtigungen ausblenden, aber nicht einzelne Mail-Konten oder Kalender.

- + einfach einzustellen
- + eigene Konfigurationen möglich
- + nach Zeit und Ort aktivierbar
- nur für die aktuellsten iPhones und Macs mit Apple-Prozessor
- von manchen Apps nicht unterstützt

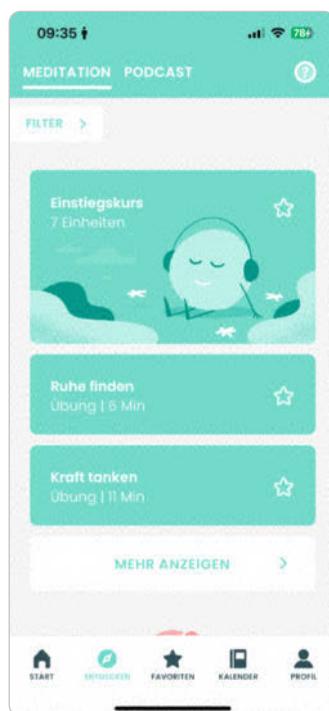
one sec: Erst durchatmen, dann twittern

Mit der Bildschirmzeit-Funktion von Apple oder Digital-Wellbeing-Funktionen in Android lassen sich Apps oder Websites, die wir zu oft besuchen, blockieren. Doch soziale Medien sind eine wichtige Quelle bei Recherchen. Einfach aussperren ist auch keine Lösung. Hilfe verspricht eine gewisse „Reibung“. Dazu verknüpfe ich die App „one sec“ mit allen Apps und Websites, die mir gefährlich werden können. Tippe ich anschließend etwa auf Twitter, öffnet sich eine sechs Sekunden lange Animation mit dem Text „Einmal tief durchatmen“. Anschließend kann ich weiter zu Twitter gehen. Die App bewertet nicht, urteilt nicht und gibt auch keine guten Ratschläge.

- + unaufdringlich
- + minimalistisches Design
- + funktioniert mit Apps oder Websites
- etwas kompliziert einzurichten (vor allem am iPhone)
- in der Pro-Version fast zu viele Einstellungsmöglichkeiten



Balloon: Meditieren für Anfänger



Screenshot: Balloon

Für Achtsamkeitsübungen gibt es eine Menge Apps unterschiedlicher Qualität. Es lohnt sich, zwei oder drei auszuprobieren. Die App Balloon etwa bietet einen kostenlosen siebentägigen Einstiegskurs sowie Kurse und Einzelübungen. Lieblingsmeditationen lassen sich in einer Favoritenliste sammeln. Hinter der App stehen der Verlag Gruner + Jahr sowie Boris Bornemann, Diplom-Psychologe, Neurowissenschaftler und Meditationslehrer. Er spricht die Audioinhalte selbst ein und hat eine (für mich) angenehme Stimme – ein wichtiges Kriterium. Schließlich höre ich die Stimme, wenn ich dranbleibe, jeden Tag.

- + minimalistisches Design
- + große Themenauswahl
- + angenehme Stimme
- + für Android und iOS
- kein vollständiger Test ohne Abo
- nur eine Sprechstimme
- keine Suchfunktion

© Copyright by Heise Medien.

Achtsamkeit: Atmen mit Uhr

Jon Kabat-Zinn hat als einer der Ersten die Stressreduktion durch Achtsamkeitsübungen wissenschaftlich untersucht. Er empfiehlt, sich täglich etwa 45 Minuten Zeit zu nehmen. Aber auch zwischendurch kann eine kurze Meditation hilfreich sein – oder nötig. Wenn etwa zu viele ungelesene E-Mails Stress verursachen, hilft es, sich auf den Körper zu konzentrieren und den Atem zu spüren. Denn wir können nicht gleichzeitig spüren und denken. Hilfreich dabei: die Apple Watch. Ein Tipp öffnet die App Achtsamkeit, ein weiterer die Option „Atmen“. Schon führt eine Animation mit leichtem mechanischen Klopfen durch eine Minute bewusstes Atmen.

- + niederschwelliger Weg zu Achtsamkeitsübungen
- + Erinnerungen lassen sich einstellen
- + Fitness-Apps können die Herzfrequenz während der Meditation auswerten
- nur für die Apple Watch

„Die Tech-Industrie hat uns Zoom gegeben, um die Pandemie zu überleben, und Amazon hat viele neue Leute eingestellt, aber nichts davon hat zu einem allgemeinen Wirtschaftswachstum geführt.“

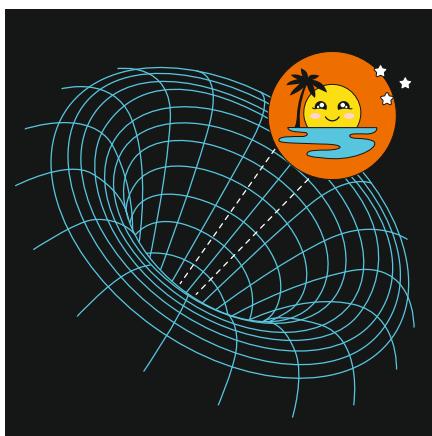
David Rotman, Redakteur der US-Ausgabe von MIT Technology Review, über die neue US-amerikanische Industriepolitik
(Seite 60)

Report

- 49 KOLUMNE • The Right to Disconnect
- 50 VERKEHR • Teslas blinder Fleck
- 56 INDUSTRIEPOLITIK • Der Mann mit den Milliarden
- 61 DÉJÀ-VU • Tesla: Vom Jäger zum Gejagten
- 62 3D-DRUCK • Bilderstrecke über Grenzbereiche der Baukunst
- 68 GESUNDHEIT • Der Preis für langes Leben
- 72 JUBILÄUM • Die erste öffentliche Tankstelle eröffnete vor 100 Jahren
- 74 PHARMAKOLOGIE • Antibiotikaresistenzen – die stille Pandemie
- 80 KÜNSTLICHE INTELLIGENZ • Dall-E und ChatGPT beflügeln unsere Kreativität
- 86 EXPERTE IN 5 MINUTEN • Hitzetote der Zukunft
- 88 RAUMFAHRT • Zurück zum Mond

The Right To Disconnect

Unsere Kolumnistin fragt sich, was wir eigentlich heute dafür tun müssen, um wirklich mal abzuschalten. Einfach nur Urlaub nehmen reicht längst nicht mehr.



Das letzte Mal komplett offline für mehrere Wochen war ich 2012 auf Kuba. Eine Stunde Internet kostete 25 Dollar, die meiste Zeit davon hätte ich vor einem Labebalken in einer Hotelloobby oder einem muffigen Internetcafé verbracht. Ich habe den ganzen Urlaub über keine einzige E-Mail verschickt, keine Nachrichten gelesen, kein Foto gepostet. Es fühlte sich ungemein frei an, offline zu sein.

Wenn ich heute davon spreche, dass ich im Urlaub offline bin, dann bezieht sich das meistens darauf, dass ich keine Arbeitsmails lese und nicht auf Social Media bin (was allerdings in den seltensten Fällen stimmt). Das Handy habe ich trotzdem immer dabei. Ich traue die Welt in meiner Hosentasche und muss mich davon abhalten, nicht dauernd nachzuschauen, was gerade so alles passiert. Und selbst wenn ich mich beherrsche, werde ich doch die ganze Zeit von allen möglichen Apps getraktet. Ganz offline bin ich also nie.

Das stimmt mich nachdenklich: Wird es in Zukunft überhaupt noch möglich sein, komplett offline zu sein? Die

Devices, die wir am Körper tragen, können wir ausschalten. Aber was ist mit den Apparaten um uns herum: die Überwachungskameras im öffentlichen Raum, die Gesichtserkennung an Flughäfen? Bei dem Gedanken an eine Zukunft, in der ich 24/7 online bin, fange ich heute schon an, nervös an meinen Fingernägeln zu kauen. Wie soll man in einer solchen Zukunft zur Ruhe kommen?

Dabei ist Erholung so wichtig, um sich zu regenerieren, um soziale Kontakte zu pflegen, um geistig mobil zu bleiben oder um schlicht nicht mit vierzig an einem Herzinfarkt zu sterben. Vor 150 Jahren war ein Recht auf Urlaub und Erholung noch unvorstellbar, bis Gewerkschaften es erkämpft haben. Heute kann man es in der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte nachlesen: „Jeder hat das Recht auf Erholung und Freizeit und insbesondere auf eine vernünftige Begrenzung der Arbeitszeit und regelmäßigen, bezahlten Urlaub.“ Mit dem Internet hat sich Urlaub aber verändert. Ich nehme ihn zwar in regelmäßigen Abständen, bin aber durch die digitale Infrastruktur um mich herum trotzdem immer online und vernetzt – und dadurch immer ein bisschen gestresst.

Haben sich die Menschen vor hundert Jahren so das Konzept Urlaub vorgestellt? Wenn Techkonzerne und Werbetreibende immer wissen, wo man sich gerade aufhält? Wenn man jede Sekunde nur einen „Ping“ davon entfernt ist, auf etwas zu reagieren? Ich frage mich, was müssten wir heute tun, um auch in Zukunft noch Raum für Erholung zu haben?

Wie wäre es mit einem Recht darauf, offline zu sein? Disconnected wie damals auf Kuba. Digital für einen bestimmten Zeitraum nicht auffindbar und erreichbar. Ich stelle mir ein solches Recht ähnlich wie das Recht auf Urlaub

vor. Es müsste so implementiert werden, dass es einfach ist, sich auszuklinken. Wie ein virtueller Schalter, den man umlegt und sich von allem entkoppelt.

Theoretisch haben wir diese Schalter heute schon. Wir können das Tracking deaktivieren und unser Diensthandy zu Hause lassen. Dann müssen wir nur noch lernen, den nächstmöglichen Klick auch mit unserem privaten Gerät sein zu lassen. Es sind aber nicht nur die technischen Möglichkeiten, die uns davon abhalten. Erreichbarkeit im Urlaub und außerhalb der Arbeitszeit ist zur sozialen Norm geworden. Es ist der soziale Druck, der dafür sorgt, dass wir trotz Urlaub auf Nachrichten reagieren, kurz in Arbeitsmails schauen, anderen aus der Ferne Arbeitsaufträge erteilen – oder auch Freunden und Verwandten antworten. Und der Druck wird weitergegeben. Wenn ich in meinem Urlaub auf Dinge reagiere, dann erwarte ich es unbewusst auch von anderen.

Der soziale Druck muss weichen. Dünger für unsere überreizten Hirne ist nicht mehr, sondern weniger Input. Das Schwerste und Einfachste zugleich: Wir müssen bei uns selbst anfangen. – Nach Diktat verreist.

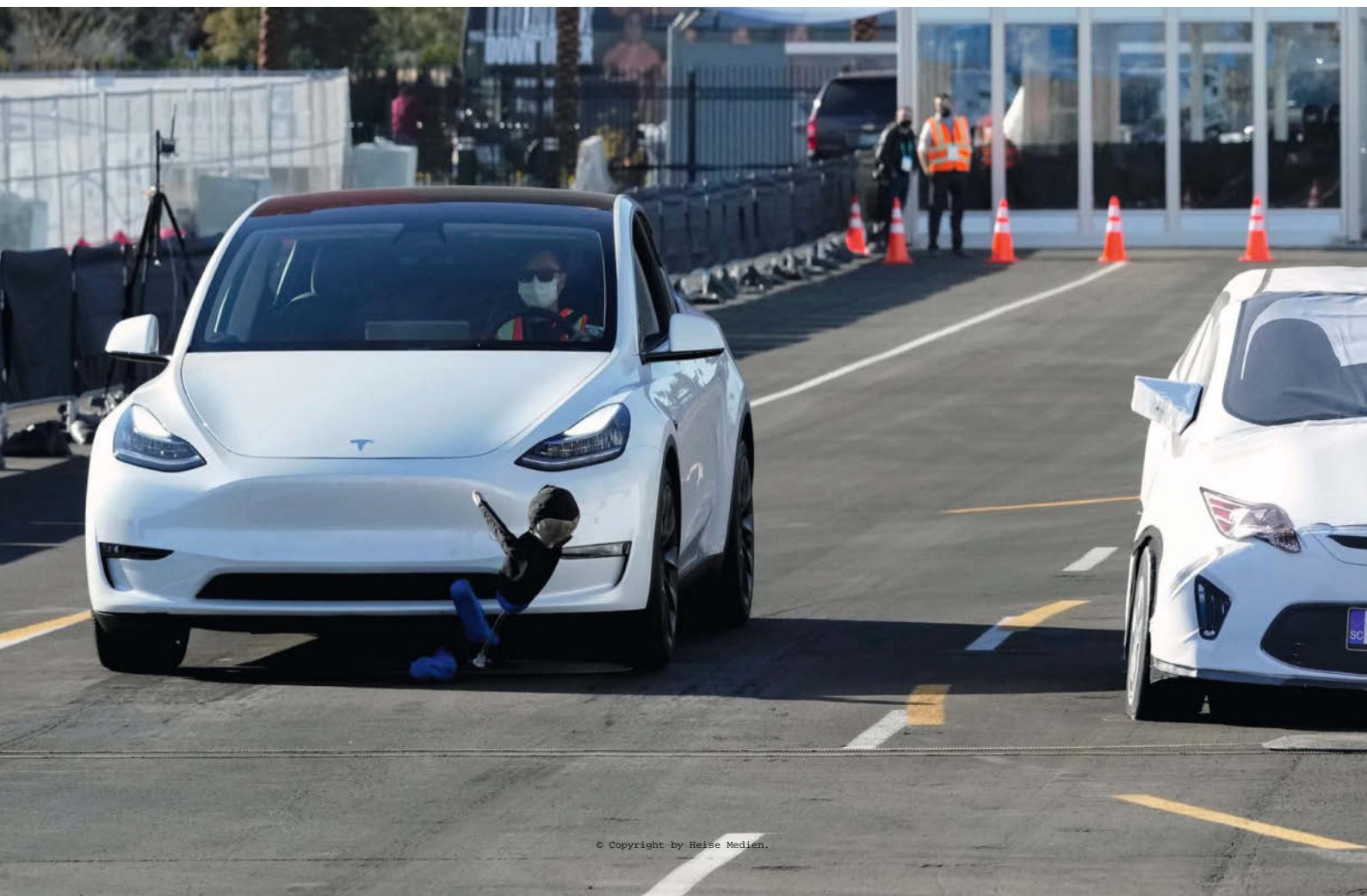


Julia Kloiber arbeitet als Mitgründerin der feministischen Organisation Superrr Lab an gerechten und inklusiven digitalen Zukünften.

Der blinde Fleck

Beim autonomen Fahren liegt Mercedes vorn, Tesla hängt hinterher. Das liegt an unterschiedlichen technischen Ansätzen. Doch der Weg zum „echten“ Robotaxi ist ohnehin noch weit – und nicht unumstritten. – Gregor Honsel

Foto: Charles Sykes/AP Images for Luminar Technologies



Juli 2021, auf einer Teststrecke bei Ingolstadt: Mit hohem Tempo fährt ein Tesla auf einen stehenden Dummy zu. Als der Dummy noch mehrere Fahrzeugglängen entfernt ist, fängt der Wagen an zu piepen. Zu diesem Zeitpunkt könnte eine Vollbremsung den Zusammenstoß wahrscheinlich noch verhindern. Doch das blaue Model X fährt weiter – trotz eingeschaltetem „Autopilot“. Der Dummy landet mit einem dumpfen Aufprall auf der Windschutzscheibe.

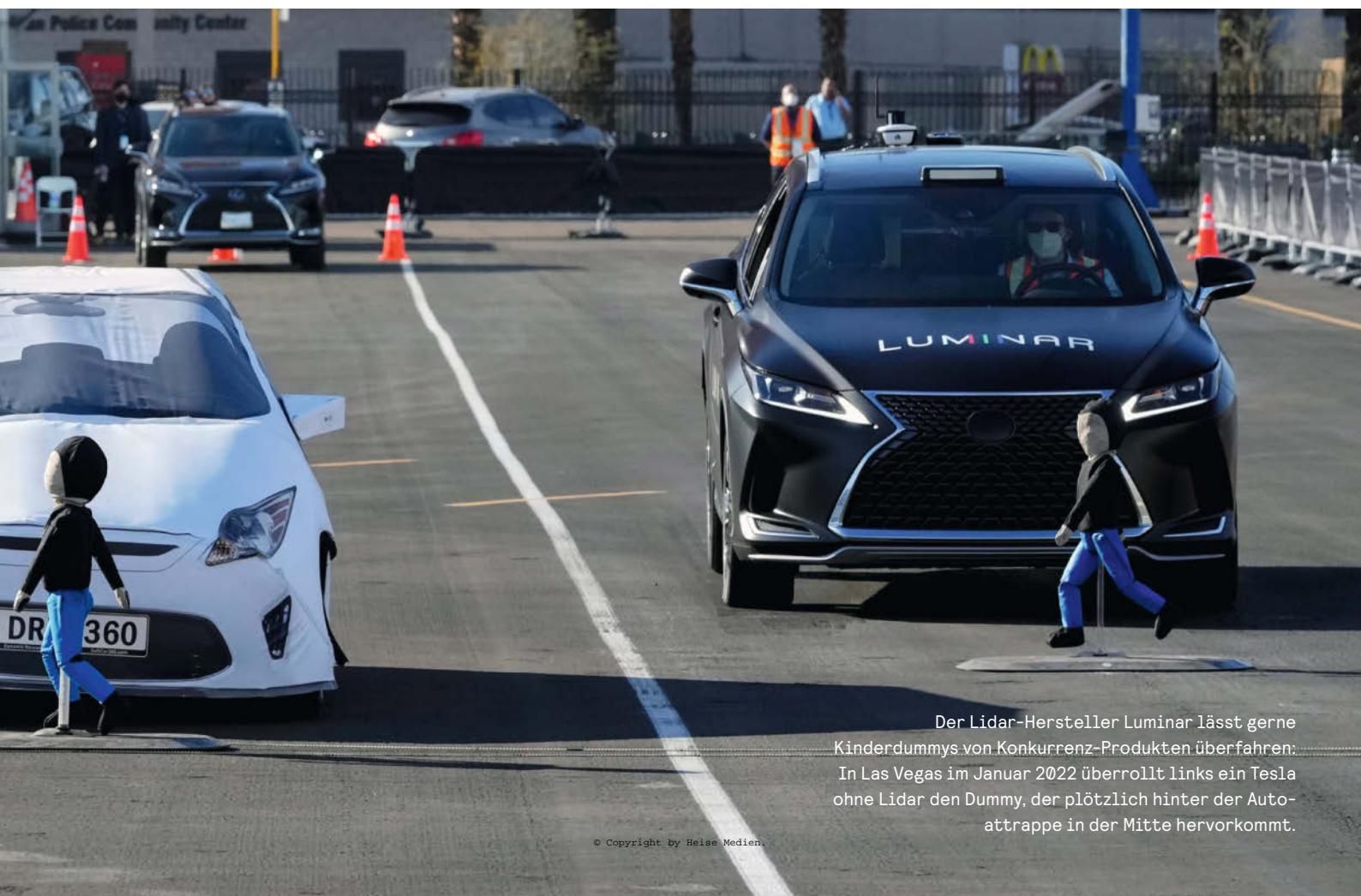
November 2022, in einem mehrspurigen Tunnel bei San Francisco: Diesmal bremst das Assistenzsystem eines Teslas – allerdings auf freier Strecke. Bilder einer Überwachungskamera zeigen, wie der Wagen blinkt, auf die linke Spur zieht und abrupt das Tempo reduziert. Sieben nachfolgende Autos fahren auf, neun Menschen werden verletzt, darunter ein zweijähriges Kind. Der Fahrer des Teslas behauptet später, er sei mit dem „Full Self Driving System“ (FSD) unterwegs gewesen, einer Weiterentwicklung des „Autopiloten“. Das könnte zwar eine Ausrede sein. Andererseits sei bereits der Autopilot für „Phantom-Bremsungen“ ohne erkennbare Ursachen bekannt, wie das *Teslamag* schreibt. Deshalb habe die Behauptung des Fahrers zumindest „eine gewisse Plausibilität“.

70 Prozent der Unfälle mit Fahr- assistenz- systemen gehen auf das Konto eines Teslas.

Für Tesla könnte das Timing nicht schlechter sein. Erst wenige Stunden vor dem Vielfach-Crash hatte Firmenchef Elon Musk die Beta-Version der FSD-Software für jeden Kunden in Nordamerika freigegeben. Von ihr hängt nicht weniger als die Existenz des Unternehmens ab. Musk gab im vergangenen Juni selbst zu: Die Fähigkeit des autonomen Fahrens mache den Unterschied, „ob Tesla eine Menge Geld wert ist oder im Grunde genommen gar nichts“. Die Anleger haben sich ihr Urteil offenbar schon gebildet: Teslas Aktienkurs ist seit seinem Höchststand vom November 2021 um mehr als zwei Drittel abgestürzt.

Dass Musk sich nun auch noch Twitter aufgehalst hat und dort gerne Verschwörungsmythen verbreitet, macht die Sache nicht besser: Laut einer Umfrage des Spiegels von Ende Dezember geben 63 Prozent der 2500 Befragten an, dass Musks öffentliches Auftreten ihre Meinung zu Tesla negativ beeinflusst habe.

Und nun droht er auch noch, bei seiner einzigen Paradedisziplin den Anschluss zu verlieren. Denn trotz irreführender Marketingbezeichnungen wie „Autopilot“ und „Full Self Driving“ kann bei Tesla von wirklich autonomem Fahren nicht die Rede



Der Lidar-Hersteller Luminar lässt gerne Kinderdummys von Konkurrenz-Produkten überfahren: In Las Vegas im Januar 2022 überrollt links ein Tesla ohne Lidar den Dummy, der plötzlich hinter der Autoattrappe in der Mitte hervorkommt.

sein. Selbst die aktuelle für bis zu 15000 Dollar hinzu buchbare FSD-Software ist lediglich ein besseres Assistenzsystem. Das bedeutet: Der Fahrer trägt die volle Verantwortung und muss sein Fahrzeug stets selbst überwachen. In der Nomenklatur des amerikanischen Ingenieursverbands SAE entspricht das Level 2 (siehe Kasten rechts).

Erst ab Level 3 aber darf der Fahrer während der Fahrt wirklich entspannen oder sich anderen Dingen widmen: E-Mails schreiben, lesen, Spiele zocken. Nur Schlafen nicht, denn wenn die Fahrzeugelektronik ihn dazu auffordert – etwa, weil sie wegen einer unübersichtlichen Baustelle überfordert ist –, muss er innerhalb von zehn Sekunden in der Lage sein, die volle Kontrolle zu übernehmen. Bis dahin liegt die Verantwortung beim Hersteller.

Seit Mai 2022 sind die ersten Serienautos mit Level 3 auf dem Markt. Sie tragen einen Mercedesstern – und nicht das Tesla-Logo. Es handelte sich um die Modelle der S-Klasse sowie der EQS-Baureihe. Bisher dürfen sie allerdings nur auf Autobahnen mit bis zu 60 km/h autonom fahren – ohne Spurwechsel. So sahen es die 2020 erlassenen Regeln des *UN-Weltforums für die Harmonisierung von Fahrzeugvorschriften* vor. Deutschland hat diese Regeln als erstes Land übernommen. Seit dem 1. Januar ist auch autonomes Fahren bis 130 km/h mit Spurwechseln erlaubt.

Experten erwarten, dass Mercedes seine Fahrzeuge zügig für die neuen Regeln zertifizieren lässt. Weitere deutsche Hersteller wie Audi, BMW und Porsche dürften schon bald mit eigenen Level-3-Modellen nachziehen. Anschließend werden diese Systeme wohl von der Oberklasse in die preiswerteren Segmente durchsickern. Ob Tesla in absehbarer Zeit kontern kann? Das ist zumindest zweifelhaft, denn das Unternehmen verfolgt eine grundlegend andere Philosophie als der Rest der Branche.

GLAUBENSKRIEG UM LASERSCANNER

Besonders die Verwendung von Laserscannern („Lidar“, siehe Kasten S. 60) hat sich zu einem Glaubenskrieg ausgeweitet, den Marketingabteilungen mit Videos führen. Dies ist auch der Hintergrund des eingangs erwähnten Dummy-Versuchs. Durchgeführt und als Video hochgeladen hat ihn der Lidar-Hersteller Luminar, an dem auch Daimler Truck und Volvo Cars beteiligt sind. Die Botschaft: Im Gegensatz zum Tesla kommt ein mit Luminar-Laserscannern ausgerüsteter Lexus weit vor dem Dummy zum Stehen.

Elon Musk hingegen hält Lidar für einen Irrweg. „Wer auf Lidar setzt, ist verloren“, sagte er im April 2019. Vordergründig geht es ihm wohl um die Kosten. Die Highend-Laserscanner der ersten Forschungsfahrzeuge kosteten oft mehr als das Fahrzeug selbst. Mittlerweile sind einfachere Modelle zwar schon für niedrige vierstellige Beträge zu ha-

„Wenn ich nur einen einzigen Sensor an einem Auto verbauen dürfte, dann bitte einen Laser-scanner.“

ben, aber auch das ist eine Menge, wenn man – wie Musk – scharf kalkulieren muss.

Dahinter steht aber auch so etwas wie ein Kulturkampf: Musk glaubt an die Macht von Software und Künstlicher Intelligenz. Mit ausreichend Trainingsdaten, so hofft er, lassen sich allein mit preiswerten Stereokameras ähnlich gute Ergebnisse erzielen wie mit aufwendiger Sensor-Hardware. Sein Argument: Menschen fahren auch nur nach Sicht, also sollte eine Maschine das eines Tages ebenfalls können. Sein Vertrauen in die Software reicht sogar so weit, dass er einige Tesla-Modelle zeitweise ohne Radarsensoren ausliefern ließ, die mittlerweile selbst bei japanischen Kleinwagen zur Grundausrüstung gehören.

Nun kann man Musk zugutehalten, dass sein Erfolg oft genug gerade darauf beruhte, sich gegen den Rest der Branche zu stellen – und dass seine Strategie bisher ziemlich gut funktioniert hat. So bekommen Tesla-Modelle bei der Prüfung für Sicherheitssysteme Euro NCAP regelmäßig Bestnoten, auch dank ihrer Assistenzsysteme. Doch vieles spricht dafür, dass Tesla damit die Möglichkeiten seiner „Software statt Hardware“-Philosophie ausgereizt hat.

Wenig hilfreich ist auch, dass Tesla sogar sicherheitskritische Software gerne als Beta-Version ausliefernt und seine Kunden nebst unbeteiligten Verkehrsteilnehmern damit zu Versuchskaninchen macht. Laut US-Verkehrssicherheitsbehörde NHTSA gehen 70 Prozent der 329 bekannten Unfälle, die mit einem fortschrittlichen Fahrerassistenzsystem in Verbindung stehen, auf das Konto eines Teslas.

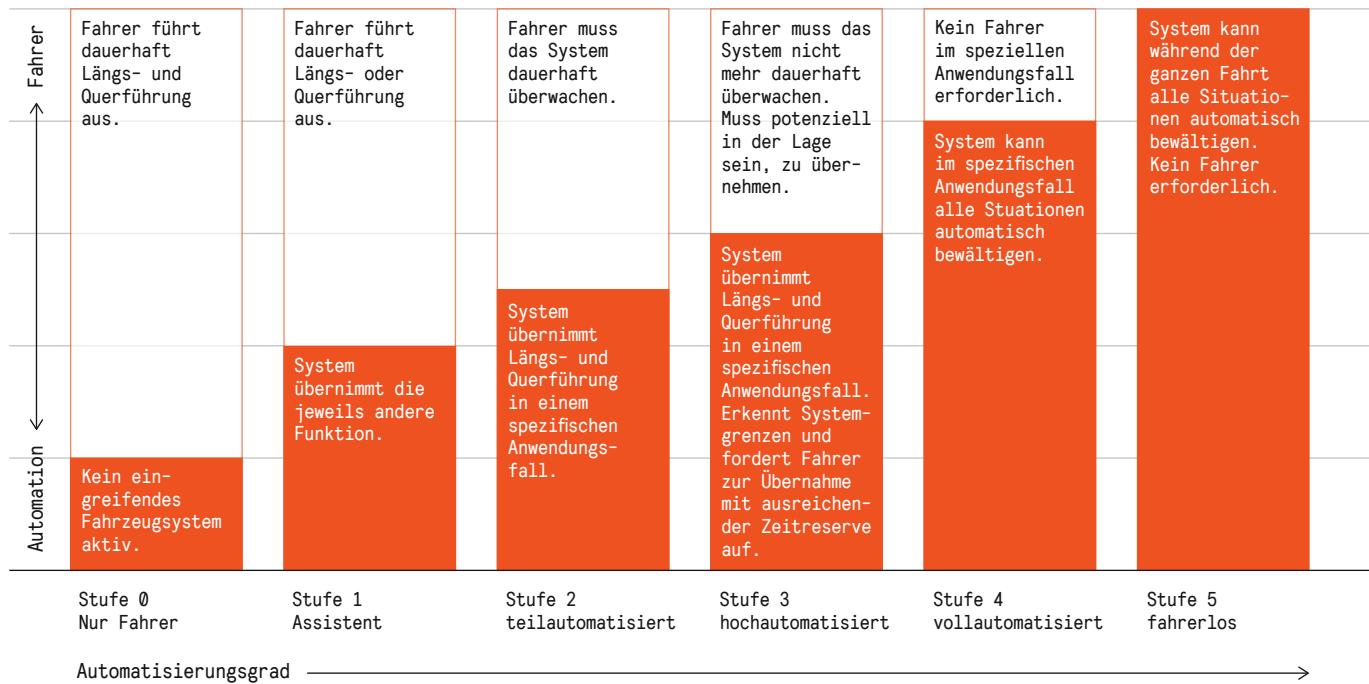
Keine gute Ausgangslage für einen Sprung auf Level 3, denn dies ist ein gewaltiger Schritt. „Bei Level 2 wird toleriert, dass das Auto bei der Fahrt

Laserscanner erfassen die Umgebung in einer detaillierten Punktwolke. Das dient nicht nur der Vermeidung von Zusammenstößen, sondern auch der zentimetergenauen Positionierung.



© Copyright by Heise Medien.

Stufen des automatisierten Fahrens



maximal alle acht Stunden eine Funktion hat, die den Fahrer irritiert“, sagte Nicolai Martin, der bei BMW die Entwicklung des autonomen Fahrens leitet, gegenüber der *Wirtschaftswoche*. „Bei Level 3 dagegen reden wir von einer Milliarde Kilometer ohne schwerwiegende Fehlfunktion.“ Er sieht „absolut keinen Weg“, Level 3 ohne Lidar zu erreichen. „Mit Kameras kann man ein System erreichen, das in 97 Prozent aller Fälle tadellos funktioniert. Aber man kommt nicht auf die nötigen 99,99 Prozent.“

Um die ausreichende Zuverlässigkeit zu erreichen, stopft Level-3-Pionier Mercedes seine Wagen mit Sensoren voll: Lidar, Radar, Stereokamera – und sogar Mikrofone und Heckkameras zum Erkennen von Martinshorn und Blaulicht. „Die Sensorarten ergänzen sich komplementär in ihren physikalischen Messprinzipien“, sagt Mercedes-Sprecher Alexandros Mitropoulos. „Falls die Kamera zum Beispiel durch tief stehende Sonne geblendet wird, können Radar und Lidar dies kompensieren. Und um beim Ausfall eines Sensors – etwa durch Verschmutzung oder Steinschlag – nach wie vor mehrfach redundant zu bleiben, führen wir Lidar als dritten Sensor Typ ein.“

Daniel Göhring, Juniorprofessor für autonome Fahrzeuge an der FU Berlin, geht noch weiter. „Meine Erfahrung ist: Der Laserscanner ist der wichtigste Sensor überhaupt. Wenn ich nur einen einzigen Sensor an einem Auto verbauen dürfte, dann bitte einen Laserscanner.“ Göhring weiß, wovon er spricht: Schon als Postdoc hat er gemeinsam mit Raúl Rojas eine Versuchsplattform für autonomes Fahren mitentwickelt (siehe TR 9/2014, S. 84).

Auch wenn Lidar nach wie vor keine Option für Tesla ist, setzen die Texaner inzwischen offenbar doch wieder stärker auf Sensoren: Ende 2022 kündigte Musk sogenanntes „4D Imaging Radar“ an. Viele kleine Radar-Antennen, über das ge-

samte Fahrzeug verteilt, sollen eine ähnlich feine Auflösung wie teurere Laserscanner liefern (siehe Kasten S. 60). „Diese Rolle rückwärts ist ein großer Sprung nach vorn“, sagte Peter Fintl von der Unternehmensberatung Capgemini zum *Stern*. „Sollte Tesla so ein 4D-Radar bei der in wenigen Monaten anstehenden Modellpflege des Model 3 tatsächlich in Serie bringen, wäre das durchaus ein Paukenschlag. Damit kommt Tesla ohne Gesichtsverlust aus der Kamera-Sackgasse und ist in puncto Sensorik wieder ganz vorne mit dabei.“

Sollte das funktionieren, hätte Tesla aber immer noch eine offene Flanke: die Bestandskunden. Seit Jahren verspricht das Unternehmen ihnen, irgendwann alleine durch Software-updates autonom fahren zu können. Doch mangels Lidar erscheint dies zunehmend illusorisch. Im September 2022 haben kalifornische Tesla-Besitzer deshalb eine Sammelklage eingereicht, weil sie sich durch die Werbung getäuscht fühlen. Wie der Abgasskandal bei VW zeigte, können sich Schadensersatz und Strafen in solchen Fällen auf Milliardensummen belaufen.

NEUES VERHÄLTNIS VON MENSCH ZU MASCHINE

Zudem ist es beim Sprung auf Level 3 mit aufwendiger Technik allein nicht getan. Auch das Verhältnis von Mensch zu Maschine muss neu austariert werden. Bis zu Level 2 hat der Fahrer stets die volle Verantwortung, egal wie gut das System auch ohne ihn zu funktionieren scheint, und ab Level 4 der Hersteller. Doch mit Level 3 tut sich ein Tal der Ungewissheit auf. „Aus Sicht des Human Factors ist Level 3 die größte Problemstufe“, sagt Nadja Schömöig vom Würzburger Institut für Verkehrswissenschaften. Sie hat in unzähligen Versuchsstunden im Fahr-

LIDAR UND RADAR

Lidar („Light detection and ranging“) arbeitet ähnlich wie Radar, allerdings mit Laserstrahlen statt elektromagnetischen Wellen. Aus den aufgefangenen Reflexionen bauen die Systeme eine dreidimensionale Punktwolke auf. Moderne Lidar-Scanner nutzen Wellenlängen knapp oberhalb des sichtbaren Spektrums und haben eine Reichweite von mehreren hundert Metern. Der Vorteil von Lidar: Es arbeitet bei schlechten Licht- und Wetterverhältnissen zuverlässiger als eine Kamera, bietet eine höhere Auflösung als Radar und kann auch bewegte Objekte erkennen. Nachteil: Die Hardware ist recht teuer.

Im Automobil-Bereich wird derzeit vor allem das „Time of Flight“-Verfahren eingesetzt. Dabei wird die Zeit gemessen, die ein reflektierter Lichtimpuls braucht, um wieder einzutreffen. Beim „Frequency-Modulated Continuous Wave“ wird hingegen ein kontinuierlicher Strahl ausgesendet, dessen Frequenz fortwährend moduliert wird. Das Verfahren erlaubt höhere Reichweiten, ist allerdings aufwendiger und weniger erprobt.

Bei den ersten Forschungsfahrzeugen zum autonomen Fahren waren die Lidarsensoren deutlich als kleine Kuppeln an Stoßfängern oder auf dem Dach zu erkennen (siehe TR 8/2008, S. 24). In ihnen rotierten Laser, die ihre Strahlen in alle Richtungen verteilt. Mittlerweile gibt es kompakte Scanner ohne bewegliche Teile, die sich etwa in Frontschürze, Scheinwerfer oder Dächer integrieren lassen. Zur Kollisionsvermeidung reicht dies. Doch ein Rundum-Scanner ist weiterhin sinnvoll: Über den Vergleich der aktuellen Punktwolke mit einer hinterlegten dreidimensionalen Karte kann sich das Fahrzeug damit auf wenige Zentimeter genau orten (siehe TR 2/2009, S. 11). Die Stadt Berlin hat eine solche Karte erstellt, woanders fehlen sie meist noch.

Konkurrenz bekommt Lidar von „4D Imaging Radar“. Während klassische Radarsensoren nur drei Dimensionen erfassen (Geschwindigkeit, Distanz und horizontaler Winkel zum Fahrzeug), erfasst dieses System auch den vertikalen Winkel, wodurch sich etwa Fußgänger oder Radfahrer besser detektieren lassen.

simulator erforscht, wie Menschen mit Assistenzsystemen umgehen. Eine zentrale Frage dabei ist: Reichen die vorgeschriebenen zehn Sekunden aus, um den Fahrer „zurück in den Loop“ zu holen, wie es im Branchenjargon heißt?

Um das herauszufinden, lenkt sie ihre Probanden gezielt ab, etwa durch Gedächtnisaufgaben oder Tetris. Dann misst sie, wie lange sie brauchen, um etwa bei einer plötzlich auftauchenden Baustelle wieder die Kontrolle zu übernehmen. Unter dem Strich hält sie die vorgeschriebenen zehn Sekunden für „durchaus akzeptabel“ – wenn sich der Fahrer an die Regeln hält. „Schlafen ist auf keinen Fall erlaubt“, sagt Schömig. Dies zu erkennen, ist für moderne Fahrzeugelektronik eine der einfacheren Übungen. Schon bei Level 2 überwachen Innenkameras oder Lenkradsensoren, ob der Fahrer bei der Sache ist. (Was einige Tesla-Kunden allerdings nicht daran hindert, die Sensoren durch Lenkradgewichte oder Sonnenbrillen zu täuschen und trotzdem ein Nickerchen zu machen.)

Doch wo genau verläuft bei Level 3 die Grenze zwischen erlaubter und unerlaubter Ablenkung? Kompliziert wird es beispielsweise, wenn der Fahrer etwas in der Hand hält. „Ein Handy, ein Tablet oder eine Zeitung kann man zur Not noch in den Schoß legen oder auf den Beifahrersitz werfen“, sagt Schömig. „Aber bei einem Döner wird es schwierig.“ Das Ganze sei eine Gratwanderung: „Eigentlich will

man den Fahrer ja aus dem Loop lassen – aber irgendwie auch drin halten.“

Die Zulassungsregularien schreiben lediglich vor, dass Hersteller laufend anhand von bislang nicht genauer spezifizierten Kriterien überwachen müssen, ob der Fahrer verfügbar ist – etwa ein regelmäßiger Blick auf die Straße –, und dass mindestens zwei dieser Kriterien erfüllt sein müssen. Das bedeutet: Die Fahrzeugelektronik muss nicht nur laufend die Vorgänge außerhalb des Autos richtig interpretieren, sondern auch die im Inneren. „Das ist derzeit noch die größte Forschungsproblematik – wie kann eine Software in Echtzeit vorhersagen, dass ein Fahrer rechtzeitig bereit ist, wenn eine Übernahmeaufforderung kommt?“, sagt Schömig. Eine Lösung wäre beispielsweise, dem Fahrer regelmäßig Fahrmanöver zu überlassen, die das System auch selbst machen könnte, oder die Zustimmung zu solchen Manövern einzufordern. Doch damit wäre es schon wieder vorbei mit der ungeörten Ruhe.

Bei Mercedes beobachtet eine Kamera im Display den Kopf und die Augenlider des Fahrers. Zudem werden die Sensoren zur Sitzbelegung ausgewertet. Was der Fahrer darf und was nicht, wird ihm bei der Fahrzeugübergabe, in der Bedienungsanleitung, mit diversen Animationen und Grafiken nahegebracht. „Schlafen, dauerhaft nach hinten blitzen oder gar den Fahrersitz verlassen sind nicht

„Ein Tablet kann ich zur Not auf den Beifahrersitz werfen. Bei einem Döner wird es schwierig.“

zulässig“, so Sprecher Mitopoulos. Die ganze Datenverarbeitung laufe ausschließlich an Bord, nichts davon werde nach außen übertragen. Erkennt die Fahrzeugelektronik, dass ein Fahrer offensichtlich nicht zur Übernahme bereit ist, oder fordert sie ihn vergeblich zur Übernahme auf, folgt eine optische und akustische Warnung. Dann rüttelt sie am Gurt. Reagiert der Fahrer immer noch nicht, hält das Fahrzeug kontrolliert an, schaltet die Warnblinker an und setzt einen Notruf ab.

ENDE DER EUPHORIE

Auf Level 4 und 5 ist der Fahrer un interessant. Theoretisch müsste bei Level 5 nicht einmal ein Lenkrad montiert sein. Doch technisch ist der Schritt noch einmal anspruchsvoller als der von Level 2 auf Level 3. Ford und Volkswagen etwa haben ihr gemeinsames Joint Venture Argo AI im vergangenen Oktober wegen „ausbleibender Fortschritte beim Autopiloten“ aufgelöst.

„Nach der großen Euphorie beim autonomen Fahren haben alle Hersteller erkannt, dass es noch etliche Jahre benötigen wird, bis das in allen Situationen und auf allen Straßen möglich ist“, fasst Markus Lienkamp, Professor für Fahrzeugechnik an der TU München, die Lage zusammen. „Nach meiner Kenntnis ar-

beitet kein Unternehmen an einer Level-5-Technologie.“ Das könne er sich mit der heute bekannten Technologie auch nicht vorstellen. FU-Forscher Göhring sieht das auch so – und macht auf ein Problem außerhalb des Einflussbereichs der Hersteller aufmerksam: „Kameras sind nicht ausreichend für die Ampelerkennung.“ Wirklich zuverlässig sei nur eine direkte Funkverbindung zwischen Ampel und Auto. Dafür müssten aber die entsprechenden Kreuzungen umgebaut werden. Das kostet viel Geld und Zeit.

Steven Peters, Professor für Fahrzeugechnik an der TU Darmstadt, erwartet für die deutschen Premium-Hersteller deshalb „keinen Markt im Robotaxi-Geschäft“, sondern eine „eher evolutionäre Weiterentwicklung“ von Autobahn-piloten, Bremsassistenten für die Stadt sowie vollautomatische Parksysteme. Tatsächlich ist autonomes Parken auf Level 4 bereits möglich – zumindest in entsprechend ausgerüsteten Parkhäusern: Im November bekam Mercedes vom Kraftfahrtbundesamt die Zulassung für ein gemeinsam mit Bosch realisiertes automatisches Parkhaus in Stuttgart.

Und auch bei autonomen Shuttle-Bussen, die im Schneckentempo über genau definierte Strecken fahren (siehe TR 1/2018, S. 34), lässt sich Level 4 hierzulande schon ausprobieren. Noch weiter sind Hersteller in den USA und China.

Dort gelten jeweils eigene, von den UN-Empfehlungen abweichende Regeln für autonomes Fahren. Allein die Alphabet-Tochter Waymo hat in Phoenix und San Francisco mehrere hundert Robotaxis im Einsatz – zum Teil ohne Sicherheitsfahrer an Bord, allerdings nur in bestimmten Teilen des Stadtgebiets.

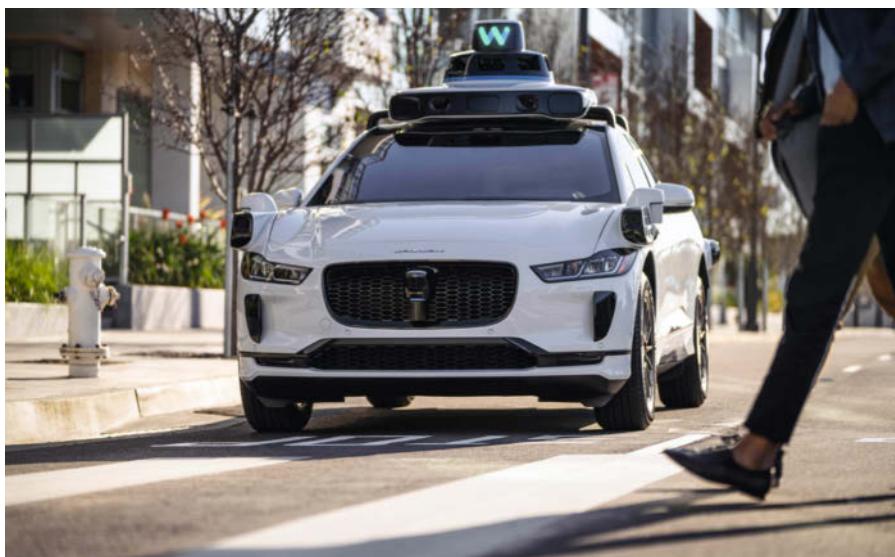
Ähnliche Dienste bieten die chinesischen Konzerne SAIC und Baidu an. Doch ansonsten unterscheiden sich die Ansätze grundlegend: „In den USA und Europa verfolgt die Branche einen On-Board-Ansatz, sie will die maximal mögliche Intelligenz ins Fahrzeug packen“, sagt Volkmar Tanneberger, ehemaliger Entwicklungschef bei Volkswagens Joint Venture mit SAIC, gegenüber der Fachzeitschrift *AutomotiveIT*. In China hingegen finde die Datenverarbeitung viel stärker in der Cloud statt. Dafür gebe es durchaus technische Gründe, weil Chinas massive Verkehrsprobleme in den Metropolen durch ein zentrales System besser zu managen seien. Der Ansatz komme aber auch „politisch gelegen“, weil er die engmaschige Überwachung der Bürger erleichtere.

Auch wenn all diese Robotaxis auf handelsüblichen PKWs beruhen, haben sie doch mehr mit den Shuttle-Bussen gemein als mit den kommenden Level-3-Limousinen, denn sie sind eher ein öffentliches als ein privates Verkehrsmittel.

Neben dem ÖPNV sehen Fachleute auch bei der Logistik ein großes Potenzial für autonomes Fahren. Waymo arbeitet unter anderem mit Daimler Trucks und Volvo an Lastwagen mit Level 4. Die VW-Tochter MAN entwickelt ebenfalls eine vergleichbare Lösung. Gerade beim ÖPNV und der Logistik sei Level 5 gar nicht nötig, meinen viele Experten – etwa bei festen Buslinien oder genau definierten LKW-Routen zwischen Logistikzentren. Solche Strecken seien „technisch weit einfacher zu realisieren“, sagt TU-Professor Lienkamp. Zudem sei bei solchen Anwendungen der wirtschaftliche Anreiz größer: Personal ist knapp und teuer, und die Fahrzeuge sind den ganzen Tag unterwegs. Dadurch lohnt sich der Einbau teurer Highend-Sensorik eher als bei privaten PKWs.

Völlig überflüssig wird der Mensch auf absehbare Zeit aber nicht: Wenn Level-4-Lastwagen die großen Logistikzentren miteinander verbinden, müssen immer noch menschliche Fahrer einspringen, um die Ware zum eigentlichen Ziel zu bringen. ●

Die Robotaxis der Alphabet-Tochter Waymo sind schon von Weitem an ihren Sensoren zu erkennen. Auf dem Dach befindet sich ein Rundum-Laserscanner.



Der Mann mit den Milliarden

Die USA wollen viele hundert Milliarden Dollar in Industrie, Forschung und Entwicklung investieren. Das wird auch unser Denken über die Rolle des Staates in der Wirtschaft verändern. – David Rotman (Übersetzung: Gregor Honsel)

US-Präsident Joe Biden eröffnet die Baustelle für die neue 20-Milliarden-Dollar-Chipfabrik von Intel in Ohio.



Es war der perfekte politische Fototermin. Anlass war der Spatenstich für Intels riesige 20-Milliarden-Dollar-Chipfabrik im vergangenen September. Bagger verteilten sich auf einer noch leeren, hunderte Hektar großen Baufläche am Rande von Columbus, Ohio. Auf einem schlichten Podium mit dem Siegel des Präsidenten sprach Joe Biden darüber, den Begriff „Rust Belt“ (Rostgürtel) für die älteste und größte Industrieregion der USA auszumustern. Dieser verbreitete sich in den 1980er-Jahren als Reaktion auf die rapide schrumpfende Stahlindustrie im Mittleren Westen.

Seit Ende 2021 hatte der Präsident erfolgreich drei wegweisende Bundesgesetze durchgebracht. Sie versprechen, mit atemberaubenden Beträgen die Technologielandschaft des Landes umzukrempeln: Der *Infrastructure Investment and Jobs Act* stellt 550 Milliarden Dollar bereit, der *CHIPS and Science Act* 280 Milliarden, der *Inflation Reduction Act* 390 Milliarden.

Dies ist die aggressivste Bundesförderung für Wissenschaft und Technologie seit Jahrzehnten. Vom Ende des Rust Belt zu sprechen, mag zwar eine typische politische Übertreibung sein, aber es ist klar, worum es geht: Die Ausgabenorgie soll die industrielle Basis wiederbeleben. Der *CHIPS Act* beispielsweise hatte Intel bereits veranlasst, den Bau der Anlage in Ohio voranzutreiben.

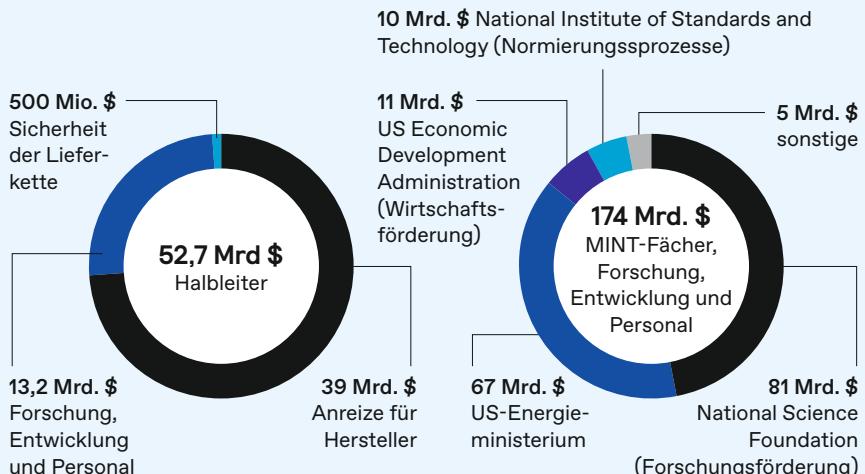
Doch die größte langfristige Wirkung des Gesetzgebungspakets könnte sich aus dem mutigen Aufnehmen eines Themas ergeben, das in den USA lange Zeit tabu war: die Industriepolitik. Dazu gehören gezielte staatliche Eingriffe, einschließlich finanzieller Anreize und Investitionen, um bestimmte Branchen oder Technologien zu fördern – etwa zum Schutz der nationalen Sicherheit oder des Klimas. Beispiele waren die staatliche Unterstützung der US-Halbleiterherstellung in den 1980ern oder die Förderung der Militärforschungsagentur DARPA während des Kalten Krieges, die zu Internet und GPS führte.

SEIT REAGAN VERPÖNT

Doch seit der Ära von Ronald Reagan in den frühen 1980er-Jahren verunglimpfen viele US-Politiker und Mainstream-Ökonomen die Industriepolitik. Sie sehen sie als törichten Versuch, voraussehen zu wollen, welche Technologien am zukunftsreichsten sind. Trotzdem ist die

CHIPS and Science Act

Das Gesetz stellt knapp 280 Milliarden Dollar bereit, darunter 52,7 Milliarden für die US-Halbleiterherstellung sowie 174 Milliarden für Forschung und Entwicklung.



Industriepolitik nie ganz verschwunden. Präsident Obama spielte mit ihr, als er versuchte, das verarbeitende Gewerbe nach der Rezession von 2008 wieder anzukurbeln. Präsident Trump kurbelte die Industrie zur Entwicklung von Covid-Impfstoffen mit seiner *Operation Warp Speed* an. Aber im Großen und Ganzem schien die Industriepolitik dem politischen Denken der USA fremd zu bleiben: So etwas machen höchstens China, Japan, Südkorea – oder Frankreich mit der Concorde.

Die USA haben effektive freie Märkte – und natürlich das Silicon Valley als Motor für wirtschaftliches Wachstum. Das vorherrschende Narrativ lautete: Dieser Motor muss lediglich durch die Lockerung von Vorschriften und Steuern in Gang gesetzt werden.

Das begann allerdings schon zu bröckeln, lange bevor die Covid-Pandemie deutlich machte, dass die Regierung kritische Industriesektoren und Lieferketten unterstützen muss. Der unerschütterliche Glaube an den freien Markt hat zur Globalisierung geführt und damit zur Entkernung der US-Industrieproduktion. Eine Zeit lang galt es als egal, wo man etwas herstellt; billige Rohstoffe seien gut für den Lebensstandard, und das Land solle sich auf High-tech-Wachstum konzentrieren.

Das Problem: Hightech-Wachstum ist begrenzt, kraftlos und ungleich-

mäßig verteilt. Die Einkommensungleichheit ist auf ein hohes Niveau gestiegen, und der Rust Belt rostet weiter. Trotz beeindruckender Fortschritte bei der Künstlichen Intelligenz und in anderen High-tech-Bereichen profitieren nur wenige Regionen vom Wohlstand. Eine Handvoll Superstar-Städte wie San Francisco, Seattle und Boston boomen, während der Rest des Landes leidet. Die Produktivität – insbesondere die mit Innovationen verbundene „totale Faktorproduktivität“ – steigt in den USA und vielen anderen reichen Ländern seit mehreren Jahrzehnten nur noch schleppend.

Schon Mitte der 2010er war das Versagen von Technologien wie Künstlicher Intelligenz bei der Steigerung der Produktivität abzusehen (siehe TR 5/2016, S. 100). Seitdem ist die Lage nicht besser geworden, was die US-Politik jetzt in Aufruhr versetzt und Untergangsstimmung schürt.

ROLLE DES STAATES ÜBERDENKEN

Die neuen Gesetze, die der US-Kongress mit einer gewissen parteiübergreifenden Unterstützung verabschiedet hat, zeigen nun, dass sich das gesamte politische Spektrum wieder mehr für die industrielle Basis des Landes engagieren will. Nach Jahrzehntelangem Rückgang der Bundesinvestitionen in Forschung und

Die Finanzierungsbestimmungen der Gesetze sind eine Art Rorschach-Test, in dem alle sehen, was sie sehen möchten.

Entwicklung – von 1,2 Prozent des Bruttoinlandsprodukts in den späten 1970er-Jahren auf unter 0,8 Prozent in den letzten Jahren – bewilligt nun allein der CHIPS Act rund 174 Milliarden Dollar für die Forschung.

Ein Grund für die breite Unterstützung: Die Finanzierungsbestimmungen sind eine Art Rorschach-Test, in denen alle sehen können, was sie gerne sehen möchten – eine Verteidigung kritischer Technologien (wie der Chipfertigung) gegen die Bedrohung aus China; eine Erhöhung der Siegchancen im globalen Wettlauf um KI oder Quantencomputing; eine Hilfe zur Schaffung grüner Arbeitsplätze; ein Mittel im Kampf gegen den Klimawandel; eine Rückkehr zur Erkenntnis nach dem Zweiten Weltkrieg, dass Investitionen in Wissenschaft und Forschung für das wirtschaftliche Wohlergehen entscheidend sind.

Doch trotz der unterschiedlichen Motive bietet die Renaissance der harten Industriepolitik zumindest die Gelegenheit, die Rolle des Staates bei Innovationen zu überdenken. „Das ist nicht nur eine Chance, sondern eine Notwendigkeit“, sagt Dan Breznitz, Professor für Innovationsstudien an der University of Toronto und Co-Direktor des Innovation Policy Lab. Nach Jahrzehnten sei es an der Zeit, dass die US-Regierung wieder begreift, „wie wichtig es ist, die Innovationsstrategie mit der Industriepolitik zu verbinden“.

Auch die Europäische Union, Südkorea, Japan sowie verschiedene andere Länder der OECD und des Nahen Ostens seien wieder „auf den industrielpolitischen Zug aufgesprungen“, sagt Harvard-Ökonom Dani Rodrik. „Es ist ja nicht so, dass die Industriepolitik jemals verschwunden wäre, aber jetzt steht sie im Mittelpunkt der Diskussion.“ Statt beim Thema verlegen zu werden, so Rodrik, würden Politiker es jetzt als Strategie anpreisen.

Für Ökonominnen wie Diane Coyle, Co-Direktorin des Bennett Institute for Public Policy an der University of Cambridge, liegt die Notwendigkeit einer gezielten Wachstumsförderung auf der Hand – in einer Zeit, in der die Produktivität stagniert, der Klimawandel einen Krisenpunkt erreicht und die Digitalisierung die Ungleichheit verschärft. „Bei unserer derzeitigen Wirtschaft brauchen wir unbedingt eine Industriepolitik“, sagt Coyle. „Der Haken an der Sache ist natürlich, dass sie schwierig ist und dass die Regierungen sie oft nicht gut hinbekommen.“

Die altbekannte Kritik, dass Regierungen schlecht darin seien, wirklich förderwürdige Kandidaten zu identifizieren, hält einer genaueren Prüfung nicht stand. Für jedes Solyndra (ein Solarunternehmen, das eine halbe Milliarde Dollar an Kreditgarantien verbrannt hat und seitdem das beliebteste Beispiel für katastrophale Förderentscheidungen ist) gibt es ein

Unternehmen wie Tesla – das etwa zur gleichen Zeit durch einen Bundeskredit unterstützt wurde. Trotzdem ist an der Kritik etwas Wahres dran: Industriepolitik erfordert, nun ja, Politik. Sie erfordert Entscheidungen.

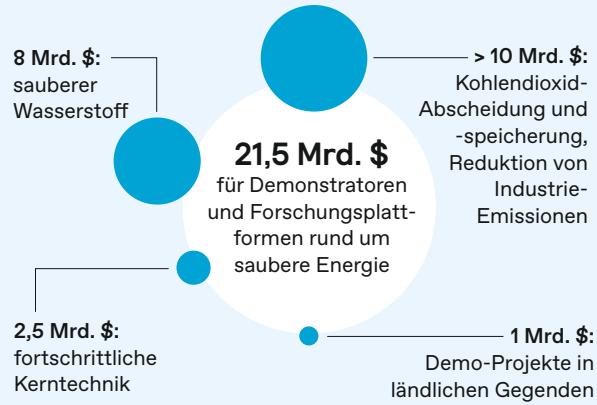
KEINE KOHÄRENTE VISION

Die neuen US-Gesetze stehen eigentlich für eine ganze Reihe verschiedener Strategien: Es gibt mit dem CHIPS Act eine klassische Industriepolitik für die Halbleiterbranche. Es gibt mit dem *Inflation Reduction Act* (oft „Klimagesetz“ genannt) eine grüne Industriepolitik für E-Auto-Hersteller und ähnliche Unternehmen. Es gibt quer durch die Gesetze verstreute Maßnahmen zur Schaffung neuer Arbeitsplätze. Und es gibt eine gezielte Forschungsförderung, was einige Ökonomen für den wichtigsten Aspekt halten. Es gibt aber keine offensichtliche, kohärente Vision, die das Ganze zusammenhält.

Im Moment, sagt David Victor, Professor für Innovation und öffentliche Politik an der University of California in San Diego, sei das in Ordnung. „Es ist eher wie eine Industriepolitik à la carte“, sagt er. Sie basiere auf dem politisch Möglichen und befriedige verschiedene Interessen, von den Arbeitnehmern bis hin zu den Unternehmen.

Infrastructure Investment and Jobs Act

Das Ende 2021 verabschiedete Gesetz stellt 550 Milliarden Dollar für den Ausbau von Infrastruktur zu Verfügung – von neuen Straßen bis hin zu Breitbandanschlüssen. Darin enthalten ist auch eine großzügige Starthilfe für saubere Energie.





Experten fürchten, dass Hightech-Fabriken wie diese Intel-Chipfertigung in Hillsboro, Oregon, nur wenigen zugutekommen.

mern über die Industrie bis hin zu Klimaaktivisten. „Jetzt müssen wir daraus eine möglichst effektive Industriepolitik machen“, sagt Victor.

Eine Herausforderung wird der Umgang mit widersprüchlichen Prioritäten sein. Die großzügigen Steueranreize für E-Autos im Klimagesetz sind zum Beispiel an einige Bedingungen geknüpft: Fahrzeuge und Batterien müssen in Nordamerika hergestellt werden, die Akku-Rohstoffe aus den USA oder ihren Freihandelspartnern stammen. Das könnte langfristig zwar die heimische Produktion ankurbeln, Arbeitsplätze schaffen und zuverlässigere Lieferketten aufbauen, kurzfristig aber auch zu einem Engpass beim Angebot führen und die CO₂-Reduzierung verlangsamen.

Um politischen Entscheidungsträgern bessere Abwägungen zu ermöglichen, hat Erica Fuchs, Professorin für Maschinenbau und Politik an der Carnegie Mellon University, mit ihren Mitarbeitern ein von der National Science Foundation finanziertes Pilotprojekt gestartet – das *National Network for Critical Technology Assessment*. Es soll mit fortschrittlichen Datenanalysen und fachübergreifendem Wissen über die möglichen Wege zu verschiedenen geopolitischen und wirtschaftlichen Zielen informieren. Angesichts der Abhängigkeit von Lithium aus China oder Kobalt aus der Demokratischen Republik Kongo stellt sich beispielsweise die Frage, welchen Wert innovatives Batterierecycling, kobaltfreie Batteriechemie oder

alternative Gewinnungsverfahren haben – und welche Teile der Batterieherstellung für einheimische Arbeitsplätze am wichtigsten sind.

UNKLARE FOLGEN

Während viele Analysen laut Fuchs bereits in die Gesetzgebung eingeflossen sind, werden noch viele weitere Fragen auftauchen, wenn die Regierung versucht, die Mittel möglichst wirksam einzusetzen. Fuchs hofft, dass aus dem Projekt ein größeres Netzwerk von Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Regierung erwächst, das die Chancen der Innovationspolitik zu klären und zu quantifizieren hilft.

Die Narrative dieser neuen Förderungen befinden sich noch in der Entwicklung. Noch ist es unklar, wie sich welche Maßnahmen genau auswirken werden. Am besorgniserregendsten ist vielleicht, dass es sich bei der sprunghaft gestiegenen Forschungsförderung im CHIPS Act lediglich um Empfehlungen handelt, die der Kongress jedes Jahr aufs Neue in den Haushalt einbringen muss. Ein politischer Stimmungswechsel könnte die Finanzierung schnell zunichtemachen.

Die wohl größte Unbekannte ist jedoch, wie sich die Bundesmittel auf die lokale Wirtschaft und das Wohlergehen von Millionen Amerikanern auswirken werden, die jahrzehntelang unter wegfallenden Jobs gelitten haben. Ökonomen argumen-

Inflation Reduction Act

Das Gesetz umfasst knapp 400 Milliarden Dollar für saubere Energie, vieles davon in Form von Steuergutschriften für Privateute und Unternehmen. Hier finden sich auch Anreize für niedrigere Emissionen.

4000 \$

Steuergutschrift beim Kauf eines gebrauchten E-Autos

3 \$

pro Kilogramm sauberen Wasserstoffs

2000 \$

jährliche Steuergutschrift für die Anschaffung von Wärmepumpen, Biomasse-Öfen und -Kesseln

15 \$

pro erzeugter Megawattstunde Strom eines qualifizierten Kernkraftwerks

tieren zwar seit Langem, dass technologischer Fortschritt das Wirtschaftswachstum antreibt. Doch in den letzten Jahrzehnten kam der daraus resultierende Wohlstand nur wenigen Hightech-Branchen und einer relativ kleinen Elite zugute. Kann die Öffentlichkeit wieder davon überzeugt werden, dass Innovationen zu allgemeinem Wohlstand führen können?

Eine Sorge ist, dass die jüngste Gesetzgebung zwar die Halbleiterfertigung und die Clean-Tech-Branche stark unterstützt, aber wenig dazu beiträgt, gute Arbeitsplätze dort zu schaffen, wo sie am dringendsten benötigt werden, meint Harvard-Forscher Rodrik. Solche Investitionen seien „eine der am wenigsten effizienten Möglichkeiten, gute Arbeitsplätze zu schaffen“. Es herrsche eine „Art Nostalgie für die Fertigung“ und der Glaube, dass der Wiederaufbau dieses Sektors die Mittelschicht zurückbringen werde. Dies sei jedoch illusorisch, da moderne Fabriken heute hoch automatisiert seien und meist nur relativ wenige Mitarbeiter beschäftigten.

Rodrik schlägt stattdessen eine Industriepolitik vor, die über das verarbeitende Gewerbe hinausgeht und auf den Dienstleistungssektor abzielt, der in den USA bei Weitem die meisten Arbeitsplätze bietet. Sein Plan sieht Investitionen vor, um die Produktivität von Jobs zu verbessern, die lange Zeit als gering qualifiziert galten – etwa indem man Beschäftigten in der Langzeitpflege, die angesichts der alternden Bevölkerung explosionsartig expandiert, digitale Werkzeuge an die Hand gibt.

Wir müssen auch die Anmaßungen des Silicon Valleys beenden. Vor etwas mehr als sechs Jahren schrieb ich einen Aufsatz mit dem Titel „Liebes Silicon Valley: Vergesst fliegende Autos, gebt uns Wirtschaftswachstum“. Die Unfähigkeit des Silicon

Valleys, die dazu nötigen Innovationen zu entwickeln, ist offensichtlich. Die Tech-Industrie hat uns Zoom gegeben, um die Pandemie zu überleben, und Amazon hat viele neue Leute eingestellt, aber nichts davon hat zu einem allgemeinen Wirtschaftswachstum geführt. Wir warten immer noch auf den lange versprochenen Produktivitätsboom durch KI. Heutzutage würde ich die Botschaft deshalb etwas abwandeln: Vergessen Sie das Silicon Valley und suchen Sie woanders nach wirtschaftlichem Wandel.

Doch woher, wenn nicht aus dem Silicon Valley und ähnlichen Innovationszentren, soll dieser Wandel kommen? Es war zwar die Bundesregierung, welche die Diskussion über Industriepolitik in Gang gebracht hat, doch ein wirklicher Wandel wird nur durch Städte und Bundesstaaten möglich sein. Jede Stadt, so Breznitz von der University of Toronto, muss die Dinge selbst in die Hand nehmen und auf Grundlage ihrer industriellen Basis, ihrer Bildungsressourcen und ihrer Arbeitskräfte passende Innovationsstrategien entwickeln. Und er mahnt, dass die Städte aufhören müssen, ihre Hoffnungen auf eine schwer fassbare Hightech-Strategie nach dem Vorbild des Silicon Valley zu setzen. „Zweihundert Städte in den USA versuchen alle, wie das Silicon Valley auszusehen“, sagt Breznitz. „Ich weiß nicht, warum. Vielleicht, weil sie noch nie im Silicon Valley waren?“

GRUND FÜR NEUEN OPTIMISMUS

Ein Schlüssel dazu ist die Erkenntnis, dass Erfindungen nur eine Stufe der Innovation sind. Die örtlichen Verwaltungen müssen auch kontinuierliche Innovation unterstützen, indem sie lokalen Firmen helfen, bessere und billigere Produkte und Dienstleistungen anzubieten. Das ist vielleicht nicht so glamourös wie eine radikale neue Idee, aber es ist der Weg zu produktiven Regionen und florierenden Kommunen.

Ein überzeugendes Konzept, das von großen Teilen des Landes akzeptiert wird, wird Zeit brauchen. Aber genau darum geht es bei der Industriepolitik, meint David Victor von der University of California: „Man beginnt, die Fakten vor Ort zu verändern. Man schafft neue Industrien und Arbeitsplätze. Und dann ändert sich die Politik.“

Bis es so weit ist, kann natürlich noch viel schiefgehen. Eine erfolgreiche Industriepolitik hängt von konsequenten und disziplinierten Entschlüssen der Politiker ab. Sie können selbst entscheiden, ob Sie ihnen dies zutrauen.

Ein Grund für neuen Optimismus ist jedoch, dass heutige Technologien, insbesondere Künstliche Intelligenz, Robotik, Gentherapien und Computing, enorme Möglichkeiten bieten, unser Leben zu verbessern, vor allem in Dienstleistungen wie Bildung und Gesundheit. Wenn die Regierung auf nationaler und lokaler Ebene Wege findet, diese Innovationen in Wohlstand für alle umzuwandeln, dann haben wir wirklich begonnen, das vorherrschende politische Narrativ umzuschreiben. ●

Hightech-Wachstum ist begrenzt, kraftlos und ungleichmäßig verteilt.

Vom Jäger zum Gejagten

An dieser Stelle blicken wir auf frühere Artikel der MIT Technology Review zurück, die heute wieder aktuell sind. Diesmal geht es um Tesla und die Renaissance der Elektroautos. – Gregor Honse1

Im Vordergrund plaudert Arnold Schwarzenegger mit dem Tesla-Chef. Dahinter, mit skeptischem Blick: Elon Musk. 2006 tauchte er nur als Randfigur auf einem Foto in unserer Titelgeschichte auf. Der Visionär im Mittelpunkt hieß Martin Eberhard. Er hatte Tesla Motors drei Jahre zuvor gemeinsam mit Marc Tarpenning gegründet.

„Vor einigen Jahren auf der Suche nach einem schicken, schnellen und trotzdem ökologisch vertretbaren neuen Auto fand der gelernte Elektro- und Computer-Ingenieur nichts Adäquates“, schrieb TR über Eberhard. „Also machte er sich selbst an die Arbeit und auf die Suche nach Kapital. Fündig wurde er unter anderem beim Gründer des Online-Bezahl-dienstes Paypal, Elon Musk.“

2008 zerstritten sich Musk und die Tesla-Gründer und zogen vor Gericht. Die Details sind bis heute unbekannt, weil beide Parteien Verschwiegenheitserklärungen unterschrieben hatten. Tarpenning arbeitet heute in einer Venture-Capital-Gesellschaft, Eberhard ist weiterhin in der E-Auto-Branche tätig. Bei Tesla übernahm Elon Musk selbst das Ruder. Der Rest ist Geschichte – auch wenn sie damals so kaum absehbar war.

„Fortschritte in der Batterietechnologie sorgen dafür, dass ausschließlich mit Elektromotoren bestückte Autos wieder ernst zu nehmen sind“, schrieb TR vor 16 Jahren. Selbst diese vorsichtige Formulierung war damals gewagt. Vom ersten Tesla-Modell, dem Roadster, war erst eine limitierte Serie von 100 Exem-

plaren verkauft worden. Der eigentliche Serienstart stand noch bevor. Und praktisch alle anderen Autobauer setzten auf Hybrid-Antriebe, Brennstoffzellen oder Biosprit.

Heute dürfte die Sache entschieden sein. Im Herbst 2022 überholte das Tesla Model Y zeitweise sogar den VW Golf bei den deutschen Neuzulassungen. Global betrachtet ist allerdings auch Tesla vom Jäger zum Gejagten geworden: Der chinesische Auto- und Batteriehersteller BYD hat im vergangenen Jahr weltweit mehr E-Autos verkauft als der amerikanische Pionier. Und in einem Teil der Tesla-Flotte stecken ebenfalls BYD-Akkus.

Auch in der TR-Titelgeschichte in Heft 10/2006 tauchte BYD bereits auf. „China spielt eine immer bedeutendere Rolle am Markt der Batteriehersteller“, hieß es. „Firmennamen wie BYD sollte man sich merken. BYD entwickelt und produziert nicht nur Batterien, sondern hat auch eine eigene Automobilproduktion – entsprechende Synergieeffekte sind sehr schnell kurzgeschlossen. China könnte auch deshalb ein Katalysator für das Comeback des Elektroautos werden.“

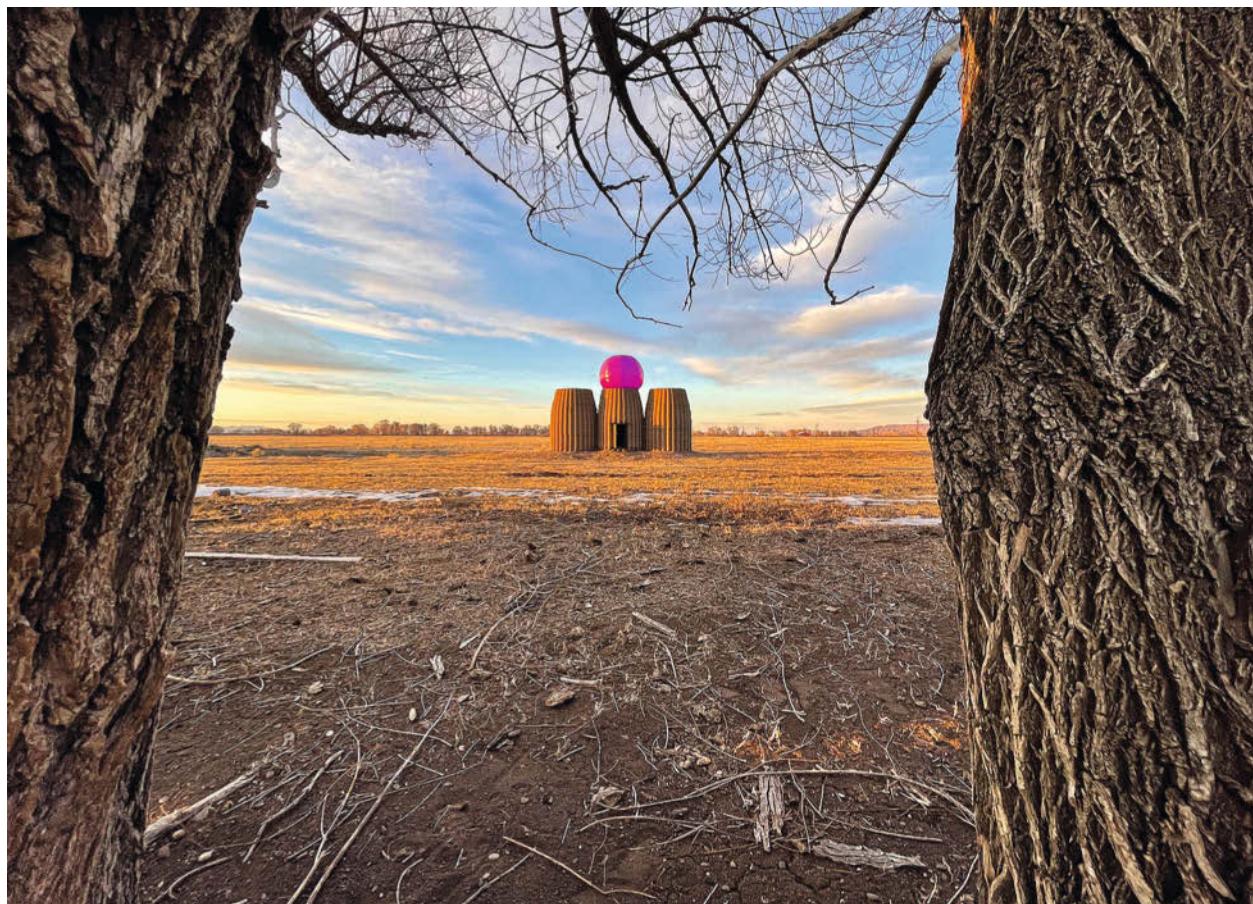
Nun nimmt sich BYD den deutschen Markt vor. Dem Vernehmen nach will es das Ford-Werk in Saarlouis übernehmen. Der Ausbau des Vertriebsnetzes läuft bereits. „Neue Händler werden derzeit mit Hochdruck rekrutiert“, schreibt Heise Autos. Seinen ersten Ausstellungsraum eröffnete BYD kürzlich in bester Lage in Köln. Der Vermieter: Tesla. ●



Technology Review 10/2006:
„Diese Namen sollte man
sich merken.“

Frisch gedruckt

Zwei Architekten loten mit ihrer 3D-Druckwerkstatt die Grenzen der gedruckten Bau- und Herstellungskunst aus. Eine Auswahl ihrer Objekte in Bildern. – Allison Arieff (Übersetzung: Jo Schilling)



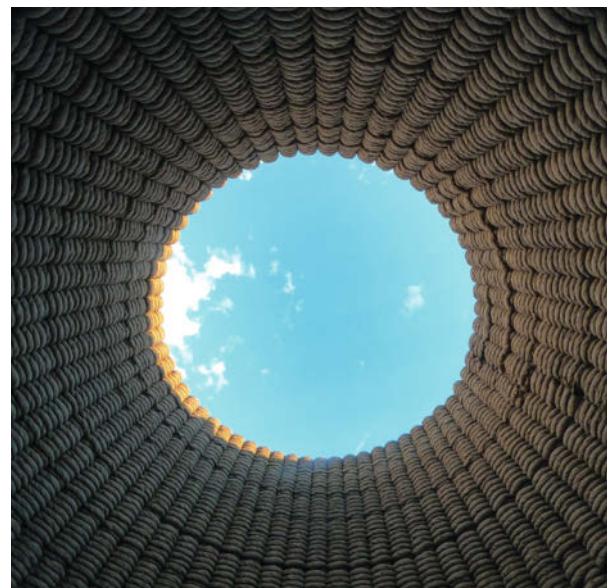
© Copyright by Heise Medien.



▲ Die größte Effizienz beim 3D-Druck lässt sich erzielen, indem der Roboterarm einen kreisförmigen Raum drückt.

◀ Das Casa Covida im San Luis Valley in Colorado ist als Kombination aus einheimischen und traditionellen Baumaterialien und 3D-Druck entstanden. Die rosafarbene Kuppel ist ein leichtes pneumatisches Dach, das den Oculus – den Innenraum – vor Regen oder Schnee schützt. Außerdem hält es die Wärme im Lehmhaus.

Ohne rosafarbene ▶
Kuppel ist man
in dem Oculus dem
Himmel ganz nah.
© Copyright by Heise Medien.



ARCHITEKTUR UND CHARDONNAY

2010 gründeten Ron Rael und Virginia San Fratello „Emerging Objects“, eine 3D-Druckwerkstatt, mit der sie die Grenzen der Konstruktion ausloten. Die Berufsbezeichnung Architekten reicht schon längst nicht mehr aus, um ihr vielseitiges Werk zu beschreiben. Sie sind Dozenten, Aktivisten und Designer, Schriftsteller und Materialwissenschaftler. Sie entwerfen Software und gründen Unternehmen. Wie San Fratello es ausdrückt: „Wir sind über die Zeit hinaus, in der wir einfach nur Dinge in die Welt setzen.“

Das begann zum Teil damit, dass sie konventionelle Baumethoden infrage stellten und bereits 2001 den 3D-Druck für sich entdeckten: „Der Reiz dieser Technologie lag darin, dass man relativ schnell und präzise von einem digitalen zu einem physischen Modell übergehen konnte.“

Aber Kosten und Komplexität des 3D-Drucks machten die Technologie damals noch schwer zugänglich. Also entwickelten sie kurzerhand eine eigene browserbasierte Designanwendung: Potterware. Sie machte das Erlernen einer 3D-Modellierungssoftware überflüssig, „sodass ein Mittelschüler innerhalb eines Tages 3D-drucken kann“, sagt San Fratello. „Wir kommen beide aus ländlichen Gegenden und sind draußen in der Landschaft aufgewachsen, haben buchstäblich im Dreck gespielt. Wir bringen unsere Liebe zur Erde ein und setzen sie mit dem Drucker um.“

Ob es sich um eine Hütte, einen Ziegelstein, ein Gefäß oder eine Kunstinstallation handelt: Eine Konstante ihrer Arbeit ist das Überdenken natürlicher Materialien durch die Linse der Technologie. Ihre Projekte sind aus Schlamm, Sägemehl, Salz oder Chardonnay-Traubenschalen gedruckt – alles Materialien, die aus der Erde stammen. Bei allem geht es um das Experimentieren, um die Frage „Warum nicht?“.



▲
Das Gerüstsystem neben Ron Rael besteht aus 3D-gedruckten Kupplungen und Glasstäben, die vom ehemaligen Solarzellenhersteller Solyndra gerettet wurden.



▲
Virginia San Fratello experimentiert mit dem 3D-Druck funktionaler und gleichzeitig dekorativer Keramiken in ihrer Werkstatt in San Francisco. Damit das buchstäblich jeder tun kann, hat sie die Software Potterware entwickelt.

© Copyright by Heise Medien.



Foto: Matthew Millman Photography

Foto: Ronald Rael, Virginia San Fratello



Bloom ist eine der vielen experimentellen Strukturen von Rael und San Fratello. Das Objekt ist drei Meter hoch und besteht aus 840 maßgefertigten, 3D-gedruckten Zementblöcken. Inspiriert wurde es von den traditionellen Lehmhäusern des Tiebele-Volkes.

◀ San Fratellos Ziegel-Installation steht in Faenza, Italien. Die Ziegel hat sie aus lokalem Ton gedruckt. Sie möchte damit Historisches und Neues verbinden.



© Copyright by Heise Medien.

Die Fassade ist als Pralinenschachtel aus Pflanzgefäß design. Sie bildet eine lebende Wand aus Sukkulanten. Die einzelnen Elemente sind aus Portlandzement, Sägemehl, Chardonnay-Trester und Kombinationen davon gedruckt.



Obwohl alle Keramikkacheln aus derselben Datei gedruckt werden, ist jede ein Unikat, da die Kacheln bei der Herstellung hin- und herschwingen – absichtlich.



Die Experimente von Emerging Objects mit Materialien, Software und Hardware fließen in diesem Prototyp einer Tiny-Wohneinheit zusammen. Als Reaktion auf die Wohnungs-krise in der kalifornischen Bay Area wurden die Bebauungs-vorschriften gelockert. Das inspirierte die Architekten dazu, sich mit dem Wohnen auf Mikroebene auseinanderzusetzen.

Der Preis für langes Leben

Auf einer exklusiven Konferenz für ultrareiche Investoren, die ihr Leben über 100 Jahre hinaus verlängern wollen, trafen Hoffnung, Hype und Selbstversuche aufeinander. Ich war mit von der Partie. – Jessica Hamzelou (Übersetzung: Jo Schilling)

Who wants to live forever? – Freddie Mercury dröhnt aus den Lautsprechern, während der Raum in blaues Licht getaucht ist und Nebel von der Bühne vor mir aufsteigt. Wenn man dem Publikum Glauben schenken darf, lautet die Antwort: die Megareichen.

Ich war nach Gstaad, einem mondänen Skigebiet in den Schweizer Alpen, gereist, um an der ersten persönlichen Longevity Investors Conference teilzunehmen. Während der zweitägigen „Langlebigkeits-Veranstaltung“ stellten Wissenschaftler und Biotech-Gründer vor, wie sie uns ein längeres Leben bei guter Gesundheit ermöglichen wollen. Und die meisten von ihnen versuchten, zahlungskräftige Investoren für sich zu gewinnen, denn von den 150 Personen, die an diesem Treffen teilgenommen haben, waren 120 millionen- oder sogar milliardenschwer und bereit, mindestens eine Million Dollar in ein Langlebigkeitsprojekt zu pumpen.

Die Konferenz war anders als jede akademische Tagung, die ich je besucht habe. Der Veranstaltungsort: atemberaubend. Das Essen: exquisit. Der Champagner: mit Geschichte. Die Tagung war Brutstätte des Hypes und der Selbstexperimente in einem der nobelsten Hotels in einem der reichsten Länder der Welt. Ich hatte noch nie erlebt, dass ein Wissenschaftler vor seinem Vortrag bei einem „Langlebigkeits-Workout“ schwitzte, und auch nicht, dass Konferenzteilnehmer zwischen den Sitzungen Liegestütze machten.

LÄNGER LEBEN

Ich sitze an einem edel gedeckten Tisch und studiere das Menü meines „Verjüngungsdinners“ – als Hauptgericht kann ich zwischen einem Kalbssteak aus der Region und einer Art Pilzpastete wählen –,

als ich am Nachbartisch auf einen Tumult aufmerksam werde. Eine Gruppe von Männern beugt sich über eine Serviette. Einer von ihnen hat sich in die Hand geschnitten und presst Blutstropfen heraus.

„Wahrscheinlich macht er eine Art Test, um sein biologisches Alter zu bestimmen“, sagt Martin Borch Jensen, Chief Science Officer bei Gordian Biotechnology, der neben mir sitzt. Niemand um mich herum zuckt mit der Wimper. Selbstversuche und Experimente scheinen in der Longevity-Szene gang und gäbe, selbst wenn sie mitten beim Essen in einem schicken Hotelrestaurant stattfinden.

In den letzten Jahrzehnten haben Wissenschaftler zahlreiche Möglichkeiten gefunden, die Lebensspanne von Hefen, Würmern, Mäusen und einigen anderen Tieren im Labor zuverlässig zu verlängern. Ein Medikament namens Rapamycin, ursprünglich zur Unterdrückung des Immunsystems nach Organtransplantationen entwickelt, kann die Lebensdauer von Labormäusen um etwa 25 Prozent verlängern. Eine Behandlung, die gealterte, abgenutzte Zellen beseitigt, hat die gleiche Wirkung. Selbst Injektionen mit dem Blut menschlicher Teenager scheint alte Mäuse zu verjüngen.

Diese Ansätze verzögern nicht nur den Tod der Nagetiere – sie verlängern vor allem die Spanne, in der die Tiere gesund altern, und helfen, Alterskrankheiten abzuwehren. „Die Idee ist, die Biologie des Alterns als Hebel zu nutzen, der es uns ermöglicht, verschiedene Krankheiten zu bekämpfen ... und das wäre viel besser als eine Medizin, die nur auf das Altern abzielt“, erklärt mir mein Tischnachbar.

Tobias Reichmuth, Mitorganisator der Konferenz, hat wie viele Longevity-Anhänger eine persönliche Maßnahmenliste gegen das Altern. Er grün-

dete 2020 zusammen mit seinem Freund und langjährigen Mitarbeiter Marc Bernegger die Organisation Maximon, um Biotech-Unternehmen zu unterstützen, die im Bereich Langlebigkeit arbeiten.

Reichmuth hat das Ziel, 120 Jahre alt zu werden. Er ernährt sich weitgehend pflanzlich, treibt viel Sport und praktiziert intermittierendes Fasten. Er habe seit 2016 viel Gewicht verloren, sagt er. Ich traf Reichmuth beim morgendlichen Langlebigkeitstraining. Als er danach zu seinem Morgenlauf an mir vorbeirauschte, winkte er mir lächelnd zu, während ich erschöpft in mein Hotel zurückhumpelte.

Zu Reichmuths täglicher Kur gehören auch Nahrungsergänzungsmittel. Er nimmt NMN, ein Präparat, das seine Zellen besser mit Energie versorgen soll. Außerdem schluckt er Resveratrol, einen Wirkstoff, der in Beeren und Rotwein vorkommt und seit Langem für seine Anti-Aging-Eigenschaften gerühmt wird. Es gibt jedoch für keinen der beiden Stoffe schlüssige Beweise, dass sie Menschen zu einem längeren Leben verhelfen.

Nir Barzilai, Direktor des Instituts für Alternsforschung am Albert Einstein College of Medicine in New York City, fin-

det den Umgang mit Nahrungsergänzungsmitteln besorgniserregend. In der Vergangenheit, so sagt er, vertrat er die Ansicht, dass der Verkauf der meisten Nahrungsergänzungsmittel im Grunde harmlose Geldverschwendungen sei. Doch heute entwickeln viele Unternehmen Nahrungsergänzungsmittel, die auf biologische Funktionen abzielen, die mit dem Altern in Verbindung zu stehen scheinen.

„Wir wissen nicht genau, was diese Nahrungsergänzungsmittel bewirken. Keines wurde in strengen klinischen Studien getestet“, sagt er. Da Nahrungsergänzungsmittel in den USA nicht von der Food and Drug Administration zugelassen werden müssen, können Unternehmen Nahrungsergänzungsmittel verkaufen, ohne die FDA zu informieren – sie dürfen ihnen nur keine therapeutische Wirkung zuschreiben.

Evelyne Bischof von der Medizinischen Universität Shanghai teilt seine Bedenken. Bischof ist ausgebildete Ärztin; nach ihrer Spezialisierung auf Onkologie und innere Medizin wandte sie sich der Langlebigkeitsmedizin zu. Heute bietet sie personalisierte Behandlungen an, von denen sie hofft, dass sie die Lebenserwartung ihrer Patienten in den USA und China verlängern.

Die Forschenden, die auf der Longevity Investors Conference sprechen, suchen vor allem Investoren.

Elsa Logarinho (links), Biochemikerin an der Universität Porto, Portugal, hat es geschafft. Elisabeth Roider (Mitte) und Tobias Reichmuth vom Longevity-Förderunternehmen Maximon überreichen ihr einen Scheck über 50'000 Franken.



Im Moment ist Langlebigkeit noch das Reich der Superreichen.



Vor dem Vortrag noch schnell ein Workout – Marie Schmidt von Biolytika setzt ganz auf Jugend durch Fitness.

Sie hat Menschen behandelt, die nach der Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln krank geworden sind. „Sie kamen in ihren Dreißigern fast mit Nierenversagen zu mir, weil sie eine sehr hohe Dosis an Nahrungsergänzungsmitteln eingenommen hatten“, sagt sie. Andere Menschen stellten fest, dass sich ihr biologisches Alter nach der Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln erhöhte.

Selbst wenn sich eine Person durch ein Nahrungsergänzungsmittel besser fühlt, kann dessen Wirkung mit der Zeit variieren, fügt Bischof hinzu. Unser Körper kann unterschiedlich reagieren, je nachdem, ob es Tag oder Nacht, Sommer oder Winter ist, oder auch mit zunehmendem Alter.

Bischof ist eine der vermutlich wenigen – die genaue Zahl ist nicht bekannt – Ärztinnen, die sich auf Langlebigkeitsmedizin spezialisiert haben. Sie behandle fitte Menschen um die 40, die „ihre Leistung optimieren“ wollen – sei es die körperliche oder die kognitive –, aber auch ältere Menschen, die gesundheitliche Probleme haben. Bischof führt bei ihren Patienten eine Vielzahl von Tests durch und sagt, dass sie einen detaillierten Blick auf deren Gesundheitsakten, Blutergebnisse, physiologische Testergebnisse, Körperscans und sogar genetische Tests wirft, um sich ein Bild von ihrer allgemeinen Gesundheit zu machen.

Sie stützt sich dabei auch auf die biologische Uhr ihrer Patienten. Die biologische Uhr wird durch Tests ermittelt, die das biologische und nicht das chronologische Alter einer Person abschätzen. Bischof leitet dann aus all diesen Daten eine Empfehlung für jeden Patienten zu seinem Lebensstil, möglichen Nahrungsergänzungsmitteln oder Medikamenten ab.

Es gehe nicht darum, alle Daten in ein Computerprogramm einzugeben, das dann ein Ergebnis ausspucke, sagt Bischof. „Es gibt noch keinen Algorithmus, der mir sagt, was ich mit dem Patienten tun soll. Es ist immer noch etwas, das in meinem Kopf passiert.“

DIE LEBENSHALTUNGSKOSTEN

Bischof versucht, Abteilungen für Langlebigkeit in öffentlichen Krankenhäusern aufzubauen. Sie stehe kurz vor der Eröffnung einer solchen Klinik in einem Krankenhaus in Shanghai, sagt sie. Es ist allerdings fraglich, wer sich das leisten können wird. Im Moment ist Langlebigkeit noch das Reich der Superreichen, wie die Zusammensetzung der Konferenzteilnehmenden zeigt. Auf der üppigen Schweizer Konferenz waren keine kleinen Forschungsorganisationen vertreten.

„Unser Team sieht sich die Referenzen potenzieller Teilnehmer an und entscheidet dann, ob diese Person einen Beitrag zur Konferenz leisten kann oder nicht“, sagt Veranstalter Reichmuth. „Wir reden hier von Leuten, die über Investitionen von über einer Million Dollar entscheiden können.“

Solche zahlungskräftigen Einzelpersonen – oder auch Gruppen – sind die größten Investoren in der Langlebigkeitsforschung. Reichmuths Unternehmen wird in den nächsten vier-einhalb Jahren 100 Millionen Schweizer Franken (rund 101 Millionen Euro) investieren. Und der größte Teil der 4,4 Milliarden Dollar, die in den letzten fünf Jahren in die Erforschung der Frage investiert wurden, ob die Umprogrammierung unserer Zellen unser Leben verlängern könnte, ist in Altos Labs geflossen.

Für ein längeres Leben experimentieren die Konferenzteilnehmenden auch mit sauerstoffarmer Luft. Sozusagen Höhentraining im Liegen.



Zu den Geldgebern des Biotech-Unternehmens sollen Jeff Bezos und Yuri Milner gehören.

Dennoch suchen viele Langlebigkeitsforscher händeringend nach Finanzierungsmöglichkeiten. Barzilai etwa kämpft seit Jahren um öffentliche Mittel für seine klinische Metformin-Studie. Menschen, die Metformin, ein weitverbreitetes Medikament zur Behandlung von Diabetes, einnehmen, scheinen weniger wahrscheinlich altersbedingte Krankheiten zu entwickeln als Nicht-Diabetiker. Barzilai hat nun kürzlich mit neun Millionen Dollar ein Drittel seines Budgets durch Hevolution finanziert bekommen. Die 2021 gegründete Stiftung verfügt über ein Jahresbudget von einer Milliarde Dollar. Das Geld investiert sie in Forschungseinrichtungen und Biotech-Unternehmen, die sich um das Verständnis der Langlebigkeit und die Verlängerung der menschlichen Lebensspanne bemühen.

Diese Milliarde Dollar kommt allerdings „von einer Vielzahl von Spendern, einschließlich der Regierung von Saudi-Arabien“, sagte Stiftungsvorstand Mehmoond Khan. Dieselbe Regierung ist für Massenhinrichtungen, Überwachung, körperliche Züchtigung und Folter sowie andere Menschenrechtsverletzungen verantwortlich.

Erst nach Beendigung der Konferenz fiel mir auf, dass Mortimer Sackler als Teilnehmer gelistet war. Sackler ist eines der sieben Kinder des verstorbenen Mortimer Sackler Senior, dem ehemaligen Vorstandsvorsitzenden von Purdue Pharma. Sowohl dem Unternehmen als auch den Familienmitgliedern wurde vorgeworfen, die Opioid-Krise in den USA angeheizt zu haben und an der Verschreibung unnötiger, unsicherer und süchtig machender Schmerzmittel beteiligt gewesen zu sein. Das Unternehmen und die Familie haben Milliarden von Dollar an Vergleichen gezahlt.

Fühlen sich Wissenschaftler, die sich um die Verbesserung der menschlichen Gesundheit bemühen, wohl, wenn sie Gelder aus solchen Quellen annehmen? Ich war überrascht, die Antwort lautete fast durchgängig „Ja“ – zumindest bei den Personen, die ich gefragt habe.

Barzilai sagte zwar, dass er bei Geldern der Familie Sackler eine Grenze ziehen würde, aber er sagte auch, dass das saudische Geld, soweit es ihn betrifft, aus Öl und Investitionen stammt. Und er ist nicht der Einzige, der Mittel von Hevolution angenommen hat. Die Organisation von Borch Jensen erhält ebenfalls Mittel von Hevolution. Auch Bischof ist es egal, woher das Geld kommt, solange es in die Verlängerung einer gesunden Lebenserwartung fließt: „Ich denke, dass keiner, der versucht, gesundes langes Leben zu unterstützen, daran gehindert werden sollte.“

HOFFNUNG UND HYPE

In Gstaad war Optimismus spürbar. Ich hatte den Eindruck, dass die meisten Teilnehmer daran glaubten, dass mit ausreichenden Mitteln positive wis-



Nir Barzilai (rechts) erforscht nicht nur Langlebigkeit, sondern feiert sie auch – gemeinsam mit Elena Gross, Gründerin von Keto-Swiss, und Michael Greve, Gründer der Forever Healthy Foundation.

senschaftliche Ergebnisse nur noch wenige Jahre entfernt seien.

Die Vortragenden waren allerdings eine Mischung aus erfahrenen Akademikern, Biotech-Startups und Leuten, die die Idee der Langlebigkeit als hochwertiges Luxusgut verkaufen. Barzilai befasst sich seit Jahrzehnten mit der Biologie des Alterns und genießt in Fachkreisen hohes Ansehen. Aber ich traf auch einen jungen Mann, der mir sagte, dass das Atmen von sauerstoffarmer Luft sich in vielerlei Hinsicht positiv auf meine Gesundheit auswirken könnte – und der dann bemerkte, dass er „nicht an Kuhimpfstoffe“ glaube. Der Transhumanist José Luis Cordeiro will „die Biologie überwinden“, zum Mars reisen und die menschliche Lebensspanne massiv verlängern. Selbst der Mann, der mit ihm auf der Bühne saß und eine Lebensversicherung abgeschlossen hat, um seine eigene Kryokonservierung zu finanzieren, rollte mit den Augen.

Ich schreibe seit über einem Jahrzehnt über die Wissenschaft des Alterns. Ich habe gesehen, wie schlampige Wissenschaft viel Aufmerksamkeit bekommen hat. Ich habe erlebt, wie kluge Wissenschaftler auf fadenscheinige Behauptungen hereingefallen sind. Aber ich habe auch faszinierende Forschungsergebnisse gesehen.

Borch Jensen sagt, er habe die Nahrungsergänzungsmittel aus seiner Konferenz-Tasche an Freunde weitergegeben. Aber ich habe mich nicht wohl dabei gefühlt, meine Präparate zu verschenken. Ich habe auch noch keine genommen. Es ist zweifellos eine aufregende Zeit für die Wissenschaft und Medizin der Langlebigkeit. Ich hoffe, ich lebe lange genug, um einige positive Ergebnisse zu sehen. ●

Tanken am Tempel

Vor hundert Jahren eröffnete in Hannover die erste deutsche Tankstelle auf öffentlichem Grund. – Gregor Honse

In den Anfangsjahren des Automobils wurde Benzin hierzulande meist in Hinterhöfen verkauft, von Apothekern oder Gastwirten, in Kanistern, Flaschen, Milchkannen. Die deutsche Mineralölgesellschaft OLEX, aus der später BP hervorging, suchte nach einer besseren Lösung. Das Ergebnis: ein reich verzierter Kiosk, der Tank und Pumpe barg. Mit Kuppeldach, Säulen und Erkern wirkte der expressionistische Rundbau wie ein Tempel. Die Bezeichnung, die OLEX für ihr neues Konstrukt fand, war allerdings ziemlich profan: „Tankstelle“.

Als Standort entschied man sich für Hannover, das damals eine höhere Autodichte hatte als Berlin oder Hamburg. Trotz protestierender Anwohner, die Gestank, Lärm und Explosionsgefahr fürchteten, eröffnete der Tanktempel im Januar 1923 am Raschplatz, direkt hinter dem Hauptbahnhof. Kurze Zeit später entstand ein ähnlicher Bau in Köln.

Diese Anlagen erwiesen sich allerdings als Sackgasse, schreibt Architekturhistoriker Joachim Kleinmanns. Eine platzsparende Alternative – Handpumpen am Fahrbahnrand – stellte

Tankstellen waren lange Zeit eine architektonische Spielwiese. Verspielte Rundbauten wie dieser in Hannover konnten sich aber nicht durchsetzen.



die Esso-Vorgängerin DAPG im selben Jahr in Hamburg vor. Das Vorbild kam aus den USA. Dort hatten sich diese Tankmöglichkeiten bereits zur Jahrhundertwende etabliert, verbunden mit ober- oder unterirdischen Benzinbunkern. 1927 griff die DAPG – ebenfalls in Hamburg – eine weitere Vorlage aus den USA auf: eine überdachte Großtankstelle mit eigener Zufahrt, mehreren „Tankinseln“, einem Kassenhaus sowie beleuchteten Reklametafeln.

Damit war das grundlegende Layout bis heute vorgegeben. Doch die Architektur schlug noch einige Volten: Ob Backstein-Expressionismus, Neue Sachlichkeit oder Internationaler Stil – schnell entdeckte die architektonische Avantgarde Tankstellen als neue Spielwiese. Als die ersten Autobahnen in den 1930er-Jahren den Bedarf an Tankstellen schnell wachsen ließen, wich der Formenreichtum einer strengen Standardisierung. Die Gesellschaft Reichsautobahn ließ landauf, landab vor allem drei Typen von Tankstellen bauen: „Frankfurt“, „Fürstenwalde“ und „Hannover“, alle geprägt von geschwungenen, aber schnörkellosen Formen. Den Nationalsozialisten war das zu modern. Sie setzten später Tankstellen im „Heimatschutzstil“ durch, die mit ihren Satteldächern und rustikalem Mauerwerk eher an Berghütten erinnerten.

Nach dem Krieg dominierten wieder Stahl, Glas und Beton – und kühne, freitragende Dachkonstruktionen für einen ungehinderten Zugang zu den Zapfsäulen. Mit der architektonischen Qualität mancher Anlagen der Nachkriegszeit könnte der „überwiegend stereotype Tankstellenbau der Gegenwart“ nicht mithalten, urteilt Kleinmanns. Mangels Denkmalschutz haben nur wenige historisch interessante Anlagen überlebt. Sie finden sich beispielsweise noch an der A12 bei Fürstenwalde (1936), an der A2 bei Hamm (1939), im Garagenhof des Landeshauses Münster, an der Braunschweiger Straße in Wolfsburg, im Freilichtmuseum Detmold (jeweils 1951) und in Hannover-Badenstedt (1957).

Seit 1970 hat sich die Zahl der Tankstellen in Deutschland fast gedreifacht. Dieser Trend dürfte sich noch verstärken, denn wer sein E-Auto zu Hause lädt, braucht schließlich keine Tankstellen mehr. Andererseits benötigen Autoreisende auch künftig Orte zum Laden und Rasten. In Hilden hat der Bäcker Roland Schüren zwei Tankstellen neuen Typs gebaut: großzügige Ladeparks mit Photovoltaik-Dächern, überdachten Stellplätzen und benachbarter Gastronomie. Viel helles Holz markiert auch architektonisch eine neue Zeit. ●

Von Hackern lernen

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

Redaktionsassistent: Carmen Lehmann, Michael Menzel

Mitarbeiter dieser Ausgabe: Alison Ariefi, Rebecca Boyle, Susanne Donner, Hans Dorsch, Ulf J. Frotzheim, Jessica Hamzelou, Will Douglas Heaven, Hana Kirov, Julia Kloiber, Jens Lubbaideh, Jan Mahn, Arthur Mount, Bernd Müller, Frank Puscher, David Rotman, Jan Vollmer

Coverillustration: Matthias Timm

Infografiken: Matthias Timm

Fotoredaktion: Marei Stade (Ltg.), Lara Bögner

DTP-Produktion: Matthias Timm (Ltg.), Vanessa Bahr, Lara Bögner, Beatrix Dedek, Madlen Grunert, Lisa Hemmerling, Cathrin Kapell, 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 Geschäftsleitung: 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 2023

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; ermäßigte 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-Abo 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 ermäßigter 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.

Printed in Germany, Copyright 2023 by Heise Medien GmbH & Co. KG

Diese Ausgabe enthält Beilagen von eROCKIT Systems GmbH, Henningsdorf.

© Copyright by Heise Medien.

The image shows the front cover of the magazine 'c't HACKING-PRAXIS'. The cover is red and features the title 'HACKING-PRAXIS' in large white letters. Below it, it says 'Der große Security-ONLINEKURS'. There's a small yellow hexagonal badge in the top right corner with the word 'PLUS' and some smaller text. The main image on the cover is a cartoon illustration of a person in a white lab coat and mask, carrying a white first aid kit with a red cross on it. To the left of the character is a small screenshot of a video player showing a map. The bottom half of the cover has a yellow banner with the text '+ GRATIS Webinar im Wert von 129,- €'.

Ganz gleich, ob Sie nur die Sicherheit Ihrer eigenen Websites abklopfen möchten oder beruflich mit IT-Sicherheit zu tun haben. Wer die schmutzigen Tricks der Hacker kennt, kann sich besser davor schützen.

Anfänger und Profis lernen in diesem c't-Sonderheft die Grundlagen des Hackens und erfahren wie Hacker ticken.

- Hacking ausprobieren Schritt für Schritt
- Informationen gewinnen mit OSINT
- Malware-Tricks verstehen
- Recherche- und Analyse-Tools anwenden
- Inkl. heise-Academy-Kurs: „Angriffsszenarien im Netzwerk“
- Auch als Heft inkl. PDF-Download mit 29 % Rabatt erhältlich

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 €

Bundle Heft + PDF 19,90 €

shop.heise.de/ct-hackingpraxis23

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise Shop

Die stille Pandemie

Im globalen Kampf gegen resistente Bakterien versiegt der Antibiotika-Nachschub. Nötig sind alternative Wirkstoffe und neue Strategien gegen die Bildung von Resistzenzen. – Veronika Szentpétery-Kessler

Mathias Pletz sieht viele der nach Deutschland eingeflogenen verwundeten Soldaten aus der Ukraine – und er ist besorgt. Der Direktor des Instituts für Infektionsmedizin und Krankenhaushygiene am Universitätsklinikum Jena sorgt sich nicht nur um seine verletzten Patienten, sondern auch um das, was sie aus dem Krieg mitbringen: gegen nahezu alle Antibiotika resistente Bakterien. Die Behandlung seiner Patienten werde damit zur „therapeutischen Herausforderung“, sagt er.

Die Verletzten in Pletz' Klinikum werfen allerdings nur ein besonders dramatisches Schlaglicht auf ein Problem, das die Medizin seit Jahren beschäftigt. „Antimikrobielle Resistenz mag nicht so dringend erscheinen wie eine Pandemie, aber sie ist genauso gefährlich“, mahnte Tedros Adhanom Ghebreyesus, Generaldirektor der Weltgesundheitsorganisation (WHO), zuletzt im November und nannte sie „eine der größten Gesundheitsbedrohungen unserer Zeit.“ Das Perfide an dieser „stillen Pandemie“, wie die WHO Antibiotikaresistenzen seit 2021 nennt, ist, dass sie so schwer zu erfassen und zu quantifizieren ist. Denn auf den Totenscheinen der Menschen, die ihnen erliegen, steht nicht Antibiotikaresistenz als Todesursache. Sie gehen wegen diverser Erkrankungen ins Krankenhaus – für eine geplante Operation, nach einem Unfall oder wegen irgendeiner anderen Erkrankung. Im Krankenhaus erst kommen sie mit den resistenten Keimen in Kontakt. Besonders groß ist das Risiko für Ältere und Immungeschwächte wie Krebspatienten.

Weltweit gehen pro Jahr rund 1,3 Millionen Todesfälle direkt auf antimikrobielle Resistenz zurück, schätzt das Institut für Health Metrics und Evaluation. In der Europäischen Union zusammen mit Norwegen, Island und Liechtenstein sind

es laut der ECDC (Europäisches Zentrum für die Prävention und Kontrolle von Krankheiten) jedes Jahr mehr als 35 000. Tendenz steigend. In Deutschland kalkuliert das Robert-Koch-Institut (RKI) jährlich bis zu 9700 resistenzbedingte Todesfälle. Wenn sich nichts ändert, könnten bis 2050 weltweit jedes Jahr 10 Millionen Menschen an Infektionen mit resistenten Bakterien sterben, schätzte eine britische Forschergruppe bereits 2014.

DIE LAGE IN DEUTSCHLAND

Dabei ist die Lage in Deutschland noch relativ gut, insbesondere im globalen Vergleich. So hat das Robert Koch-Institut (RKI) hierzulande rückläufige oder gleichbleibende Resistenzraten bei einigen der wichtigsten Krankenhauskeime beobachtet. Am stärksten sank der Anteil des berühmt-berüchtigten MRSA. MRSA steht für Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus* – wird jedoch umgangssprachlich häufig als „multiresistenter“ *Staphylococcus aureus* verwendet. In allen geprüften *S.-aureus*-Proben sei der Anteil an MRSA in den letzten 15 Jahren von 20 auf sechs Prozent gesunken, sagte Tim Eckmanns, der am RKI das Fachgebiet Nosokomiale Infektionen, Surveillance von Antibiotikaresistenz und -verbrauch leitet.

Auch bei multiresistenten Stämmen, die Vertreter von gleich mehreren Antibiotikafamilien auf einmal austricksen können (siehe Kasten auf S. 77) – und die ganz oben auf der WHO-Liste der zu priorisierenden resistenten Bakterien stehen –, schwankten die Resistenzraten meist im niedrigen einstelligen Prozentbereich. Etwa bei *Acinetobacter baumannii*,

ein Krankenhauskeim, der vor allem bei Krebs- und Verbrennungspatienten schwere Atemwegsinfekte und Hirnhautentzündungen auslöst. 30 bis 75 Prozent der Betroffenen sterben an dieser Infektion. Und nur knapp ein Prozent des Krankenhauskeims *Klebsiella pneumoniae*, der die meisten Lungenentzündungen in Kliniken verursacht, kann auch Reserve-Antibiotika-Familien entkommen. Diese Reserve-Antibiotika sind bei schweren Infektionen mit resistenten Erregern die letzte Option, auf die die behandelnden Ärztinnen und Ärzte zurückgreifen können. Sie werden besonders gezielt eingesetzt, um die Resistenzentwicklung hinauszuzögern.

„Es wäre allerdings fatal, Entwarnung zu geben“, warnt Eckmanns. Denn trotz dieser Erfolge ist bei einigen resistenten Erregern jede fünfte Antibiotika-Therapie erfolglos.

Es ist ein empfindliches Gleichgewicht, das sich in deutschen Kliniken zwischen den resistenten Keimen, dem auf Hygiene gedrillten Personal und den Arzneimittelschränken eingestellt hat. Wie schnell sich eine neue Resistenz in Kliniken ausbreiten kann, wenn infizierte Patienten nicht schnell genug entdeckt werden und die Hygienemaßnahmen im stressigen Arbeitsalltag zu locker gehandhabt werden, erfuhr Italien vor zehn Jahren: Von 2010 bis 2013 schoss der Anteil der Infektionen mit Klebsiellen, die auch gegen Reserve-Antibiotika resistent sind, von zwei auf 30 Prozent – und verharrt seitdem dort. Auf Deutschland umgerechnet würde dies bedeuten, dass es statt der jährlichen etwa 500 Infektionen mit multiresistenten Klebsiellen zu 15 000 Infektionen käme.

„Wir brauchen eine Bündelstrategie“, sagt Pletz. Die Antibiotika, die derzeit zur Verfügung stehen, müssen klug eingesetzt werden und „deswegen brauchen wir mehr Experten“. Aber auch ohne neue Substanzen werde es nicht gehen.

Die Entwicklung neuer Antibiotika ist jedoch nicht nur langwierig und teuer, sondern auch schwierig. Nicht selten haben neue, vielversprechende Substanzen dann doch ernsthafte Nebenwirkungen. 60 Jahre ist es her, dass eine neue Antibiotika-Klasse in die Klinik eingeführt wurde: Fluorchinolone, sogenannte Gyrasehemmer, die die DNA-Synthese der Bakterien hemmen.

Deshalb sind derzeit nicht-konventionelle Antibiotika-Alternativen im Aufwind. Am weitesten vorangeschritten ist die Entwicklung von Viren, die Bakterien abtöten (Bakteriophagen). Populär ist auch die Antivirulenz-Strategie: Kann man Bakterien nicht umbringen, lässt sich vielleicht ihre krankmachende Superkraft schwächen oder gar ausschalten, sodass das Immunsystem wieder die Kontrolle über die Infektion erlangen kann. Umgekehrt zielen Ansätze, die das Immunsystem beeinflussen, darauf ab, die Körperabwehr gezielt gegen Bakterien zu stärken.

„Es gibt aber auch durchaus neue, spannende Antibiotika“, sagt Pletz. Ein Beispiel sei das Dalbavancin, das etwa bei einer Knocheninfektion gut

Weltweit gehen pro Jahr rund 1,3 Millionen Todesfälle direkt auf antimikrobielle Resistenz zurück. Tendenz steigend.

einsetzbar ist. Diese treten vor allem bei Knie- oder Hüftimplantaten auf. Die Herausforderung sind dabei besonders die hartnäckigen Biofilme, die sich auf dem Implantatmaterial bilden. Diese Biofilme sind Lebensgemeinschaften unzähliger Bakterien, die sich in einer schleimigen Matrix vor Angreifern wie dem Immunsystem oder eben Antibiotika schützen. Patienten brauchen erst eine Dalbavancin-Infusion und eine Woche später eine weitere, um für bis zu vier Wochen einen ausreichenden Antibiotika-Spiegel im Blut zu haben. Weil es aber teuer ist, werde es trotzdem zu selten eingesetzt.

ENTWICKLUNG IST UNRENTABEL

Nötig wäre ein stetiger Strom neuer Antibiotika auf den Markt. „Allerdings hat sich Big Pharma größtenteils zurückgezogen“, sagt Dirk Bumann von der Universität Basel. Der Nachschub droht nicht nur zu versiegen – Experten halten die Pipeline faktisch für unterbrochen. Für große Pharmaunternehmen, die die kompletten Entwicklungskosten stemmen können, rentiert sich die Entwicklung nicht mehr. Das hat zwei Gründe: Erstens bilden Bakterien häufig schon im Jahr der Markteinführung Resistenzen gegen die neuen Wirkstoffe aus, sodass die Unterneh-

Um die Wirkung von Antibiotika zu testen, werden auf dem roten Nährmedium Bakterien aufgetragen – die darauf eigentlich gut wachsen. Die weißen Filterpapiere sind mit Antibiotika getränkt. Je größer der klare Hof um das Papier, desto wirksamer ist das Antibiotikum.

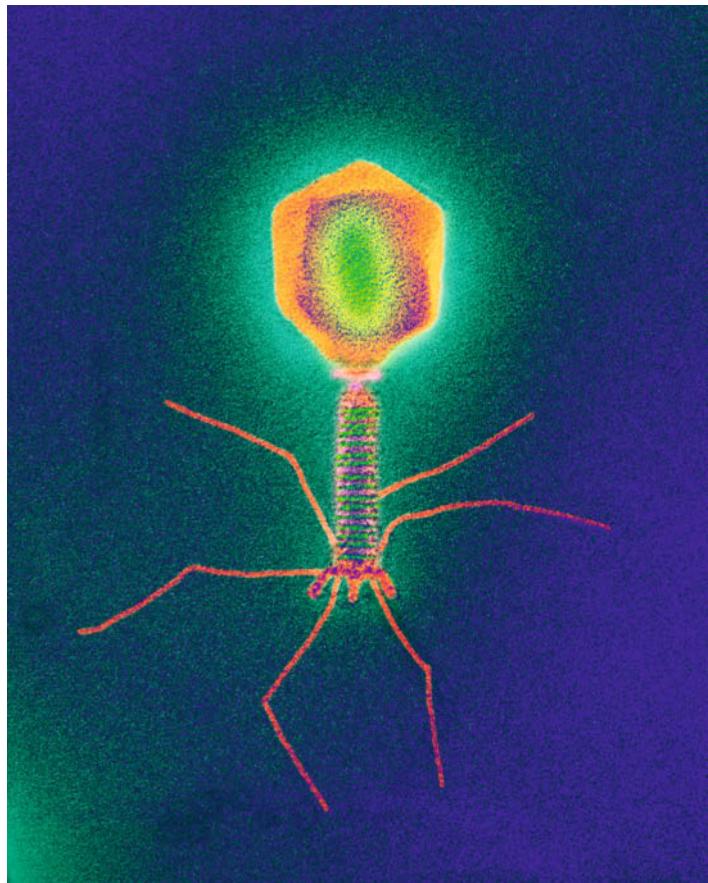


men die Entwicklungs- und Zulassungskosten von mehreren Millionen Euro nicht wieder einfahren können. Zweitens passiere angesichts der Resistenzgefahr laut Pletz beim Markteintritt neuer Antibiotika oft Folgendes: „Wir Infektiologen freuen uns über die neuen Substanzen und sagen: ‚Super, die legen wir jetzt ganz weit nach hinten als Reserve für bestimmte multiresistente Erreger, weil wir sie nicht verbrennen wollen.‘“ So aber laufe die Sanduhr des Patentschutzes ab und die Entwicklungskosten amortisieren sich ebenso wenig.

Deshalb werden neue finanzielle Anreizsysteme diskutiert. Industrie und Wirtschaftsprüfer favorisieren ein Gutschein-System (Voucher). Wird ein Antibiotikum nach der Zulassung kaum eingesetzt, bis der Patentzyklus abgelaufen ist, dann darf das entwickelnde Unternehmen das Patent für einen ihrer Blockbuster verlängern. Das wird laut Pletz gerade auf europäischer Ebene geprüft. Alternativ wird über eine Verlängerung des Patentschutzes und über eine Vorhaltepauschale nachgedacht.

Trotz dieser Erfolge ist bei einigen resistenten Erregern jede fünfte Therapie erfolglos.

Vor Virusinfektionen bleiben nicht einmal Bakterien verschont. Bakteriophagen – auf Bakterien spezialisierte Viren – könnten künftig helfen, menschliche Infektionen mit diesen Bakterien zu bekämpfen.



© Copyright by Heise Medien.

Auch für kleinere und mittlere Unternehmen – die Haupttreiber der frühen Entwicklungsstufen – gibt es neue Möglichkeiten. Vor allem Start-ups können sich meist nur über Risikokapital finanzieren, das bislang an schnelle Erfolge gekoppelt war. „Das ganze Ökosystem hat sich aber stark geändert, weil das als Problem erkannt wurde und große öffentliche Fördertöpfe aufgemacht wurden“, sagt Bumann. In der EU gibt es zum Beispiel das Innovative Medicines Initiative Programme (IMI) und GARD P. Dazu wurden die weltweiten Fördertöpfe CARB-X und BARDA eingerichtet sowie private Stiftungen wie die des dänischen Konzerns Novo Nordisk. Davon könnten auch akademische Forschungsgruppen wie Bumanns profitieren, deren Forschungsmittel bisher nur für die Frühentwicklung reicht. Der Experte erforscht mit seinem Team etwa, warum Bakterien, die im Labor erfolgreich von Antibiotika vernichtet werden, im Körper der gleichen Wirkung entgehen.

Über diese Fördertöpfe läuft teilweise auch die Finanzierung von Antibiotika-Alternativen wie den Phagen. Diese sind natürliche Feinde von Bakterien und haben sich in Co-Evolution mit ihren Opferspezies entwickelt. Auf ihnen ruhen große Hoffnungen, weil sie im Idealfall extrem gut zu einem Problembakterium passen und sich über die Kombination mehrerer Phagen eine Resistenzbildung minimieren lässt. Bislang gibt es allerdings nur spektakuläre Einzelfallerfolge, aber kaum aussagekräftige, kontrollierte Studien, die ihre Wirksamkeit überzeugend belegen.

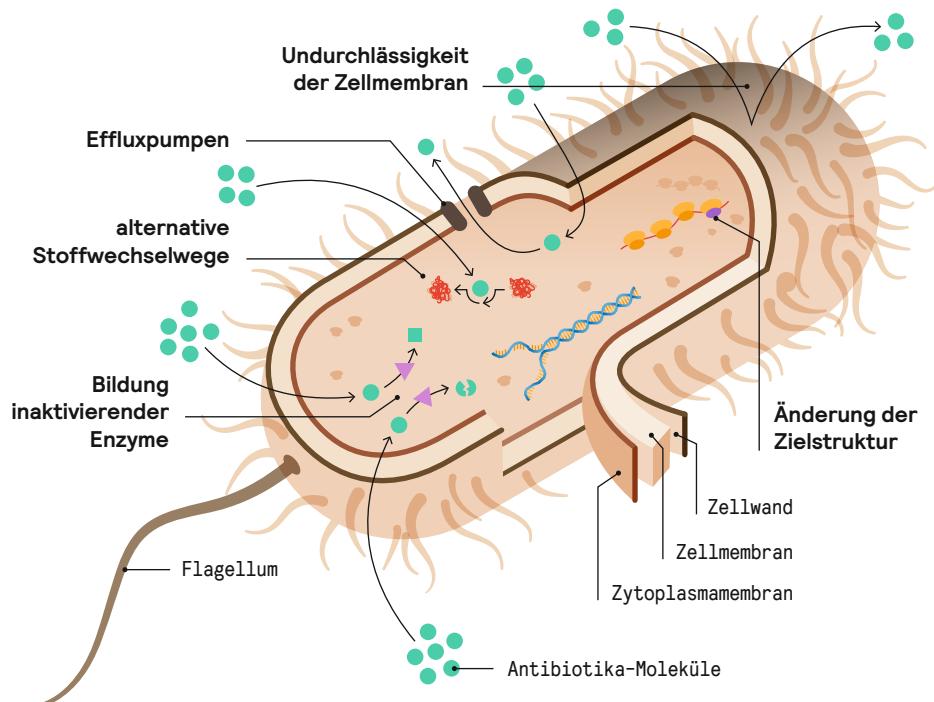
RAFFINIERTERE BAKTERIENFRESSER

Die könnten demnächst verstärkt kommen. Denn die Phagen-Entwicklung boomt und eine wachsende Anzahl von Unternehmen liefert Lösungen über die bisher praktizierte reine Paarung von Phagen-Cocktails und Problembakterien hinaus. Cytophage Technologies aus Kanada zum Beispiel entwickelt mit Chirurgen vom Ottawa Hospital und der Québecer Université Laval Phagen, die gemeinsam mit Antibiotika Biofilme zersetzen und die darunter eingiegelten Bakterien abtöten.

In Großbritannien stattet Phico Therapeutics seine Phagen-Cocktails mit einem Gen für ein säurelösliches Sporenprotein namens SASP aus. Nehmen die Bakterien das Gen auf und stellen das Protein her, blockiert es ihre DNA. Das soll auch dann funktionieren, wenn sie die Phagen-DNA zerlegen können, sagte Phico-Geschäftsführerin Heather Fairhead dem Magazin *Genetic Engineering & Biotechnology News*. Möglich ist das etwa mit ihrem natürlichen CRISPR/Cas-System. (Was wir heute als Genschere kennen und nutzen, war ursprünglich ein Abwehrmechanismus von Bakterien gegen Feinde – ein bakterielles Immunsystem sozusagen.)

Nachdem Laborversuche auf eine gute Durchschlagskraft selbst bei MRSA hinwiesen, will das Unternehmen seine Phagen noch dieses Jahr in ei-

RESISTENZMECHANISMEN



Bakterien haben unterschiedliche Schutzmechanismen gegen Antibiotika entwickelt. Verschiedene Bakterien verfügen über unterschiedliche Abwehrtricks, die durch Mutationen entstehen. Ihre Widerstandskräfte vererben sie an ihre Nachkommen und können sie auch per Erbgut-Tausch teilweise sogar artübergreifend weitergeben. Viele Bakterien sind nur gegen Vertreter einzelner Antibiotika-Klassen resistent. Manche aber können gleichzeitig mehrere Gruppen entgehen.

Antibiotika und Resistzenzen gegen sie sind mitnichten neu. Antibiotika sind natürliche biochemische Waffen von Bakterien und Pilzen, die sich damit gegen andere Bakterien wehren. Mutiert aber das Erbgut von auch nur einem der Opfer, sodass es unempfindlich gegen die Waffe wird – oder sie zerlegen kann –, ist eine Resistenz entstanden. Dieser Keim entwickelt sich dann weiter, während nicht mutierte Artgenossen sterben.

Bei einer Infektion überleben stets ein paar Bakterien die Antibiotika-Behandlung. Mit diesen wenigen Bakterien kommt die Immunabwehr zurecht. Nehmen Patienten allerdings das Antibiotikum nicht lange genug ein oder war die Dosis nicht hoch genug,

haben viele Bakterien die Chance, an dem Antibiotikum zu üben, wie sie seiner Wirkung ausweichen können. Die Abwehrmechanismen der Bakterien sind dabei sehr kreativ:

Effluxpumpen: Die Bakterien schleusen das Antibiotikum über Pumpen aus der Zelle.

Alternative Stoffwechselwege: Hemmt das Antibiotikum die Bildung eines lebenswichtigen Stoffes im Bakterium, entwickelt das Bakterium einen alternativen Weg, um diesen Stoff doch herzustellen.

Inaktivierende Enzyme: Das Bakterium entwickelt Biokatalysatoren, die die chemische Struktur des Antibiotikums verändern und damit unwirksam machen. Oder sie spalten das Antibiotikum gleich auf.

Zellmembran: Das Bakterium verändert die Struktur seiner Zellmembran, sodass das Antibiotikum gar nicht eindringen kann.

Änderung der Zielstruktur: Viele Antibiotika wirken, indem sie an ein Biomolekül des Bakteriums binden. Eine Ausweichstrategie der Bakterien ist, diese Zielstruktur zu verändern, sodass das Antibiotikum keine Andockstelle im Bakterium findet.

FAMILIENBANDE

Antibiotikum schädigt	Antibiotika-Klasse (erster klinischer Einsatz)	Beispiel-Wirkstoff	Resistente Bakterien der WHO-Prioritätenliste
Zellwand-Synthese	Penicilline (1943) Glykopeptide (1958) <u>Beta-Laktame:</u> Cephalosporine (1964) Carbapeneme (1985) Monobactame (1986) Lipopetide (2003)	Penicillin, Methicillin, Ampicillin Vancomycin Cephalosporin C Carbapenem Aztreonam Daptomycin	Streptococcus pneumoniae, Staphylococcus aureus, Haemophilus influenzae, Enterococcus faecium, Neisseria gonorrhoeae, Acinetobacter baumannii, Pseudomonas aeruginosa, Enterobacteriaceae
Protein-Synthese	Tetrazykline (1948) Amphenicole (1949) Makrolide (1952) Pleuromutiline (2007)	Tetrazyklin Chloramphenicol Clarithromycin Pleuromutolin	<i>Helicobacter pylori</i>
DNA- / RNA-Synthese	Nitrofurane (1953) Chinolone (1962)	Fluorochinolon	Campylobacter, <i>Salmonella</i> spp., <i>Shigella</i> spp.
Folsäure-Synthese	Diaminopyrimidine	Trimethoprim	-
Zellmembran	Polymyxine (1959)	Colistin	-

Antibiotika werden gemäß ihrer chemischen Struktur in verschiedene Klassen gruppiert. Welchen der fünf grundlegenden Wirkmechanismen sie nutzen, um Zielbakterien zu schädigen, zeigt die Tabelle an Beispielen wichtiger Antibiotika-Klassen. Sie führt auch auf, gegen welche Wirkstoffe jene 12 Bakterien resistent sind, die die WHO 2017 als dringlichste Zielkandidaten für neue Antibiotika erklärt hat.

ner ersten klinischen Studie – intravenös verabreicht – auch gegen das resistente Lungenbakterium *Pseudomonas aeruginosa* testen. Das verursacht bei beatmeten Patienten häufig Lungenentzündungen.

Phagen-Therapien stünden allerdings vor einer regulatorischen Hürde, sagt Pletz. Denn es sei ungeklärt, ob sie als maßgeschneiderte Arzneimittel jeweils einzeln zugelassen werden müssten oder ob sie auch als Probiotika eingestuft werden könnten und damit weniger strenge Auflagen erfüllen müssten. Ein Vorbild könnte die in Belgien eingeführte „magistrale Anwendung“ sein, bei der von Ärzten und Mikrobiologen ausgewählte Stämme in der Apotheke als Einzel- oder Kombinationspräparat zusammengestellt werden dürfen.

WENN ABTÖTEN NICHT Klappt

Ein anderer Ansatz könnte das Resistenzbildungsproblem gänzlich umgehen: Krankheitserregende Bakterien gar nicht erst umbringen zu wollen. Denn nur, wenn das Leben von Bakterien bedroht wird, wehren sie sich mit Resistenzmechanismen – nicht aber, wenn lediglich ihre

Für Pharmaunternehmen, die die Entwicklungskosten stemmen können, rentiert sich die Entwicklung nicht mehr.

krankmachenden Eigenschaften blockiert werden. Das haben französische Ärzte 2019 in einer kleinen Pilotstudie mit 19 Patienten mit einer schweren, von Pneumokokken verursachten Lungenentzündung probiert – in dem Fall zusätzlich zu Antibiotika. Vor allem in frühen Infektionsphasen erzielten sie mit der Blockade eines von den Pneumokokken abge-

sonderten Pneumokokken-Zellgiftes gute Ergebnisse.

„Es hat konzeptionell große Vorteile, weil die anderen Bakterien in unserem Körper, zum Beispiel in der Darmflora oder Hautflora, davon nicht beschädigt würden“, sagt Bumann. Allerdings hätten die meisten Verbindungen ein sehr enges Erregerspektrum. Außerdem sei die Zulassung kompliziert, weil einfache Tests für Wachstumshemmung, anders als bei konventionellen Antibiotika, hier nicht funktionierten.

Das offenbart eine der Hauptschwierigkeiten beim Kampf gegen die Resistzenzen: Forschung, Entwicklung und Zulassung sind seit der Erfindung des Penicillins geradlinig auf die Vernichtung von Bakterien durch chemische Wirkstoffe ausgerichtet. Wir waren zu lange davon überzeugt, mit Antibiotika den Kampf gegen die Keime gewonnen zu haben. In der Krebsforschung haben Forschende und Behörden bereits umgedacht – individualisierte, maßgeschneiderte Behandlungen haben ihren Weg in die Zulassungsstellen gefunden. Mit Phagen, Immunmodulatoren und Strategien, wie der französischen gegen Zellgifte, geht die Infektionsforschung die ersten Schritte in diese Richtung. ●

Mac & i Wissen erfahren



Neue Apple-Geräte nicht ohne SwiftUI

Dieses 120-minütige Webinar vermittelt Ihnen die grundlegenden Konzepte von SwiftUI und setzt einen Schwerpunkt auf den praktischen Einsatz.

01.03.2023

Enthalten in Mac & i PRO

Webinar



Welche neuen Datenschutzfunktionen bietet Apple?

Es geht um Themen wie Differential Privacy, App-Datenschutzbericht und die Bedeutung von Begriffen wie „Hide my E-Mail“ oder „iCloud-Private-Relay“

28.03.2023

Enthalten in Mac & i PRO

Webinar



iPads in Schulen

Tablets sind aus der modernen Schule nicht mehr wegzudenken. Erfahren Sie alle wichtigen Aspekte, um Apple-Geräte auf einfache Art und Weise bereitzustellen und sie anschließend von zentraler Stelle aus zu verwalten.

März 2023

Workshop

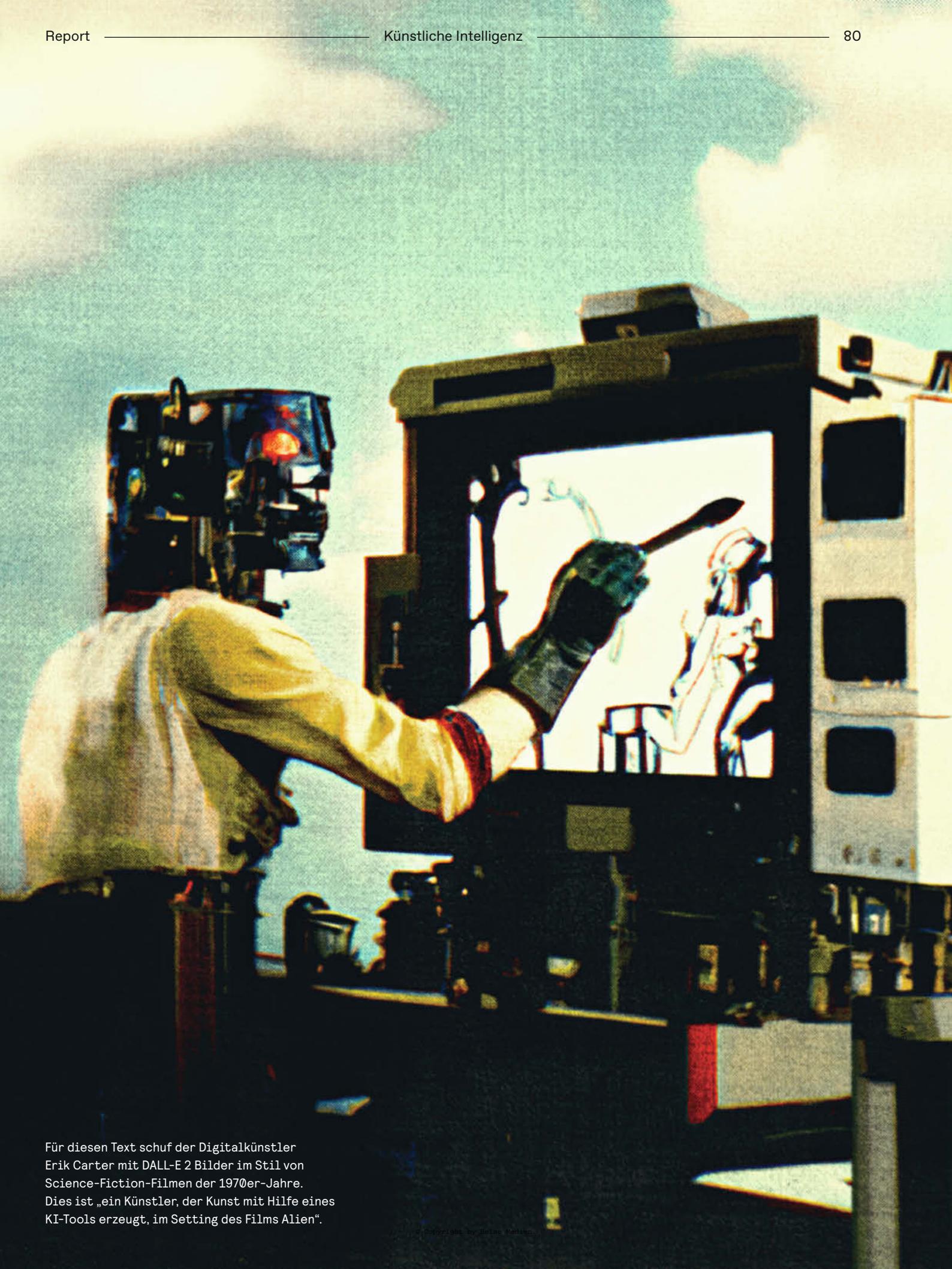


Mobile Apps mit Flutter

Lernen Sie mobile Apps mit Flutter zu entwickeln. Neben dem Einrichten der Toolchain und den Grundlagen der App-Programmierung, führt Sie der Workshop durch die Praxis der App-Entwicklung.

25. – 26.04.2023

Jetzt Frühbucher-Rabatt sichern: heise-events.de



Für diesen Text schuf der Digitalkünstler Erik Carter mit DALL-E 2 Bilder im Stil von Science-Fiction-Filmen der 1970er-Jahre. Dies ist „ein Künstler, der Kunst mit Hilfe eines KI-Tools erzeugt, im Setting des Films Alien“.

Künstlerische Intelligenz

2022 haben Bild- und Textgeneratoren das Internet erobert. Das ist der Beginn einer KI-Revolution, die mehr als hübsche Bilder generiert. Sie stellt die Branche der Kreativ-Schaffenden auf den Kopf. – Will Douglas Heaven (Übersetzung: Wolfgang Stieler)

Ende 2021 spielte ein kleines Team von Forschern in den Büros von OpenAI in San Francisco mit einer Idee herum. Sie hatten eine neue Version eines Text-Bild-Modells entwickelt. DALL-E ist eine KI, die kurze schriftliche Beschreibungen in Bilder umwandelt: einen von Van Gogh gemalten Fuchs vielleicht oder einen Corgi aus Pizza. Jetzt mussten sie nur noch herausfinden, was sie damit anfangen könnten.

Als sie an dem Modell tüftelten, wurde allen Beteiligten schnell klar, dass dies etwas Besonderes war. Aber niemand konnte vorhersehen, wie viel Aufsehen dieses Produkt erregen würde. „Dies ist die erste KI-Technologie, bei der normale Menschen Feuer und Flamme sind“, sagt Sam Altman, Mitbegründer und CEO von OpenAI.

Dall-E 2 wurde im April 2022 veröffentlicht. Im Mai kündigte Google zwei eigene Text-zu-Bild-Modelle an (ohne sie jedoch zu veröffentlichen): Imagen und Parti. Dann kam Midjourney, ein Text-zu-Bild-Modell für Künstler. Und im August machte das britische Start-up Stability AI das Open-Source-Modell Stable Diffusion kostenlos der Öffentlichkeit zugänglich.

Die Resonanz war überwältigend: OpenAI verzeichnete in nur 2,5 Monaten eine Million Nutzer. Mehr als eine Million Menschen begannen in weniger als der Hälfte dieser Zeit, Stable Diffusion über den kostenpflichtigen Dienst Dream Studio zu nutzen; viele weitere nutzten Stable Diffusion über Apps von Drittanbietern oder installierten die kostenlose Version auf ihren Computern. Im Oktober

„Dies ist die erste KI-Technologie, bei der normale Menschen Feuer und Flamme sind.“

folgte dann Runde zwei: eine Reihe von Text-zu-Video-Modellen von Google, Meta und anderen, die kurze Videoclips, Animationen und 3D-Bilder erstellen können.

EINE MAGISCHE REVOLUTION

Im Moment befinden sich vor allem Künstler und Kreative inmitten des größten Umbruchs seit einer Generation. Einige kämpfen mit juristischen Mitteln, weil Entwickler Bilder der Künstler ohne deren Zustimmung für das Training ihrer Modelle verwendet haben. Die Anwaltskanzlei Joseph Saveri und der Autor Matthew Butterick beispielsweise haben eine Sammelklage gegen den Stable-Diffusion-Entwickler Stability AI, Midjourney und Deviantart eingereicht.

Die großen Bildagenturen positionieren sich unterschiedlich: Getty hat KI-generierte Bilder verboten. Shutterstock hat einen Vertrag mit OpenAI unterzeichnet, um DALL-E in seine Website einzubinden, und einen Fonds zur Entschädigung von Künstlern angekündigt, deren Arbeiten zum Training der Modelle verwendet wurden.

Don Allen Stevenson III, ein Digitalkünstler, der in Studios für visuelle Effekte wie DreamWorks gearbeitet hat, sagt, „für technisch ausgebildete Leute wie mich ist das sehr beängstigend“ und es habe ihn im ersten Monat in eine existenzielle Krise gestürzt. Während einige noch immer unter dem Schock leiden, haben viele – darunter auch Stevenson – Wege

gefunden, mit diesen Werkzeugen zu arbeiten und ihre eigenen kreativen Fähigkeiten damit zu verstärken.

Für Chad Nelson, der an Videospielen und Fernsehsendungen mitgearbeitet hat, sind Text-zu-Bild-Modelle ein einmaliger Durchbruch. „Mit dieser Technologie kommt man innerhalb von Sekunden von der Idee im Kopf zu einer ersten Skizze“, sagt er. „Die Geschwindigkeit, mit der man kreieren und erforschen kann, ist revolutionär – mehr als alles, was ich in 30 Jahren erlebt habe.“

Paul Trillo, ein kalifornischer Digital- und Videokünstler, glaubt, dass die Technologie die Arbeit sogar vereinfacht. „Die Leute fürchten, es sei der Tod der Effektkünstler oder Modedesigner“, sagt er. „Ich glaube nicht, dass es der Tod von irgendetwas ist. Ich denke, es bedeutet, dass wir nicht mehr nachts und am Wochenende arbeiten müssen.“

Nelson ist überzeugt, dass da noch mehr kommen wird und die Technologie

nicht nur von Mediengiganten, sondern auch von Architektur- und Designbüros übernommen wird. „Im Moment ist es so, als hätte man einen kleinen Zauberkasten“, sagt er. Das sei toll, wenn man einfach nur Bilder erzeugen wolle, aber nicht, wenn man einen kreativen Partner brauche. „Wenn ich möchte, dass es Geschichten erzählt und Welten erschafft, braucht es viel mehr Bewusstsein für das, was ich tue“, sagt er. Doch genau das sei das Problem: Die Modelle haben keine Ahnung, was sie tun.

DAS INNERE DER BLACKBOX

Wie ahnungslos die KI ist, wird jedem ziemlich schnell klar, der anfängt, mit Bildgeneratoren herumzuspielen. Man gibt eine kurze Beschreibung ein – einen Prompt – und wartet dann ein paar Sekunden, bis die Software eine Handvoll Bilder liefert, die – mehr oder weniger – zu dieser Aufforderung passen.

Entspricht das Bild nicht den eigenen Vorstellungen, muss man den Text ändern. Allerdings ist die Beziehung zwischen Beschreibung und Bild nur sehr indirekt – Prompts für detaillierte Bilder können mehrere Hundert Wörter umfassen. Das Ringen um die richtigen Worte ist inzwischen zu einer wertvollen Fähigkeit geworden. Es sind sogar Online-Marktplätze entstanden, auf denen Prompts gehandelt werden.

Text-Bild-Modelle bestehen aus zwei Hauptkomponenten: einem neuronalen Netzwerk, das darauf trainiert ist, ein Bild mit einem Text zu verbinden, der dieses Bild beschreibt, und einem weiteren, das darauf trainiert ist, Bilder von Grund auf zu erzeugen. Die Idee ist, das zweite neuronale Netz dazu zu bringen, ein Bild zu erzeugen, das das erste neuronale Netz als Übereinstimmung mit der Aufforderung akzeptiert.

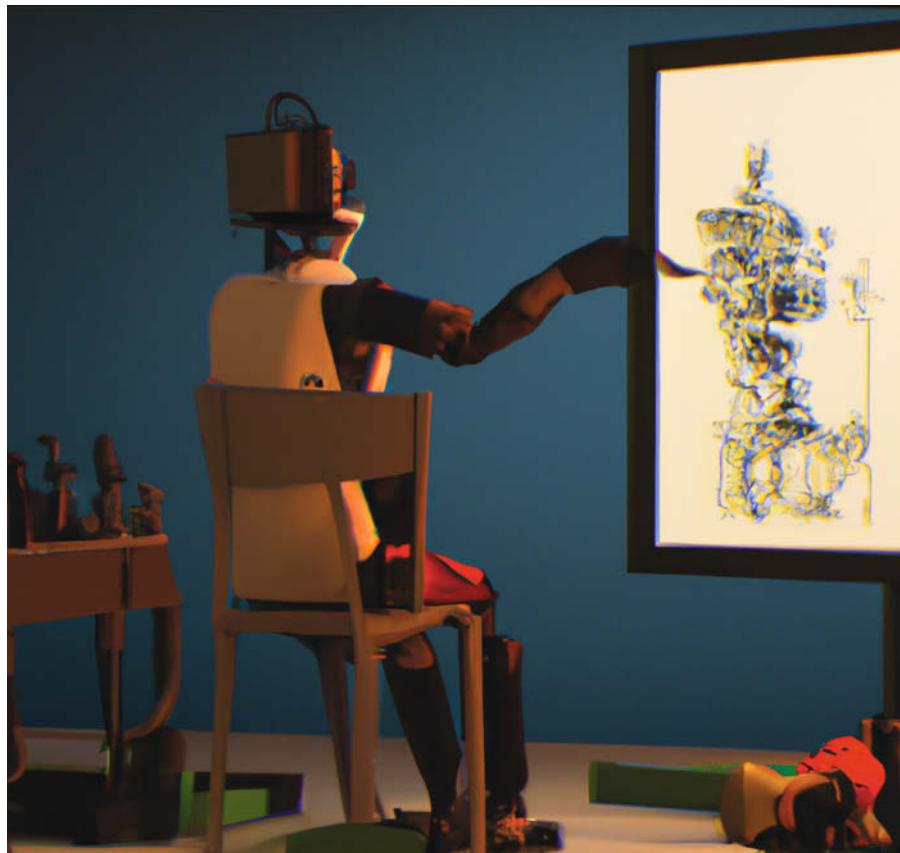
Der große Durchbruch bei den neuen Modellen liegt darin, wie die Bilder erzeugt werden. DALL-E 2 verwendet ein sogenanntes Diffusionsmodell. Diffusionsmodelle sind neuronale Netzwerke, die darauf trainiert sind, das Pixel-Rauschen aus Trainingsbildern zu entfernen.

Dazu werden Bilder in vielen Schritten jeweils um ein paar Pixel verändert, bis die ursprünglichen Bilder gelöscht und nur noch zufällige Pixel übrig sind. „Wenn man das tausendmal macht, sieht das Bild irgendwann so aus, als hätte man das Antennenkabel aus dem Fernseher gezogen – es ist einfach nur Schnee“, sagt Björn Ommer, der an der Universität München an generativer KI arbeitet. Er hat das Diffusionsmodell mitentwickelt, mit dem Stable Diffusion jetzt arbeitet.

Das neuronale Netz wird dann darauf trainiert, diesen Prozess umzukehren und vorherzusagen, wie die weniger verpixelte Version eines bestimmten Bildes aussehen würde. Das Ergebnis ist, dass das Diffusionsmodell, wenn man ihm ein Durcheinander von Pixeln vorgibt, versucht, ein etwas saubereres Bild zu erzeugen. Wenn man das bereinigte Bild wieder einfügt, wird das Modell ein noch saubereres Bild erzeugen – so lange, bis das Modell vom Fernsehschnee bis zu einem hochauflösenden Bild zurückgerechnet hat.

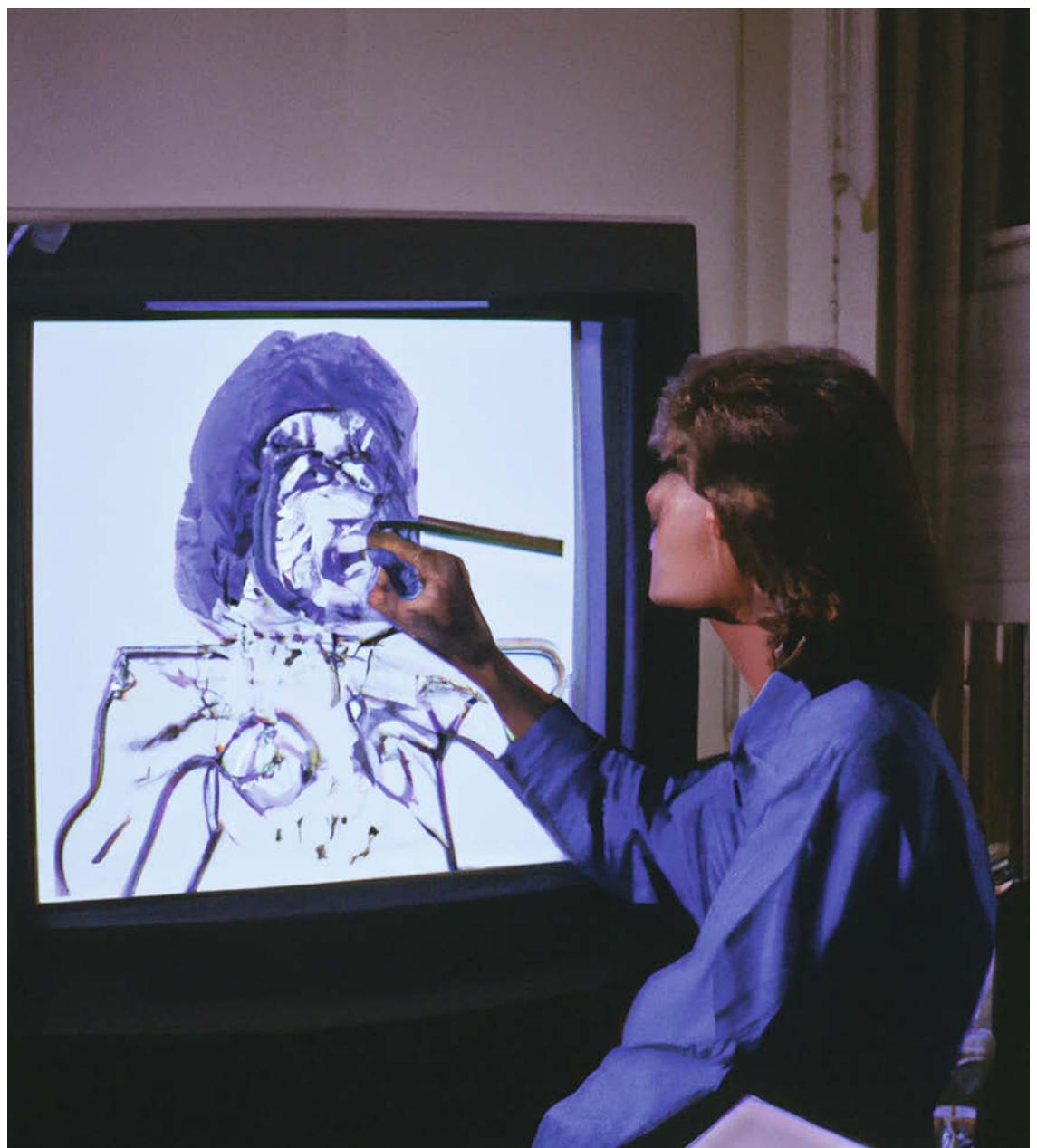
Der Trick bei Text-Bild-Modellen besteht darin, dass dieser Prozess durch das Sprachmodell gesteuert wird. Das versucht, eine Eingabeaufforderung mit

Bildgeneratoren akzeptieren auch Bilder als Eingabe. Dieses Bild hier wurde produziert, indem Carter der Software das Digitalkünstlerbild aus Alien als Prompt vorgab.



© Copyright by Heise Medien.

„Mit dieser Technologie kommt man innerhalb von Sekunden von der Idee zu einer ersten Skizze.“



Nachdem die Software Bilder geliefert hat, arbeitet der Künstler Erik Carter sie von Hand nach, um die Bilder realistischer aussehen zu lassen. Denn noch produziert die KI zahlreiche Artefakte.

den Bildern abzugleichen, die das Diffusionsmodell erzeugt. Dadurch wird das Diffusionsmodell auf Bilder gelenkt, die nach Ansicht des Sprachmodells eine gute Übereinstimmung darstellen.

BEGRENzte KREAtIVITÄT

Was die grundlegende Intelligenz betrifft, so sind Text-Bild-Modelle allerdings nicht schlauer als die sprachgenerierenden KIs, die ihnen zugrunde liegen. Tools wie GPT-3 und Googles PaLM registrieren Textmuster, die aus den vielen Milliarden Dokumenten, auf denen sie trainiert wurden, aufgenommen wurden. In ähnlicher Weise reproduzieren DALL-E und Stable Diffusion Assoziationen zwischen Text und Bildern, die in Milliarden von Online-Beispielen gefunden wurden.

Werden die Modelle in der Lage sein, wirklich eigenständig kreativ zu arbeiten? Um diese Frage zu beantworten, ist es notwendig, Kreativität zu definieren. Viele greifen in dieser Frage auf eine Definition von Margaret Boden zurück, einer einflussreichen KI-Forscherin und Philosophin an der University of Sussex, Großbritannien, die das Konzept auf drei Schlüsselkriterien reduziert: Um kreativ zu sein, muss eine Idee oder ein

Artefakt neu, überraschend und wertvoll sein.

Legt man diese Definition zugrunde, könnte man die Ergebnisse von Bildgeneratoren durchaus als kreativ bezeichnen. Amy Smith, die sich an der Queen Mary University London mit Game Designs und Creative Computing beschäftigt, setzt Bildgeneratoren ein, um Motive für Tattoos zu entwickeln. „Es ist ganz klar, dass in diesen Bildern eine Innovation steckt, die nicht durch menschliche Eingaben gesteuert wird“, sagt sie. „Die Übersetzung von Text zu Bild ist oft überraschend und wunderschön.“

Allerdings hat Boden Kreativität noch weiter unterschieden: in kombinatorische, explorative und transformatorische Kreativität. Bei der kombinatorischen Kreativität geht es darum, vorhandene Teile neu zu kombinieren. Explorative Kreativität funktioniert abstrakter: Hier geht es darum, Artefakte – Texte, Bilder, eine Skulptur – nach festgelegten Regeln zu schaffen. Ein Bild von einem Haus etwa enthält in der Regel Darstellungen von einem Dach, Mauern, Fenster und Türen.

Ein Modell, das Text in Bilder umwandelt, produziert neue Bilder, die Milliarden von bereits existierenden Bildern ähneln, aber die gelernten Strukturen ab-

wandeln. Insofern spielt es irgendwo zwischen explorativer und kombinatorischer Kreativität.

Transformative Kreativität findet auf einer noch abstrakteren Ebene statt: Hier „spielt“ der Kreative – Mensch oder Maschine – mit den Regeln des kreativen Kochrezeptes, lässt einzelne Regeln aus, erfindet neue oder modifiziert sie. Der „Konzeptraum“, wie Boden das genannt hat, wird dadurch transformiert „und es wird möglich, etwas Neues zu denken, was vorher nicht gedacht werden konnte“.

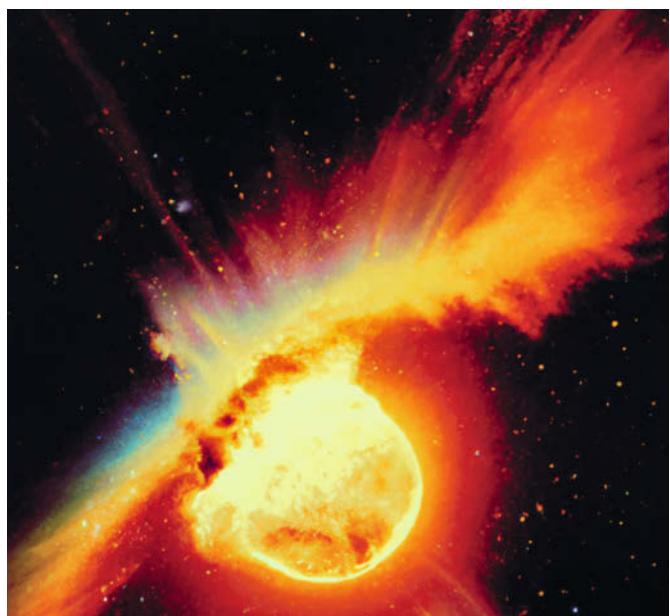
Dafür müssten die Modelle die Welt jedoch so verstehen, wie es Menschen (oder sogar die meisten Tiere) tun. Das ist aber noch lange nicht der Fall. Diese Modelle reagieren auf „Lachs in einem Fluss“ mit einem Bild von zerhackten Filets, die flussabwärts treiben; oder auf „ein Schläger, der über ein Baseballstadion fliegt,“ mit einem Bild von einem fliegenden Säugetier und einem Holzstab.

OpenAI ist fest entschlossen, diese Probleme zu lösen. „Wir wissen bereits, wie wir es zehnmal besser machen können“, sagt Altman. „Es macht Fehler bei logischen Denkaufgaben. Wir werden eine neue Version herausbringen, die alle aktuellen Probleme behebt.“

Der eher metaphorische Prompt „Big Bang“ erzeugte abstrakte, blasenartige Strukturen.



Der Zusatz „Fotografie aus den 1980er-Jahren“ lässt die „Exploration in den Weiten des Weltalls“ realistischer erscheinen.



© Copyright by Heise Medien.

CHAT-GPT FABULIERT

Was Dall-E, Midjourney und Stable Diffusion für Bilder sind, ist ChatGPT für Text: Auf einen Prompt wie „Schreibe mir einen Aufsatz über Energiesparpotenziale in Privathaushalten“ produziert die Software den gewünschten Text. Anders als ihre Vorgängerversionen kann sie zudem mehr Input verarbeiten und ist darauf trainiert, in einem Dialog möglichst sinnvolle Antworten zu liefern – und die Software verhält sich erheblich interaktiver als ihre Vorgängerversionen: Sie kann auf Nachfragen des Users beispielsweise offensichtliche Fehler korrigieren oder auch – bisweilen abenteuerliche – Begründungen für ihre Argumentation abliefern. Der Erfolg war absehbar: Innerhalb von fünf Tagen registrierten sich eine Million Menschen, um die Software nutzen zu können.

Während die einen noch darüber diskutieren, ob ChatGPT nun ein großer Fortschritt oder nur ein nettes Spielzeug sei, machen andere sich die Fähigkeiten der Software bereits zunutze, indem sie sie beispielsweise Hausarbeiten schreiben lassen. Lehrende an Schulen und Hochschulen diskutieren jetzt über die Frage, ob Essay-Aufgaben künftig überhaupt noch einen Wert haben. Denn große Sprachmodelle können nicht nur Texte erstellen, zusammenfassen und Fragen beantworten, sondern auch Passagen so umformulieren, dass ein einfacher Abgleich mit bekannten Quellen nicht mehr ausreicht, um Plagiate zu erkennen.

Microsoft hat angekündigt, die Technologie in seinen Office-Produkten zu verwenden und Schnittstellen für externe Anwendungsentwickler zur Verfügung zu stellen. Mit GPT-4 und LaMDA von Google wird 2023 die Veröffentlichung von mindestens zwei großen Sprachmodellen erwartet, die noch mächtiger sein werden.

Vorerst müssen Autoren und Journalisten allerdings nicht fürchten, massenhaft arbeitslos zu werden. Denn prinzipiell unterliegen die großen Sprachmodelle wie ChatGPT den gleichen Beschränkungen wie die Bildgeneratoren: Da die Software implizit aus vielen verschiedenen Beispielen lernt, aber keine Objekte, Subjekte oder logischen Verknüpfungen kennt, liefert sie zwar oft richtige Antworten, manchmal aber auch nicht. Ähnlich wie das große Sprachmodell Galactica von Meta, das zwar mit wissenschaftlichen Papern trainiert wurde, aber trotzdem so viel Unfug produzierte, dass der Konzern es nach wenigen Tagen wieder offline nahm. Jeder maschinelle Text musste also vor seiner Veröffentlichung auf Korrektheit geprüft werden. Eine Aufgabe, die sich nur sehr bedingt automatisieren lässt.

Nun könnte man meinen, die Lust am Fabulieren und die Fähigkeit, einfach Dinge zu erfinden, würden solche Modelle zu guten Romanautoren machen. Allerdings sind auch die besten und mächtigsten Sprachmodelle nicht in der Lage, eine überzeugende „Backstory“, eine Hintergrundgeschichte, zu entwerfen, denn sie kennen weder Subjekte noch deren Beziehungen untereinander.

Die Backstory ist aber oftmals das Gerüst für erfolgreiche fiktionale Erzählungen, weil sie die Handlung der Figuren aus deren Umfeld und aus früheren Erfahrungen ableitbar macht. Das Modellieren menschlicher Absichten, Wünsche und Vorstellungen im Computer gilt in der KI-Forschung nicht ohne Grund als „hartes Problem“, das seit Jahrzehnten ungelöst ist. – Wolfgang Stieler

Was Dall-E, Midjourney und Stable Diffusion für Bilder sind, ist ChatGPT für Text.

Für Computergrafiken spielt das möglicherweise aber gar keine Rolle. Adobe baut bereits Text-zu-Bild-Generierung in Photoshop ein; Blender, der Open-Source-Cousin von Photoshop, verfügt über ein Stable-Diffusion-Plugin. Und OpenAI arbeitet in Zusammenarbeit mit Microsoft an einem Text-zu-Bild-Widget für Office.

HILFREICHE ASSISTENTEN

Sam Altman sagt, dass er jetzt generierte Bilder in persönlichen Nachrichten verwendet, so wie er früher Emojis verwendet habe. „Einige meiner Freunde machen sich nicht einmal die Mühe, das Bild zu generieren – sie tippen einfach nur die Aufforderung.“

Text-Bild-Modelle sind der Anfang. Generative KI könnte auch dazu verwendet werden, Entwürfe für alles Mögliche zu erstellen, von neuen Gebäuden bis hin zu neuen Medikamenten – Text-to-X. „Die Menschen werden erkennen, dass künftig weder Technik noch das Handwerk Hürden sind, sondern nur noch ihre Vorstellungskraft“, sagt Nelson.

In verschiedenen Branchen werden bereits Computer eingesetzt, um zahlreiche Entwürfe zu erstellen, die dann auf ihre Tauglichkeit überprüft werden. Text-to-X-Modelle würden es einem menschlichen Designer ermöglichen, diesen Generierungsprozess von Anfang an fein abzustimmen, indem er den Computer mit Worten durch unendlich viele Optionen zu den Ergebnissen führt, die nicht nur möglich, sondern auch wünschenswert sind. „Bilder, Video, Audio – letztendlich wird alles generiert werden. Ich glaube, es wird einfach überall durchsickern“, sagt Altman. ●

Brennpunkte der Armut

Extreme Hitze wird künftig immer mehr Menschen töten. Am stärksten sind ärmere Länder betroffen. – Hana Kiros; Grafik: Arthur Mount

(Übersetzung: Veronika Szentpétery-Kessler)

Extreme Hitze ist tödlich. Sie kann die Fähigkeit des Körpers, seine Kerntemperatur bei etwa 37 Grad zu halten, aushebeln. Steigt die Kerntemperatur um deutlich mehr als ein halbes Grad, versucht das Herz-Kreislauf-System, den überhitzenden Körper durch Umleitung des Blutflusses in Arme und Beine zu kühlen. Reicht das nicht aus, steigt die Gefahr für Herzinfarkte und Schlaganfälle. Zudem belastet übermäßig starkes Schwitzen Organe wie die Nieren.

Hitzschlag-Todesfälle werden mit den steigenden Temperaturen des Klimawandels zunehmen. Ärmere Länder werden davon viel stärker betroffen sein, obwohl reichere Länder 90 Prozent der CO₂-Emissionen ausstoßen. Als erste Anerkennung dieser Schieflage einigten sich Staats- und Regierungschefs Ende 2022 auf der Klimakonferenz COP27 auf die Einrichtung eines Kompensationsfonds, mit dem reichere Länder ärmere Länder für Schäden durch den Klimawandel entschädigen.

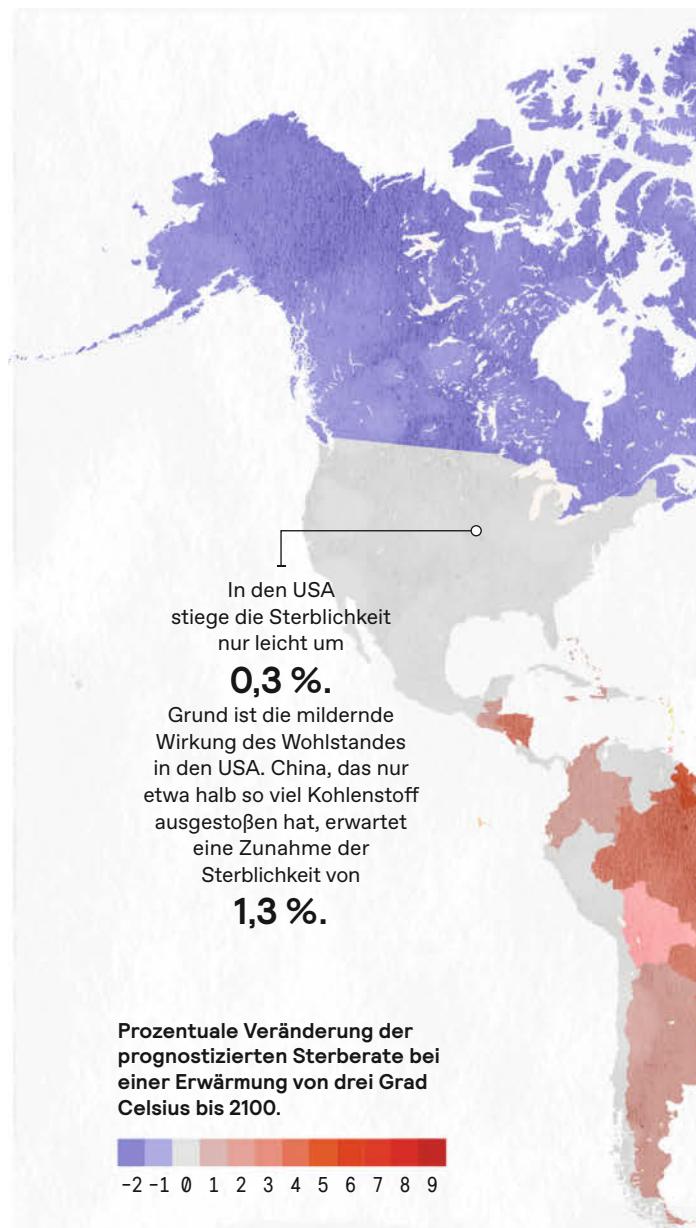
Die Karte zeigt, wie viele Menschen zusätzlich durch die steigende Hitze sterben werden. Sie basiert auf Daten der Vereinten Nationen, die die rohe Sterberate – also die Gesamtzahl der Todesfälle geteilt durch die Bevölkerungszahl – für die nächsten 80 Jahre hochgerechnet hat.

Um zu ermitteln, wie sich der Klimawandel auf die Sterblichkeit auswirken könnte, aktualisierten Forschende der Columbia Uni-

versity die Zahlen: Sie bezogen die steigenden Temperaturen mit ein und modellierten die direkte Auswirkung von Hitze-Exposition auf die Anzahl der Todesfälle. Indirekte Auswirkungen des Klimawandels wie Dürren, Wirbelstürme und Krankheiten bezogen sie nicht mit ein. So zeigt die Karte ein Szenario unter der Annahme, dass die globalen Temperaturen bis 2100 um etwa drei Grad steigen werden.

Ein entscheidendes Ergebnis ist, dass die Todesrate nicht nur von der Nähe eines Landes zum Äquator abhängt, sondern auch von seinem Wohlstand: Beim Länderpaar Griechenland und Jamaika geht die Weltbank davon aus, dass es 2100 vergleichbar heißem Wetter ausgesetzt sein wird. Ohne Berücksichtigung des Einkommens wird für beide der gleiche Sterblichkeitsanstieg von 1,6 Prozent projiziert. Geht aber das Einkommen mit in die Hochrechnung ein, würde der Wert für Griechenland nur 0,09 Prozent gegenüber Jamaikas 0,9 Prozent betragen.

Im Verlauf dieses Jahrhunderts werden hitzebedingte Todesfälle die Auswirkungen von Armut auf die Sterblichkeit weiter verschärfen. Bereits jetzt klafft eine 30-Jahres-Lücke zwischen der höchsten Lebenserwartung von etwa 85 Jahren in Japan und der niedrigsten von 54 Jahren in der Zentralafrikanischen Republik, wo über 70 Prozent der Bevölkerung unterhalb der internationalen Armutsgrenze leben. ●

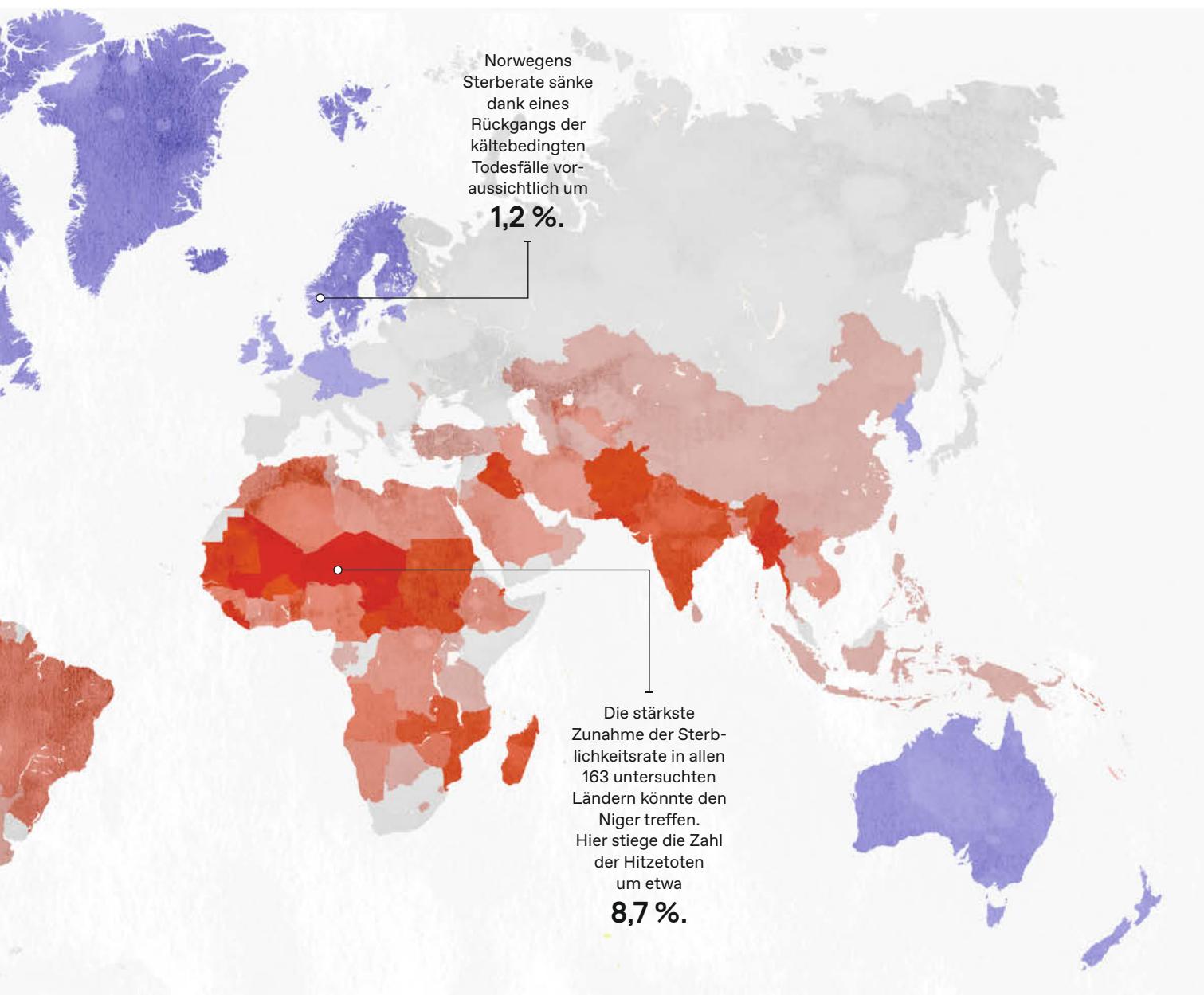


Eine Welt des Unterschieds

Die zehn Länder mit dem größten Anstieg der Sterberate sind einkommensschwächere Länder in Afrika, Asien und dem Nahen Osten.

Jedes der am stärksten betroffenen Länder erzeugt weniger als ein Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen. Wohlhabendere Länder in kalteren Regionen werden besser abschneiden.

In einigen wird die Sterblichkeitsrate sogar zurückgehen, zum Teil, weil es bei ihnen weniger kältebedingte Todesfälle geben wird.



Länder mit der größten ZUNAHME prognostizierter Hitzetode bis 2100

Rang	Land	Veränderung (%)	Tote pro Jahr
1	Niger	8,7	92 710
2	Mali	6,6	54 820
3	Tschad	6,0	45 130
4	Pakistan	5,4	280 870
5	Irak	5,3	53 010

Länder mit dem größten RÜCKGANG prognostizierter Hitzetode bis 2100

Rang	Land	Veränderung (%)	Tote pro Jahr
1	Norwegen	-1,2	-970
2	Finnland	-1,2	-750
3	Island	-1,2	-50
4	Schweden	-1,0	-1390
5	Kanada	-1,0	-5670

Zurück zum Mond

Die USA wollen nach 50 Jahren wieder Astronauten zum Mond bringen. Doch der Start des Programms verläuft holprig. Und die NASA muss dafür auf Teile aus dem Shuttle-Programm zurückgreifen. – Rebecca Boyle (Übersetzung: Wolfgang Stieler)



Die NASA will am Südpol des Mondes eine dauerhafte Mondstation errichten.

Es war der 14. Dezember 1972, der letzte Tag auf dem Mond für die letzte Apollo-Mission. Der Geologe Jack Schmitt packte die Probenbehälter ein und sicherte seine 243 Pfund Mondgestein für die Heimreise. Kommandant Eugene Cernan warf einen letzten Blick auf die Landschaft, bevor er hinter Schmitt in das Raumschiff stieg. „Wenn wir den Mond verlassen“, funkte Cernan nach Houston, „verlassen wir ihn so, wie wir gekommen sind, und so Gott will, kehren wir zurück, mit Frieden und Hoffnung für die ganze Menschheit.“ Er hinterließ die letzten Stiefelabdrücke auf dem Mond, in einem Tal zwischen niedrigen Bergen und sanft geschwungenen Hügeln, stieg die Leiter hinauf und flog mit seinen Kollegen zurück zur Erde.

Fünf Jahrzehnte später will die NASA wieder Astronauten auf die Mondoberfläche schicken – darunter die erste Frau und die erste schwarze Person. Das Projekt trägt den Namen Artemis, benannt nach der Göttin der Jagd, Schwester von Apollon, dem griechischen Gott des Lichtes. Die erste Mission des Projekts, ein unbemannter Testflug namens Artemis 1, donnerte am 16. November mitten in der Nacht ins All. Sie wurde von der leistungsstärksten Rakete getragen, die jemals gestartet wurde, dem Space Launch System (SLS).

Für Raumfahrt-Enthusiasten ist Artemis einfach ein Weg zurück zum Mond, einem Ziel, das in unserem kollektiven Bewusstsein immer eine große Rolle spielen wird. Für andere ist es eine Etappe auf dem Weg zum Mars. Manche sehen in Artemis eine Möglichkeit, die amerikanische Überlegenheit im Weltraum zurückzuerobern, die mit der Stilllegung des Space Shuttle im Jahr 2011 sichtbar verloren ging. Wieder andere sehen es als Mittel, um eine neue Ära wissenschaftlicher Entdeckungen und Erfindungen einzuleiten.

Doch so geradlinig und folgerichtig, wie die Pläne jetzt aussehen, sind sie keineswegs. Der Weg der NASA zurück zum Mond verläuft in Schlangenlinien, ist holperig, von Pannen und Problemen überschattet und oft widersprüchlich. Tatsächlich ist die Rakete und sind nicht die Mondmissionen seit Langem das Hauptziel des NASA-Programms für die bemannte Raumfahrt. Wohin genau diese Rakete fliegt, war immer zweitrangig – das Ziel hat sich mehrfach geändert. Doch ausgerechnet diese wichtige neue Rakete arbeitet mit alten Komponenten aus dem Spaceshuttle-Programm. Wenn etwas schiefgeht oder SLS sich als zu teuer oder nicht tragfähig erweist, besteht die Möglichkeit, dass das gesamte Mondprogramm scheitert. Das könnte dazu führen, dass die amerikanische Rückkehr zum Mond, wenn sie denn überhaupt stattfindet, nur von sehr kurzer Dauer wäre.

DAS SCHWERE ERBE

Am 1. Februar 2003 blitzte am Himmel über Texas etwas auf, das wie ein Meteoritenschauer am helllichten Tag aussah. Bei den hellen Objekten handelte



Der Besatzung von Apollo 17 gelangen mehrere spektakuläre Fotos, die das Bild der Öffentlichkeit vom „zerbrechlichen blauen Planeten“ prägen sollten. Diese Aufnahme hat Ronald Evans gemacht, der mit dem Kommandomodul von Apollo 17 um den Mond kreiste.

es sich um Teile des Raumschiffs Columbia, das beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre auseinandergebrochen war. Während die Nation um die sieben Besatzungsmitglieder des Shuttles trauerte, begann Präsident George W. Bush mit der Arbeit an einem neuen Weg für die NASA.

Artemis hat seine Wurzeln in diesen Bemühungen. Im Januar 2004, weniger als ein Jahr nach der Columbia-Katastrophe, verkündete Bush seine Vision für die Erforschung des Weltraums – eine Neukonzeption des Raumfahrtprogramms, die vorsah, das Shuttle bis 2011 in den Ruhestand zu versetzen, die Internationale Raumstation bis 2016 zu schließen und sie durch ein neues Programm namens Constellation zu ersetzen. Constellation sollte aus einer neuen, konfigurierbaren Rakete namens Ares bestehen, die zum Mond oder sogar zum Mars fliegen könnte, einem neuen Besatzungsfahrzeug für die niedrige Erdumlaufbahn mit dem Namen Orion und einem neuen Mondlandegerät Altair.

Doch Constellation war nie mehr als eine Ideensammlung. Als Barack Obama 2009 Präsident wurde, war das Programm bereits Jahre hinter dem Zeitplan zurück. Obama briefete eine Kommission unter der Leitung von Norman Augustine ein, dem ehemaligen CEO von Lockheed Martin. Der Augustine-Ausschuss untersuchte Constellation und kam zu dem Schluss, dass das Projekt zu teuer und unterfinanziert war, um jemals erfolgreich zu sein – eine fatale Kombination, die nach Ansicht von Beobachtern andere NASA-Missionen gefährden würde. Die Obama-Regierung strich die Mittel für das Projekt und vereitelte damit erneut den Weg zurück zum Mond.

Kurz nachdem das Programm gestrichen wurde, bestanden die Mitglieder des Kongresses

Ein Start der SLS-Rakete kostet rund 4 Milliarden Dollar.

jedoch darauf, die Rakete trotzdem zu finanzieren, da sie die mit dem Programm verbundenen Arbeitsplätze nach dem Ende der Shuttle-Ära erhalten wollten.

Die Beamten der Obama-Regierung suchten verzweifelt nach einem Ort, an den sie diese Rakete schicken konnten. Sie entschieden sich schließlich für einen Asteroiden: Die Rakete sollte einen Asteroiden mit einem Roboter-Raumschiff bergen, das ihn für eine menschliche Landung näher an die Erde heranziehen sollte. Die Rakete (die später in Space Launch System umbenannt wurde) und die Asteroidenumlenkungsmission liefen in den nächsten Jahren getrennt voneinander weiter, obwohl viele Wissenschaftler und Ingenieure das Asteroidenprogramm kritisierten. Der erste unbemannte Start der Rakete war ursprünglich für 2016 geplant. In den folgenden sechs Jahren verschoben sich die Starttermine immer weiter.

In der Zwischenzeit blühte die private Raumfahrtindustrie auf. Das Unternehmen SpaceX von Elon Musk entwickelte seine wiederverwendbare Rakete Falcon 9 und später eine große Rakete, die Falcon Heavy, mit der es militärische und zivile Satelliten für die Regierung startete. 2020 begann das Unternehmen gar mit dem Transport von Astronauten. Andere private Unternehmen, darunter Jeff Bezos' Blue Origin, begannen damit, Zivilisten, vor allem Prominente und Touristen, ins All zu befördern. In der Zwischenzeit arbeiteten die NASA-Ingenieure weiter an der Spaceshuttle-Technologie. Alte Auftragnehmer wie Boeing erhielten weiterhin hohe Bonuszahlungen für die Arbeit am SLS, obwohl es zu Verzögerungen kam und die Kosten in die Höhe schossen – was ihnen Kritik von Überwachungsgremien im Kongress und von NASA-Rechnungsprüfern einbrachte.

Kurz nach dem Amtsantritt von Donald Trump im Jahr 2017 wurde das Asteroidenprogramm gestrichen. Trumps Team versuchte, auch die Rakete zu streichen, aber die Bemühungen wurden von mächtigen Senatoren blockiert. So blieb die Rakete ohne Ziel – bis 2019 Trumps NASA-Administrator James Bridenstine Artemis ankündigte. Es wurden eine Reihe von Missionen zur Umlaufbahn des Mondes, zur Landung auf der Mondoberfläche und zum Aufbau einer Basis auf seiner Oberfläche geplant. Die erste bemannte Mission soll den Mond im Jahr 2024 umrunden, und die erste Artemis-Landung ist derzeit für 2025 geplant.

Ohne Zweifel: Der wissenschaftliche Nutzen einer Rückkehr auf den Mond könnte enorm sein. Wissenschaftler haben noch viele offene Fragen zur Entstehung des Mondes und zur frühen Erdgeschichte, die sich mit frischen Proben von der Mondrückseite beantworten lassen könnten. Forscher bereiten bereits eine Flotte von Instrumenten und Roboterexperimenten vor, die auf Artemis-ähnlichen privaten Landegeräten

fliegen sollen. Das Commercial-Lunar-Payload-Services-Programm finanziert diese Missionen und könnte damit den Weg für eine Rückkehr zum Mond ebnen, bei dem sich NASA und Privatindustrie das Risiko und den Gewinn teilen.

LEBEN AUF DEM MOND

In den Beschreibungen zu Artemis für die Öffentlichkeit ist die Rede vom „Vorwärtsgehen“ zum Mond, nicht vom Zurückgehen. Ein Großteil der Rhetorik rund um die Rückkehr zum Mond schließt auch eine Reise zum Mars ein. Die NASA sagt oft, dass die Rückkehr zum Mond uns lehren wird, wie wir auf einer anderen Welt leben und arbeiten können, um so den Weg für eine spätere Erkundung des Roten Planeten durch Menschen zu ebnen.

Einer derjenigen, die sich auf die Rückkehr zum Mond vorbereiten, ist Chris Dreyer, Professor für Maschinenbau an der Colorado School of Mines. Dreyer leitet ein von der NASA finanziertes Projekt zur Erforschung von Bauten auf dem Mond. Sein Team entwirft einen autonomen Mond-Bulldozer, der Regolith schaufelt und verfestigt, um einen Landeplatz vorzubereiten. Die Artemis-Lander, die von SpaceX gebaut werden, werden schwerer und größer sein als die spindeldürren Apollo-Mondlandefähren, weshalb sie einen befestigten Landeplatz benötigen. Andernfalls würde die Kraft ihrer eigenen Antriebsdüsen Regolith umherblasen wie Puderzucker auf einem Krapfen. Ein Landeplatz sorgt dafür, dass die Lander nicht umkippen, wenn sie aufsetzen.

„Wenn man sich die gesamte Apollo-Mission anschaut, stellt man fest, dass jede Landung ein kleines Abenteuer war, um Geröllfeldern auszuweichen. Alles war einfach an der Grenze des Möglichen“, sagt Dreyer. „Wir könnten zurückgehen und das noch einmal machen, aber das würde uns nicht weiterbringen. Bei Artemis geht es darum, das Leben und Arbeiten im Weltraum voranzubringen, und ich sehe diese Konstruktion als einen Teil davon.“

Doch Artemis wird diese Fortschritte langsam machen. Die Rakete soll alle anderthalb Jahre starten; Kritiker argumentieren, dass bei so langen Wartezeiten zwischen den Starts der Schwung und die öffentliche Unterstützung schwinden könn-



ten. Schon frühere Erkundungsprogramme hatten mit schwindendem Interesse zu kämpfen. Das schnelle und rasante Tempo von Apollo sorgte dafür, dass die erste Landung innerhalb von nur acht Jahren stattfand, aber nach der sechsten Apollo-Landung begannen die Amerikaner, stattdessen Ausgaben für Programme auf der Erde zu fordern. Bei der 25. Shuttle-Mission versuchte die NASA, das Interesse der Öffentlichkeit zu erhöhen, indem sie eine Lehrerin an Bord holte. Doch genau diese Mission scheiterte tragisch: Christa McAuliffe kam zusammen mit sechs weiteren Besatzungsmitgliedern ums Leben, als die Raumfähre Challenger im Januar 1986 nur etwas mehr als eine Minute nach dem Start explodierte.

DIE TEURE RAKETE

Kritiker des Space Launch System argumentieren zudem, dass die Konstruktion der Rakete nicht nachhaltig sei: Sie setze auf eine alte und potenziell recht teure Technik, um ins All zu gelangen, denn ein Großteil des SLS sei ein Überbleibsel des Space Shuttle.

Die NASA verfügt noch über 16 übrig gebliebene Shuttle-Haupttriebwerke, gut vier Meter lange Kegel – die markanten drei Trichter am unteren Ende der Shuttle-Orbiter. Diese Triebwerke werden für den Antrieb von SLS wieder verwendet. Doch während der Shuttle-Orbiter, die Triebwerke und die externen Tanks dafür ausgelegt waren, wiederverwendet zu werden, ist dies bei SLS und seinen Triebwerken nicht der Fall. Beim ersten Artemis-Flug wurden alte Shuttle-

Foto: NASA/Joe Kowsky



Endlich abgehoben:
Nach mehreren
technischen Pan-
nen und Verschie-
bungen wegen
Stürmen konnte die
Artemis-1-Mission
am 16. November
2022 erfolgreich
starten.

Triebwerke verwendet; für die nächsten geplanten Starts sind ebenfalls noch vorhandene Teile eingeplant. Danach werden jedoch neue Triebwerke benötigt. Aerojet Rocketdyne, der Hersteller der alten Shuttle-Triebwerke, hat einen 1,79-Milliarden-Dollar-Vertrag erhalten, um mit dem Bau neuer Triebwerke zu beginnen. Doch die Entwicklungsarbeiten starten erst mit der noch nicht geplanten Artemis-5-Mission.

„Sie haben eine Rakete entworfen, die nicht nachhaltig ist, weil sie komplett weggeworfen wird. Das Einzige, was zurückkommt, ist Orion“, sagt Clive Neal, Mondgeologe von der University of Notre Dame und unverblümter Kritiker der NASA-Mondpläne. „Ich bin unglaublich frustriert.“

Die NASA argumentiert dagegen, dass sie die am besten getesteten Raketentriebwerke der Geschichte verwendet und dass ihre Wiederverwendung für den Mond Geld spart. Bei näherem Hinsehen ist es aber dann offenbar doch nicht so eine Ersparnis: Anfang 2022 teilte der Generalinspekteur der NASA dem Kongress mit, dass die ersten drei Flüge des SLS jeweils 4,1 Milliarden Dollar kosten würden, eine Summe, die er als „unhaltbar“ bezeichnete. Die NASA und Boeing sagten später, dass der Preis niedriger sein werde, und externe Analysten schätzten, dass jeder Start zwischen 876 Millionen und zwei Milliarden Dollar kosten würde, je nachdem, wie man die Gemeinkosten aufschlüsselt.

„Je nachdem, wie man es betrachtet, ist das SLS entweder ein Produkt eines kaputten Systems, das wohlhabende Industrien begünstigt, oder ein Beispiel für eine funktionierende repräsentative Demokratie“, schrieb Casey Dreier, Hauptbefürworter und leitender Berater für Weltraumpolitik bei der Planetary Society, kürzlich in einem Aufsatz.

Aber es gibt möglicherweise alternative Wege, um Menschen zum Mond zurückzubringen. Mehrere kommerzielle Raketen für Starts mit schweren Lasten sind in der Entwicklung. SpaceX baut eine wiederverwendbare Rakete mit dem Namen Starship, die eine Konfiguration enthält, die Astronauten bis zum Mond bringen soll; Blue Origin hat eine wiederverwendbare Rakete mit dem Namen New Glenn und sogar die alteingesessenen Raketenbauer der United Launch Alliance haben eine riesige Rakete mit dem Namen Vulcan Centaur, die Anfang dieses Jahres wissenschaftliche Instru-

mente und privat finanzierte Lander zum Mond bringen soll.

VIELE FRAGEZEICHEN

Der Bau einer geeigneten Rakete ist nicht die einzige Hürde, die Artemis auf dem Weg zu einer langfristigen menschlichen Besiedlung des Mondes überwinden muss. Raumfahrt ist schwierig, selbst wenn man sie ständig betreibt. Und die Rückkehr zum Mond erweist sich selbst für die NASA als technische Herausforderung. Einige Beobachter halten eine Landung von Menschen im Jahr 2025 für übertrieben ehrgeizig.

Wenn es bei Artemis nur um die Wissenschaft ginge, würde die NASA Roboter schicken, wie sie es mit Missionen zur Sonne und zum Mars, Jupiter, Saturn und über den Rand des Sonnensystems hinaus getan hat. Aber der Mond lockt immer noch, und sein Ruf gilt menschlichen Besuchern wie Cernan. Auch China und die ESA haben sich dieses Ziel gesetzt. Roboter sind einfach nicht genug. „Es verändert auf einer gewissen Ebene grundlegend, was es bedeutet, ein Mensch zu sein“, sagt Teasel Muir-Harmony, Apollo-Kuratorin am Smithsonian Air and Space Museum in Washington.

Es hat etwas Ehrfurchtgebietendes, Menschen in eine andere Welt zu schicken. Vielleicht ist das der Grund, warum es trotz der Kritik an der Rakete schwer ist, jemanden zu finden, der etwas Negatives über Artemis sagt. Für manche Menschen ist die Rückkehr zum Mond ein menschlicher Imperativ. „Es ist ein Wunsch, der in das menschliche Herz geschrieben ist“, wie Bush in Erinnerung an die Columbia-Besatzung sagte.

Doch Artemis ist ein Experiment, das vor vielen Jahren mit guten Absichten begonnen wurde, aber von Anfang an mit Mängeln behaftet war – zum Teil wegen dieser guten Absichten, zum Teil aus anderen Gründen. Es wurde fleißigen Menschen hinterlassen, die wirklich etwas Gutes daraus machen wollen. Aber sie werden durch Probleme behindert, die älter sind als sie selbst und die möglicherweise zu grundlegend sind, um sie jemals vollständig zu lösen, zumindest in der derzeitigen Form des Projekts. Dennoch ist es alles, was wir haben, im Moment. Die Rakete ist finanziert. Die Missionen sind geplant. Die NASA sagt: „Wir starten.“ Und der Mond wird warten, gleichgültig, mit welchem Fahrzeug wir dorthin gelangen. ●

„Gesetze zur unternehmerischen Sorgfaltspflicht helfen dabei, besser mit Krisen in globalen Lieferketten umzugehen und deren Resilienz zu verbessern. Nachhaltigkeit und Resilienz sind zwei Seiten derselben Medaille.“

Meike Schulze von der Stiftung Wissenschaft und Politik über das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (Seite 94)

Dossier

THEMA

NACHHALTIGKEIT IN DER INDUSTRIE

- 93 LIEFERKETTENGESETZ • Die Schlupflöcher werden kleiner
- 98 INTERVIEW • „Die Risikoanalyse ist noch sehr aufwändig“
- 100 CONTROLLING • Der Preis der Lieferketten

Die Schlupflöcher werden kleiner

Das Lieferkettengesetz sorgt bei Unternehmen für Unruhe. Wer Sozial- und Umweltstandards unterläuft, wird es künftig schwerer haben. Dabei bringt das Gesetz nicht nur mehr Bürokratie – es macht Lieferketten auch resilenter. – Bernd Müller



0,6
Prozent beträgt
der Lohnanteil
einer Näherin an
einem Marken-
T-Shirt.

Textilfabriken wie diese in Dhaka, Bangladesch, haben in der Regel so viele Kunden, dass Einzelne kaum Einfluss auf die Sozialstandards vor Ort nehmen können.

© Copyright by Heise Medien.

Beim Weltwirtschaftsforum 1999 in Davos warb der damalige UN-Generalsekretär Kofi Annan dafür, dass Unternehmen mehr Verantwortung für ihre Lieferketten übernehmen sollten. Annan träumte von einem „globalen Markt mit menschlichem Antlitz“. Im „Global Compact“ verpflichteten sich Unternehmen später zur Einhaltung von zehn universell anerkannten Prinzipien, darunter Menschenrechte, Arbeitsnormen, Umweltschutz und Korruptionsbekämpfung. Doch die Vereinbarung war freiwillig und so passierte lange nichts. Seit 2011 gibt es die UN Guiding Principles, auch diese ohne Verpflichtung.

Man konnte es also lange kommen sehen. Die Rede ist vom Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz, das in Deutschland seit dem 1. Januar 2023 gilt und das Freiwilligkeit durch gesetzliche Verpflichtungen ersetzt. Das hindert den Bundesverband der Deutschen Industrie nicht daran, auf den letzten Metern noch einmal Stimmung gegen das Gesetz zu machen. Wegen der Bürokratie und der aktuellen Krisen sei eine Verschiebung notwendig, so der BDI. Ganz anders sehen das Organisationen wie Amnesty oder Transparency. Ihnen geht das Gesetz nicht weit genug. So weit, so vorhersehbar. Ein Gesetz, das allen wehtut, ist vermutlich genau richtig.

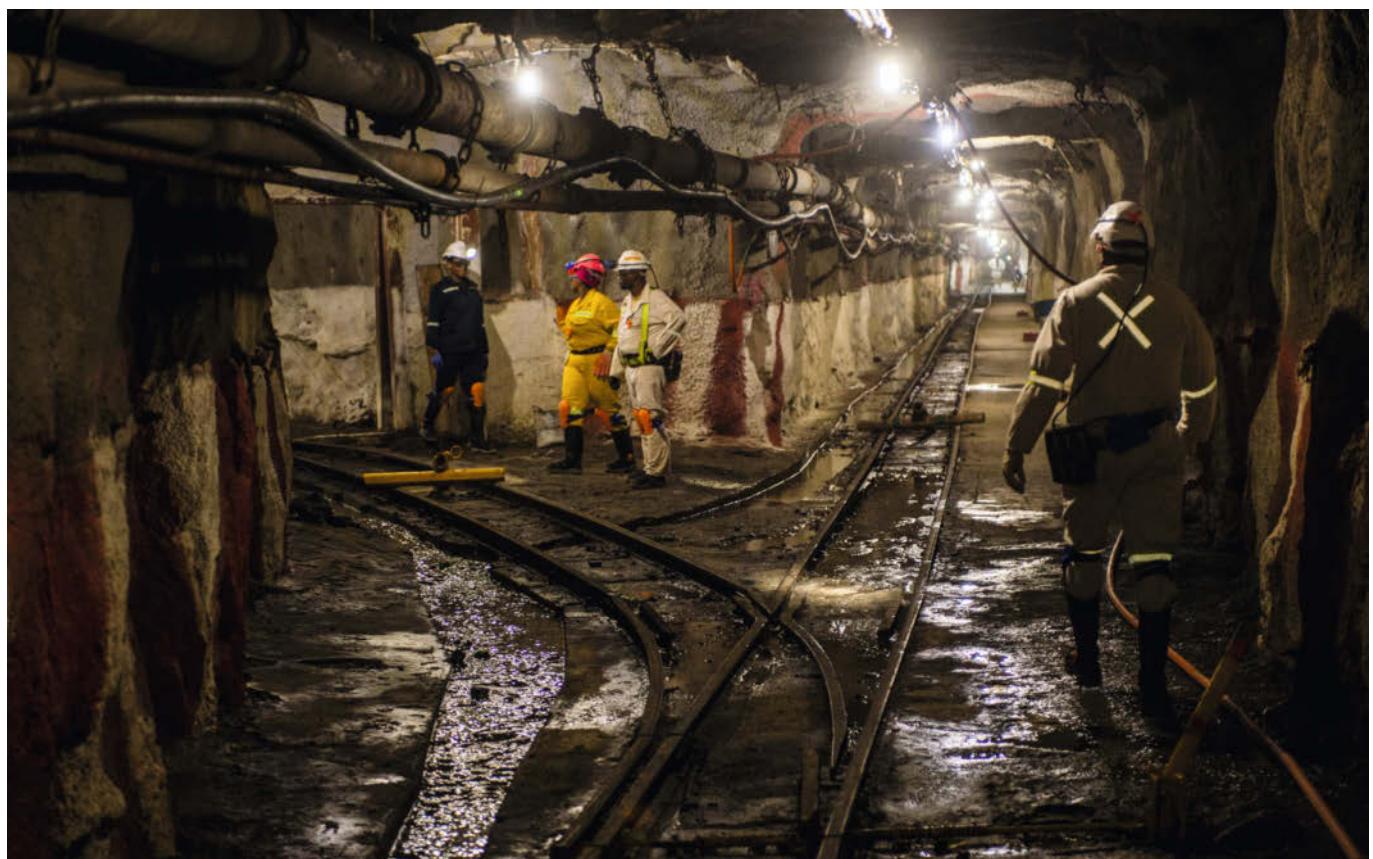
„Eine Verschiebung des LkSG wäre der falsche Weg“, warnt Meike Schulze von der Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP), die mit ihrer Forschung die Bundesregierung und den Bundestag zum Thema nachhaltige Gestaltung von Lieferketten berät. Gesetze zur unternehmerischen Sorgfaltspflicht wie das LkSG würden vielmehr helfen, besser mit Krisen in globalen Lieferketten umzugehen und deren Resilienz zu verbessern. Nachhaltigkeit und Resilienz seien zwei Seiten derselben Medaille, sagt Schulze, hinzu komme noch die unternehmerische Effizienz. Das belegten zahlreiche Studien, darunter eine der OECD von 2021, wonach Unternehmen mit hohen Nachhaltigkeitsstandards besser durch die Corona-Pandemie kamen und sich schneller erholten.

25
Millionen
Menschen ver-
richten Zwangs-
arbeit.

LANGFRISTIGE STRATEGIEN GEGEN ENGPÄSSE

Die zentrale Anforderung des LkSG ist die verpflichtende Risikoanalyse. Mit ihr können Unternehmen Abhängigkeiten und konkrete Risiken besser identifizieren, Lieferausfälle antizipieren und, wo nötig, Diversifizierung anstoßen. Die Unsicherheiten in den globalen Lieferketten werden nach Einschätzung von Schulze bestehen bleiben. Die Planung werde daher künf-

In Platin-Bergwerken wie der Sibanye-Stillwater-Khuseleka-Mine kämpften südafrikanische Bergleute 2012 um höhere Löhne. Damit unterbrachen sie schon lange vor Corona wichtige Lieferketten.



Unternehmen mit hohen Nachhaltigkeitsstandards kamen besser durch die Corona-Pandemie.

tig an Bedeutung gewinnen. „Deutsche Unternehmen müssen hier strategischer und vorausschauender denken“, so die SWP-Wissenschaftlerin.

Am SWP beschäftigt sich ein Team seit 2020 mit Rohstofflieferketten. Meike Schulze interessiert sich vor allem für Platin aus Südafrika und Simbabwe, andere Kolleginnen beschäftigen sich etwa mit Kupfer. Dass der Beginn der Forschung mit dem Beginn der Corona-Pandemie zusammenfällt, sei reiner Zufall. Auslöser sei 2020 das Update der deutschen Rohstoffstrategie gewesen, die auf die erste Fassung aus 2010 zurückgeht. Die Anfragen aus der Politik hätten deshalb zugenommen, weil Unternehmen sich zunehmend über starke Preisschwankungen oder Lieferengpässe sorgten.

Schon lange vor Corona und Ukraine-Krieg gab es immer wieder Unterbrechungen in Lieferketten, die meisten so kurz und beschränkt auf bestimmte Güter, dass sie selten den Weg in die Hauptnachrichten schafften. Oder wer erinnert sich noch an die blutigen Proteste für höhere Löhne im südafrikanischen Bergbau, die dazu führten, dass 2012 die Versorgung mit Platin ins Stocken kam? Oder 2021 der Ausfuhrstopp von Magnesium durch China?

Mit der deutschen Rohstoffstrategie erfüllt die Bundesregierung eine Forderung des BDI, der vom Staat eine langfristige Strategie in der Rohstoffpolitik erwartet. Schulze spielt den Ball zurück: Dieses Bewusstsein für langfristige Strategien müsse auch bei den Unternehmen wachsen. Es reiche nicht aus, sich erst zu kümmern, wenn die Krise da sei. Und die komme so sicher wie das Amen in der Kirche. „Versorgungskrisen bei Rohstoffen sind inhärent“, so die Politikwissenschaftlerin. „Wer auf die nächste Krise wartet und erst dann handelt, begeht einen großen Fehler.“ Doch das treffe leider auf viele Betriebe zu. „Die Einkaufsabteilungen haben ihren Fokus zu oft allein auf den Kosten. Gekauft wird, wo es günstig und kurzfristig verfügbar ist.“ Einige deutsche Firmen haben das erkannt, sie achten auf Nachhaltigkeit und diversifizieren ihre Lieferketten, um Risiken für Unterbrechungen zu minimieren (siehe S. 100).

DER DRUCK STEIGT

Die Einhaltung des Gesetzes soll das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA überwachen, das dafür eigens eine Außenstelle gegründet hat. Wer die Effizienz deutscher Kontrollbehörden kennt, wird darauf keine großen Hoffnungen setzen – man denke nur an den Wirecard-Skandal und die Rolle der BaFin. Die BAFA wird sich auf Stichproben beschränken

und Plausibilitätsprüfungen durchführen, vor allem dann, wenn es Hinweise auf Verfehlungen gibt. Hier hat der Gesetzgeber einen Mechanismus ins Gesetz gebaut, der noch für Zündstoff sorgen könnte. Erhält ein Unternehmen Hinweise, dass es irgendwo in einer Lieferkette zum Beispiel zu Menschenrechtsverletzungen kommt, ist es verpflichtet, diesem Hinweis nachzugehen. Den Schwarzen Peter zum Zulieferer zu schieben, geht dann nicht. Tatsächlich gibt es sogar zwei Beschwerde mechanismen, einen bei der BAFA sowie einen verpflichtenden in jedem Unternehmen für dessen Zulieferer.

Es ist anzunehmen, dass Menschenrechts- und Umweltverbände regen Gebrauch davon machen werden. Dass Deutschland zu einem Volk von Denunzianten wird, glaubt Thomas Krick aber nicht. Dennoch rechnet der Direktor von ESG Solutions bei der EQS AG Solutions damit, dass 2023, wenn die 900 größten Unternehmen in Deutschland ihre ersten Berichte veröffentlichen müssen, zivilgesellschaftliche Organisationen wie Amnesty oder Transparency genau hinschauen und einige der Berichte auch zerplücken werden. Gedacht sind die Beschwerde mechanismen vor allem für Organisationen vor Ort wie etwa Gewerkschaften, die bisher keine Möglichkeit hatten, sich im fernen Deutschland über Arbeitsbedingungen zu beklagen. EQS bietet Software an, die Unternehmen in der Wahrnehmung ihrer Sorgfaltspflicht unterstützt, für einen Workflow von der Risikoanalyse bis zum Nachhaltigkeitsbericht, inklusive Beschwerdetool.

Nichtstun ist gefährlich, Panik ist aber genauso wenig zielführend. Denn nicht jedes Vergehen am anderen Ende der Welt wird einem deutschen Betrieb zur Last gelegt. Entscheidend sind dabei Fragen der Angemessenheit, des Verursachungsbeitrags und der Einflussmöglichkeiten, also inwieweit das Unternehmen Einfluss auf die Situation nehmen kann. Ist das Unternehmen zwingend auf diesen Lieferanten angewiesen oder nur einer von tausenden Abnehmern weltweit, kann es keinen Druck ausüben. Das Gesetz wägt solche Aspekte ab.

Dennoch: Der Druck auf die Unternehmen steigt. Wer jetzt noch nicht damit begonnen hat, sollte dringend die vom Gesetz geforderte Risikoanalyse vornehmen, den jährlichen Bericht vorbereiten und, wo nötig und möglich, seine Lieferketten diversifizieren. Zu einem Bürokratemonster, wie es der BDI befürchtet, wird das Gesetz nur, wenn man die Umsetzung auf die lange Bank schiebt. Und wenn man versucht, die Transparenz in den Lieferketten mit Fragebögen zu erzwingen. Krick sieht ein Anschwellen des Aufwands in den Unternehmen. „Viele Dienstleister mischen sich ein, die sich nicht auskennen,

75
Prozent der
deutschen Bevölke-
lung befürworten
eine gesetzliche
Regelung.

DAS LIEFERKETTENSORGFALTSPFLICHTENGESETZ – UND WAS DANACH KOMMT

Das LkSG ist im Januar 2023 in Kraft getreten. Zunächst gilt es für Unternehmen, die mehr als 3000 Mitarbeitende in Deutschland haben, ab dem kommenden Jahr sind auch Betriebe ab 1000 Mitarbeitenden gefordert. Das Gesetz verpflichtet Unternehmen dazu, Menschenrechtsverletzungen, Umweltzerstörung oder die Umgehung von Sanktionen zu verhindern.

Die Unternehmen müssen ihren Sorgfaltspflichten in angemessener Weise nachkommen. Was angemessen ist, hängt von den Einflussmöglichkeiten des Unternehmens ab: ob es sich um den eigenen Geschäftsbereich, das Handeln eines Vertragspartners oder das Handeln mittelbarer Zulieferer handelt. Zu den Sorgfaltspflichten der Unternehmen gehören laut Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA):

- Einrichtung eines Risikomanagements und Durchführung einer Risikoanalyse
- Verabschiedung einer Grundsatzklärung der unternehmerischen Menschenrechtsstrategie
- Verankerung von Präventionsmaßnahmen
- Sofortige Ergreifung von Abhilfemaßnahmen bei festgestellten Rechtsverstößen
- Einrichtung eines Beschwerdeverfahrens
- Dokumentations- und Berichtspflicht für die Erfüllung der Sorgfaltspflichten

Überwacht wird das LkSG vom BAFA, konkret von der eigens eingerichteten Außenstelle in Borna bei Leipzig. Unternehmen müssen einen Bericht über die Erfüllung ihrer Sorgfaltspflichten an das BAFA übermitteln, das die Berichte überprüft. Das Amt führt zudem risikobasierte Kontrollen bei Unternehmen durch. Es kann Personen vorladen, Geschäftsräume betreten, Unterlagen einsehen und prüfen sowie konkrete Handlungen vorgeben, um Missstände zu beheben. Ferner kann das BAFA Zwangs- und Bußgelder verhängen.

Das LkSG ist erst der Anfang. Die EU plant ein europäisches Pendant, der Entwurf nennt sich Corporate Sustainability Due Diligence Directive. Das Gesetz soll in den nächsten Monaten verabschiedet werden, worauf die Mitgliedsstaaten zwei Jahre Zeit haben, es umzusetzen. Das CSDDD dürfte strenger ausfallen als das LkSG, weshalb Deutschland sein Gesetz wird nachschärfen müssen. Das europäische Gesetz wird voraussichtlich auch kleinere Unternehmen betreffen, besonders in Risikobranchen wie der Textilindustrie. Die Firmen müssen zudem die komplette Lieferkette beobachten sowie auch die Nutzer und Entsorger. Außerdem wird die Regelung voraussichtlich eine zivilrechtliche Haftung enthalten.

20
Prozent der
Unternehmen er-
füllen ihre unterneh-
merische Sorg-
faltspflicht.

und verschicken einen Haufen Fragebögen.“ Wenn das alle Glieder in jeder Lieferkette machen, explodiere der Aufwand förmlich. Krick geht davon aus, dass sich das Management von menschen- und umweltrechtlichen Risiken infolge des LkSG als eine neue, übergreifende Managementdisziplin entwickeln wird.

SCORECARDS FÜR MEHR ÜBERBLICK

Dass der Aufwand nicht ins Uferlose steigt, dafür sorgen Plattformen, die einen Teil der Arbeit abnehmen. Die größte ist Ecovadis mit Sitz in Frankreich und Dependancen weltweit, das Ratings zur Nachhaltigkeit von Lieferketten anbietet. Die mehr als 10 0000 analysierten Unternehmen werden regelmäßig zentral befragt und erhalten dann ein Rating für ihre sozialen und ökologischen Manage-

Entschei-
dend ist,
inwieweit
das Unter-
nehmen
Einfluss auf
die Situation
nehmen
kann.

mentbemühungen. Gerade Unternehmen, die in unzählige Lieferketten eingebunden sind – die meisten sind sowohl Abnehmer als auch selbst Zulieferer –, sparen damit laut Ecovadis bis zu 80 Prozent des Aufwands gegenüber dem „Fragebogen-Wahn-
sinn“, wie der Anbieter die Self-Assessments nennt. Auf einer Scorecard erfährt das Unternehmen, wie es in der Nachhaltigkeit von Umwelt, Ethik, Menschenrechten und Beschaffung abschneidet, wo es im Vergleich zu anderen Unternehmen in der Branche oder in dem Land steht und wo es nachbessern muss.

Thomas Krick warnt: „Der Druck auf Unternehmen wird durch weitere Regulierungen in Europa weiter zunehmen, die Schlupflöcher bei Sozialstandards und Umweltauflagen werden kleiner. Unternehmen müssen sich dringend professionalisieren und ihrer neuen unternehmerischen Verantwortung gerecht werden.“ ●

API 2023

Die Heise-Konferenz zu Design,
Entwicklung und Management von
HTTP-APIs



30.3. und 27.4.2023 · Online-Konferenz

APIs – die Basis für moderne IT-Systeme

Die **Vorträge** der betterCode() API im März und April bieten **Softwareentwickler:innen**, **Softwarearchitekt:innen** sowie **API- und Integrationsbeauftragten** konzeptuelles Wissen, neueste Trends der API-Entwicklung sowie umsetzbares Praxis-Know-how und Entscheidungshilfen.

Die Vorträge und Panels in diesem Jahr behandeln unter anderem folgende Themen:

- ✓ Mit APIs auf dem Pfad zu evolutionären Architekturen
- ✓ Die richtigen APIs finden mit Event Storming
- ✓ API Operations as a Service
- ✓ Sicherheit im API Lifecycle
- ✓ Async APIs
- ✓ Bestehende APIs um GraphQL erweitern
- ✓ API Sprawl

Jetzt
**Frühbucher-
rabatt
sichern!**

api.bettercode.eu

„Die Risikoanalyse ist noch sehr aufwendig“

Unternehmen müssen ihre Lieferanten künftig einer Risikoanalyse unterziehen – so will es das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz. Wie Lapp damit umgeht, verrät Maria Dobritzsch, Global-CSR-Managerin beim Kabelhersteller. – Bernd Müller



Seit dem Frühjahr 2022 gibt es eine Nachhaltigkeitsmanagerin beim Kabelhersteller Lapp: Maria Dobritzsch.

2023 startet das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz. Ist Ihr Unternehmen darauf vorbereitet?

Ja, das sind wir. Wobei Lapp in Deutschland weniger als 3000 Mitarbeitende beschäftigt. Wir sind deshalb erst 2024 von dem Gesetz betroffen. Als Familienunternehmen ist uns Nachhaltigkeit schon immer sehr wichtig. Mit unseren Lieferanten und Geschäftspartnern pflegen wir langfristige und

partnerschaftliche Beziehungen. Vor einiger Zeit haben wir einen Verhaltenskodex für Lieferanten veröffentlicht, der Mindeststandards für Geschäftsbeziehungen mit Lapp setzt. Wir legen großen Wert darauf, dass unsere Lieferanten international anerkannte Umwelt-, Sozial- und Governance-Standards befolgen.

Ist der Eindruck zutreffend, dass Nachhaltigkeit in der Wirtschaft seit einigen Jahren auf der Agenda nach oben gerutscht ist?

Auf jeden Fall. Nachhaltigkeit hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen und wird auch in Zukunft eine zunehmend wichtige Rolle in Unternehmen spielen. Unsere Kunden wenden sich immer häufiger mit Fragen zum Thema Nachhaltigkeit an uns, denn Lapp ist selbst Lieferant für viele Unternehmen. Auch Banken fordern vermehrt Informationen über unsere Nachhaltigkeitsleistungen ein. Und meine Kollegen aus der Personalabteilung berichten mir, dass Bewerber immer häufiger Fragen stellen, was wir für die soziale und ökologische Nachhaltigkeit tun.

Das neue Gesetz verlangt von den Unternehmen eine Risikoanalyse. Wie setzen Sie diese Anforderung um?

Wir haben ein Projektteam mit Vertretern aus den Unternehmensbereichen Einkauf, Compliance, Interne Revision und Nachhaltigkeit zusammengestellt. Gemeinsam haben wir Kriterien für die Risikoanalyse erarbeitet. Den Schwerpunkt der Risikoanalyse bilden Länderrisiko- und Warengruppenrisikowerte. Bei der Ermittlung des Länderrisikos greifen wir auf vorhandene Indizes wie den Global Slavery Index zurück, der die Anfälligkeit für Sklaverei des jeweiligen Landes beurteilt. Beim Warengruppenrisiko schauen wir uns unter anderem die Produktfamilien und deren Umsätze an. Die Risikoanalyse wird global für jeden Kunden mindestens einmal pro Jahr durchgeführt. Je nach Höhe des ermittelten Risikos müssen Maßnahmen zur Risikominderung definiert und umgesetzt werden.

Und zwar welche?

Wir haben eine Matrix erarbeitet, die je nach Risiko und Einflussmöglichkeit von Lapp Maßnahmen vorgibt. Unabhängig von den ermittelten Risiken müssen alle Lieferanten weltweit unseren Supplier Code of Conduct unterzeichnen. Bei einem höheren Risiko muss der betroffene Lieferant eine Risikostrategie und einen Managementplan vorlegen. Bei einem sehr hohen Risiko führen wir zum Beispiel ein Menschenrechts-Assessment vor Ort durch.

Ist das nicht alles sehr aufwendig? Und wie lässt sich das überhaupt kontrollieren?

Stimmt, derzeit ist die Risikoanalyse noch sehr aufwendig, da wir einzeln auf unsere Lieferanten zugehen müssen. Wir sind aber dabei, eine Software einzuführen, die uns künftig bei der Risikoanalyse unterstützt. Auch unsere Kunden sind natürlich von dem Gesetz betroffen. Ich bekomme jede Menge Fragebögen auf den Tisch, in welchen wir gebeten werden, nachhaltigkeitsbezogene Informationen bereitzustellen. Die Kunden nutzen dafür unterschiedliche Programme und Formate. Das

„Bei einem sehr hohen Risiko führen wir ein Menschenrechts-Assessment vor Ort durch.“

macht die Datenbereitstellung sehr aufwendig. Weil wir unsere Lieferanten nicht auch mit Fragebögen bombardieren wollen, werden wir bald eine Software nutzen, die das Screening der Lieferanten automatisiert. Mittlerweile gibt es auf dem Markt ja schon einige überzeugende Lösungen.

Lassen Sie uns zum Schluss einen Blick in eine Lieferkette werfen. Als Hersteller von Kabeln und Leitungen benötigt Lapp Kupfer. Wie stellen Sie sicher, dass bei einer Pandemie, einem Krieg oder einem anderen Ereignis die Lieferkette nicht abbricht?

Auch Lapp ist von Lieferengpässen nicht ausgenommen. Dank eines vorausschauenden Versorgungsmanagements haben wir gravierende Probleme bisher gut umschifft. Lapp unterhält für viele Materialien wie auch für Kupfer langfristige Rahmenverträge mit Lieferanten. Strategisch setzen wir auch auf Diversifizierung. Ziel ist es, dass für jede Produktgruppe mindestens zwei Lieferanten zur Verfügung stehen, sodass jeder Standort auf der ganzen Welt flexibel beliefert werden kann. ●

The advertisement features a woman from behind, wearing a white shirt and blue overalls, painting a wall with a roller. The wall is divided into two colors: light grey on the left and bright green on the right. The 'HANNOVER' logo is visible on the left side of the wall. Below the image, a red banner contains the text: 'Hannover Region Green Economy fördert nachhaltige Unternehmensprojekte'. A large blue box contains the headline 'GUTE AUSSICHTEN FÜR MACHER:INNEN: JETZT NACHHALTIGE IDEEN FÜR IHR UNTERNEHMEN UMSETZEN!' and the call-to-action 'Schnell beantragen: www.wirtschaftsfoerderung.hannover.de/hrge'. At the bottom, there is descriptive text about the initiative and the Region Hannover logo.

HANNOVER

Hannover Region Green Economy fördert nachhaltige Unternehmensprojekte

GUTE AUSSICHTEN FÜR MACHER:INNEN:
JETZT NACHHALTIGE IDEEN FÜR IHR UNTERNEHMEN UMSETZEN!

Schnell beantragen: www.wirtschaftsfoerderung.hannover.de/hrge

Mit unserer Initiative Hannover Region Green Economy unterstützen wir technologisch innovative und nachhaltige Projekte von Unternehmen aus der Region Hannover – mit bis zu 10.000 Euro und der Möglichkeit, sich mit Expertinnen/Experten aus Wissenschaft und Technik auszutauschen. Sprechen Sie uns an!

WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG

Region Hannover

Der Preis der Lieferketten

Wie misst man Nachhaltigkeit und Resilienz? Controller stehen vor einem Dilemma: Sie müssen sich neue Kennzahlen ausdenken und optimieren, ohne die klassischen ökonomischen Unternehmensziele aus den Augen zu verlieren. – Bernd Müller

Sie genießen in Unternehmen keinen besonders guten Ruf: Controller. Sie seien Erbsenzähler, die vor allem drei Ziele verfolgten: sparen, sparen und sparen. Dazu hantieren sie mit Kennzahlen wie Umsatz, Rendite oder Eigenkapitalquote – weil diese sich einfach messen und in Grafiken gießen lassen. Was sich nicht messen lässt, ist für Controller nicht interessant. Das ist immer dann der Fall, wenn ein Gut keinen Preis hat, so wie saubere Luft oder fruchtbare Boden. In der Finanzberichterstattung eines Unternehmens tauchten Luft und Boden nicht auf, sie seien nicht steuerungsrelevant, sagt Prof. Andreas Taschner, der an der ESB Business School in Reutlingen Rechnungswesen und Controlling lehrt. Seine Kollegen zählen diese Erbse also nicht, denn sie hat ja keinen Preis. Für Volkswirtschaftler handelt es sich hier um ein klassisches Marktversagen. Der Marktpreis – in diesem Fall null – entspricht nicht dem Wert der Ressource. Denn wir alle atmen lieber saubere als schmutzige Luft.

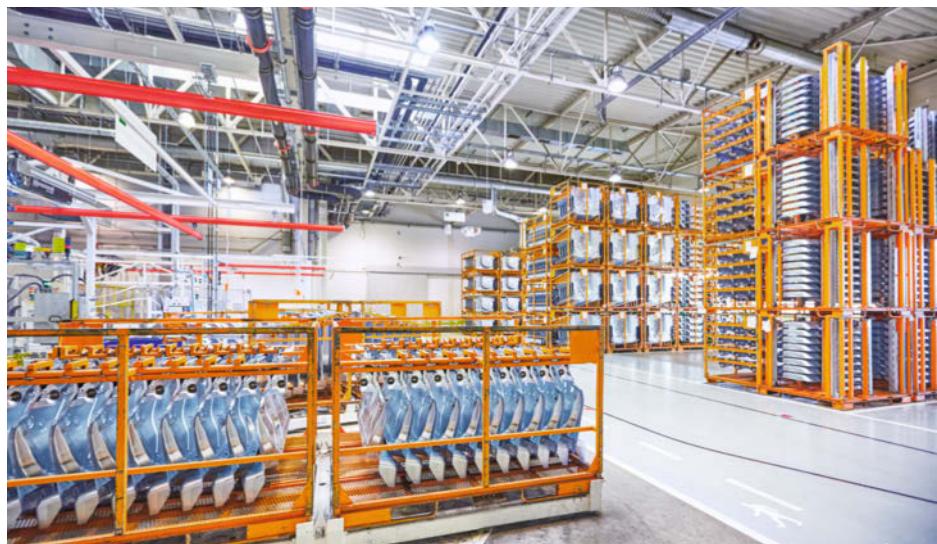
Unternehmen stehen vor einem Dilemma. Sie sollen und wollen nachhaltiger werden und dies der Öffentlichkeit auch nachweisen. Aber wie misst man Nachhaltigkeit? Der Internationale Controller Verein beschäftigt sich mit dem Thema Green Controlling schon seit vielen Jahren und hat dazu Empfehlungen erarbeitet. Kurz gesagt sollten Controller ökonomische, ökologische und soziale Ziele definieren, messen und in den Unternehmensprozessen umsetzen. In der Praxis empfiehlt der Verein ein schrittweises Vorgehen, das Nachhaltigkeitsziele mit ökonomischen Kennzahlen verknüpft und die Controller in ihrem angestammten Habitat abholt. Also etwa so: Das Unternehmen reduziert die Rohstoffmenge um X Prozent und spart dadurch Y

Was sich nicht messen lässt, ist für Controller nicht interessant.

Euro ein. Das lässt sich leicht messen und im Management einfach argumentieren. Auch sollten sich Unternehmen auf wenige Kennzahlen konzentrieren und diese erst in den Griff bekommen, bevor sie sich an weitere wagen.

Wie schwierig das ist, hat Voith erfahren. Der Technologiekonzern probierte diverse Kennzahlen aus und entschied sich dann für Energieverbrauch, Frischwasserverbrauch und Abfallmenge, jeweils pro Umsatz gerechnet. Dafür wurden Zielgrößen de-

Brüchige Lieferketten während der Corona-Pandemie haben die Lager der Automobilzulieferer volllaufen lassen.



finiert, diese regelmäßig überprüft und wenn nötig nachgesteuert. Doch es dauerte zwei Jahre, bis der Prozess im Konzern standardisiert war. Das Unternehmen berichtet von einer jährlichen Einsparung von 6,5 Millionen Euro, unter anderem, indem es 737000 Kubikmeter Wasser weniger verbraucht – das freut Controller und Umwelt gleichermaßen.

Richtig schwierig wird es, wenn Unternehmen auch die Resilienz ihrer Lieferketten bepreisen wollen. „Eine resilentere Wirtschaft ist teurer“, sagt Andreas Taschner. Das leuchtet ein, weil Betriebe dann nicht mehr immer dort einkaufen können, wo es am billigsten ist. Für Michel Charifzadeh, ebenfalls Professor für Rechnungslegung und Controlling an der ESB in Reutlingen, hakt es noch woanders. Controller schauten nur auf das eigene Unternehmen, was vor den Werkstoren passiere, blendeten sie aus. Künftig müssten Controller aber auch beachten, wie es den Zulieferern gehe. Und da kommt das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz ins Spiel. Wer immer wieder Preise drückt und unrealistische Lieferfristen setzt, leistet damit fast zwangsläufig schlechter Bezahlung und niedrigen Sozialstandards Vorschub.

Zwei Hebel sieht der Ökonom: bessere Finanzierungsangebote und bessere Kommunikation. In einem Forschungsprojekt hat sich Charifzadeh die Lieferketten in der Automobilindustrie während der Corona-Pandemie angeschaut. Dazu hat er Finanzberichte von Automobilherstellern und Zulieferfirmen nach Kennzahlen wie etwa Vorräte und Liquidität ausgewertet. Tatsächlich sind die Vorräte angestiegen, und zwar in Wellenbewegungen durch die Lieferketten. Wenn weniger Autos gebaut werden, laufen zeitversetzt die Lager bei den Zulieferern voll, was sich bis in die hintersten Äste der Lieferkette fortpflanzt.

Diese Wellenbewegungen sind allerdings ein Problem. Die Autohersteller geben Bestellungen meist sehr kurzfristig heraus, die Welle kommt für den Lieferanten überraschend. Hier könnte ein Lieferketten-Kontrollzentrum helfen, in dem sich alle Beteiligten abstimmen, wer welche Teile wann benötigt. Außerdem gönnen sich die mächtigen Hersteller monatelange Zahlungsfristen. Charifzadeh plädiert daher für neue Finanzierungsinstrumente in der Supply-Chain. Das wären zum Beispiel Kredite, die der Autobauer dem Lieferanten gewährt. Je näher man in der Lieferkette an das Endprodukt Auto kommt, umso günstiger werden die Finanzierungskonditionen durch die Banken. Diesen Vorteil könnte man über ein flexibles Skonto an die Zulieferer weiterreichen.

Für die Lieferkette wäre das insgesamt günstiger, hat der ESB-Wissenschaftler ausgerechnet, und deshalb werde es solche Finanzierungsmodelle künftig häufiger geben. Das steigere die finanzielle Resilienz der Branche und infolge davon auch die materielle Resilienz durch die Möglichkeit, mehr Vorräte anzulegen. Michel Charifzadeh: „Ein Zurück in die Vor-Corona-Zeit wird es nicht geben.“ ●

JETZT
KOSTENLOS
TESTEN



WIR MACHEN IT-WEITERBILDUNG DIGITAL!

Die Lernplattform
für IT-Professionals

Das erwartet dich:

- Über 100 Online-Trainings und 80 Online-Kurse
- Die wichtigsten IT-Themen für heute und morgen
- Erfahrene IT-Experten
- Individuelle Lernumgebung
- Übungsaufgaben und Wissenstests



Hier geht's zu
deiner Weiterbildung:
heise-academy.de

„Auch OpenAI ist nicht gerade das Unternehmen, das mir Vertrauen einflößt: Gegründet von reichen Tech-Bros, ist die als Non-Profit-Unternehmen gestartete Organisation mittlerweile strikt profitorientiert unterwegs. Mit Microsoft als größtem Geldgeber.“

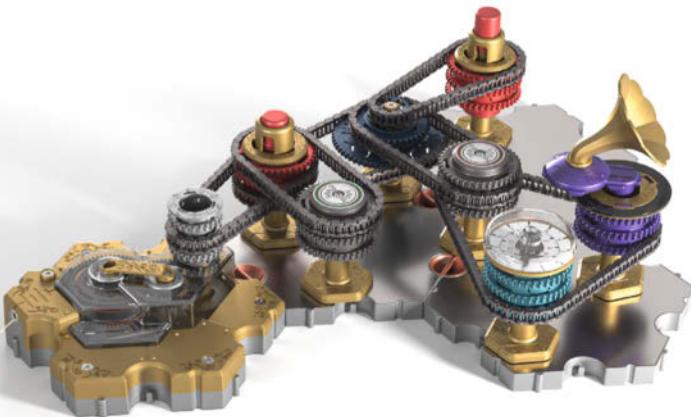
Wolfgang Stieler, TR-Redakteur, über die Regulierung Künstlicher Intelligenz (Seite 111)

Review

- 103 AUSPROBIERT • Spintronics: Läuft wie ein Uhrwerk
- 104 HARDWARE • Reifen mit Reißverschluss • Satelliten als Sicherheitsnetz
- 108 MEDIEN • Nehmt uns endlich ernst, Ananda Klaar • Wir können auch anders, Maja Göpel
- 110 MEINUNG • KI-Regulierung ist zu wichtig, um sie Ministern zu überlassen
- 114 DER FUTURIST • Vox populi vox Dei

Läuft wie ein Uhrwerk

In dem Spiel Spintronics baut man elektrische Schaltkreise mit mechanischen Bauelementen in Steampunk-Optik. Welcher Nerd kann da widerstehen?



Kaum zu glauben, aber wahr: Diese mechanischen Bauelemente verhalten sich wie ein elektrischer Schaltkreis. Man muss nur wissen, was man tut.

Ich muss zugeben, ich war von Anfang an voreingenommen. Aus zwei Gründen: Erstens ist das Spiel Spintronics von Paul und Alyssa Boswell entwickelt worden. Die beiden hatten vor einigen Jahren mit dem Turing Tumble bereits ein extrem cooles und spannendes Rätselspiel vorgelegt, bei dem es darum geht, auf einem schrägen Brett mit Murmeln, Wippen und Fängern eine Art mechanischen Computer zu bauen (TR 10/19, S. 26). Als die Boswells 2021 auf Kickstarter ihr nächstes Projekt ankündigten, war sofort klar: Das muss ich haben.

Zweitens habe ich schon als Kind begeistert mit Elektro- und Elektronik-Baukästen herumgespielt. Spintronics geht das Thema Elektronik nun aber aus einer neuen, überraschenden Perspektive an: Sämtliche Bauelemente funktionieren rein mechanisch. Die Batterie beispielsweise ist eine Art Uhrwerk, das seine Energie über Ketten und Zahnräder an mechanische Widerstände, Kondensatoren oder Amperemeter überträgt.

Diese Idee schreit förmlich nach einem Steampunk-Design, und genau das haben die Spieleentwickler wunderbar umgesetzt. Das „Amperemeter“ beispielsweise zur Messung der „Stromstärke“ – der Geschwindigkeit, mit der die Kette läuft – ist eine Art kleines Grammofon, das je nach Geschwindigkeit verschieden hoch vor sich hin jault. Zudem ist das zugehörige Rätselbuch mit den Aufgaben – wie auch schon bei Turing Tumble – liebevoll als Comic gestaltet. Es ist die Geschichte von Natalia, Tochter eines genialen Uhrmacherpaars, die jedoch aus wirtschaftlicher Not heraus im 19. Jahrhundert in die USA

auswandert. Und weil Natalia das Interesse und die Begabung ihrer Eltern geerbt hat, aber irgendwo im gottverlassenen mittleren Westen allein mit Schule und Hausarbeit komplett unglücklich wird, richtet sie im Schuppen aus Uhrmacher-Teilen ihre eigene Werkstatt ein.

Eigentlich richtet sich diese Rahmengeschichte, in die die einzelnen Aufgaben eingebettet sind, an Kinder. Kinder, die so was spielend lösen können, wären mir allerdings ein wenig unheimlich. Soll heißen: Die Aufgaben sind auch für Erwachsene alles andere als langweilig. Jedes Rätsel besteht aus einer Zeichnung für die anfängliche Anordnung der Bauteile, einer gewünschten Endbedingung – zum Beispiel: Baue die Schalter so ein, dass die Kette sich nur bewegt, wenn beide Schalter an sind – und einer Liste von Bauteilen, die zur Konstruktion einer Lösung verwendet werden dürfen.

Mal abgesehen davon, dass das Zusammenknüppeln der einzelnen Kettenglieder zu passenden Kettenschleifen und der Aufbau der mechanischen Elemente ziemlich fummelig ist, kann das auch intellektuell recht herausfordernd sein. Denn die Schaltungen, um die es jeweils geht, sind zwar nicht sonderlich komplex, aber die Umsetzung in „mechanische Elektronik“ erfordert doch einiges an Umdenken: Das mechanische Äquivalent zu einer Reihenschaltung etwa können auch drei separate Kettenschleifen sein, die parallel an den drei Zahnrädern der Batterie hängen. Da muss man sich erst mal dran gewöhnen.

Zum Glück gibt es nicht nur hinten im Rätselbuch Lösungen für ausgewählte Aufgaben, sondern online auch noch einen ausgewachsenen Simulator. Auf dem kann man auch virtuell experimentieren, um sich schrittweise an eine Lösung heranzuarbeiten. Das Spiel hat noch einen zweiten Teil – von den Spintronic-Machern „Akt“ genannt. Da gibt es noch zusätzlich mechanische Transistoren und Spulen. Dann wird es unter anderem darum gehen, Schwingkreise zu bauen und bistabile Kippschaltungen. Mit anderen Worten: Langweilig wird das so schnell nicht.



Wolfgang Stieler, TR-Redakteur, hat Technik-Spielzeug schon als Kind geliebt. Daran hat sich wenig geändert.

CAMPING

Schlafen in der frischen Luft

Campen im Winter ist eine Frage des richtigen Materials. Der US-Hersteller Tentsile hat dazu ein Isolierpaket für seine doppelstöckigen Baumzelte auf den Markt gebracht. Das „Dachgeschoss“ besteht aus einem dreieckigen Drei-Personen-Zelt, das mit Spanngurten zwischen Bäumen festgezurrt wird. Der Unterbau kann entweder bis zum Boden reichen und als wettergeschützter Wohn- oder Gepäckraum dienen oder er wird ebenfalls freischwebend zwischen Bäumen gespannt. Dann können bis zu sechs Personen auf den beiden Etagen schlafen. Ein Durchgang verbindet die Ebenen. Für beide Varianten gibt es nun einzippbare Isolierdecken aus Polyester-Hohlfasern. Wer bereits ein entsprechendes Zelt besitzt, kann das Winterpaket auch separat bestellen.



Produkt: Insulated Cabin Stack / Anbieter: Tentsile
Preis: 2319 bzw. 2679 Euro / Link: heise.de/s/B6g2



FAHRRAD

Reifen mit Reißverschluss

Mit Spikes verlieren ungeräumte Radwege ihren Schrecken. Doch oft ist die Frage, ob sich die Montage lohnt, schließlich bleiben Schnee und Eis oft nur wenige Tage liegen. Mit den reTyres des gleichnamigen norwegischen Start-ups ist das keine Frage mehr. Sie lassen sich laut Anbieter in 60 Sekunden montieren. Dazu muss zunächst ein Basis-Straßenreifen auf die Felge aufgezogen werden. Entlang seiner Flanken ist ein Reißverschluss eingearbeitet. Damit lässt sich bei Bedarf ein Überzug („Skin“) anzippen, ohne das Rad ausbauen zu müssen. Die Stoßkante ist laut Anbieter während der Fahrt nicht zu spüren. Die Skins gibt es mit normalen Stollen sowie mit 160 und 300 Spikes. Sie sind als Komplettspäne oder einzeln erhältlich. Der Anbieter empfiehlt die Reifen vor allem für Räder mit Scheibenbremsen. Sie sollen aber auch mit V-Brakes funktionieren, wenn diese sorgfältig eingestellt seien.

Produkt: reTire
Starterpaket
Anbieter: reTire
Preis: 149 – 259 Euro
Link: buy.retyre.co

HAUSHALT

Schäumen Sie schön

Flaschenbier wie aus einer Zapfanlage – das verspricht der in Chemnitz entwickelte „Biersnikator“, kurz Bison. Das batteriebetriebene Gerät wird dazu auf eine Bierflasche aufgesetzt. Drückt man beim Einschenken einen Knopf, erzeugt ein elektrisch angetriebenes Element Ultraschall mit einer Frequenz von 40 000 Hertz. Diese Schwingungen werden laut Anbieter auf das Bier übertragen: „Es wird sozusagen mit winzigen, schnellen Bewegungen geschüttelt.“ Ein Test des Computermagazins c't bestätigt: „Der Schaum ist feinporiger und weicher – und hält länger.“



Produkt: Bison
Anbieter:
Felix Gabler
Preis: 34,90 Euro
Link: bison.ooo

Foto: Tentsile

Foto: ReTire

Foto: Bison / Felix Gabler

BÜRO

Wisch und weg

Produktivitätsgurus schwören auf handschriftliche Notizen – gerne auch in Kombination mit kleinen Zeichnungen. Das klassische, analoge Notizbuch erlebt deshalb eine Renaissance. Rocketbook verspricht, die handschriftliche Notiz mit dem Vorteil des Digitalen zu verbinden und noch dazu etwas für die Nachhaltigkeit zu tun.

Denn die Seiten der Rocketbook-Notizbücher bestehen aus einem speziellen Kunststoff, der mit dem mitgelieferten Tintenroller des japanischen Herstellers Pilot beschreibbar ist. Anschließend fotografiert man seine Notizen mit der Rocketbook-App, die die Notizen digitalisiert und in der Cloud ablegt. Danach feuchtet man das ebenfalls mitgelieferte Mikrofaserstuch mit Wasser an und wischt die Seiten wieder sauber – nach Herstellerangaben funktioniert das jahrelang.



Produkt: Rocketbook
Anbieter: Rocketbook
Preis: ab 42,99 Euro
Link: heise.de/s/gbxn

Produkt: Wave Roller
Anbieter: Therabody
Preis: 149 Euro
Link: heise.de/s/VGLo



FITNESS

Vibrierende Rolle

Sogenannte Faszienrollen gelten als wahre Wundermittel. Die Rollen aus Hartschaum sollen helfen, Verspannungen zu lösen, Schmerzen zu reduzieren, Muskelkater zu lindern und die Beweglichkeit zu erhöhen. Dafür muss man bestimmte Körperpartien „ausrollen“, also sich selbst massieren, insbesondere an den Beinen, am Gesäß oder am Rücken.

Der US-Hersteller Therabody setzt da noch einen drauf. Sein „Wave Roller“ hat einen eingebauten Vibrationsmotor, der von einer App gesteuert in verschiedenen Frequenzen und Intensitäten vibrieren kann. Der eingebaute Akku reicht für 120 Minuten Betrieb – mehr als genug für eine entspannende Massage.

OUTDOOR

Satelliten als Sicherheitsnetz

Foto: Therabody

Foto: Rocketbook

Foto: Garmin International

Mal wieder kein Empfang? Auf Outdoor-Touren kann das gefährlich werden. Deshalb bietet Garmin eine Art drahtlosen Adapter ins weltweit verfügbare Iridium-Satellitennetz. Das unscheinbare Kästchen wird per App mit dem Smartphone gekoppelt. Anschließend lassen sich Nachrichten per SMS verschicken. Das klingt zwar anachronistisch, ist aber vor allem als Kanal für Notfälle gedacht. Ob die Nachricht auch tatsächlich versendet wurde, zeigt das Display an. Andere Sicherheitsfunktionen: per Taste auslösbarer Notruf, Download von Wetterdaten, Teilen der aktuellen Position sowie Navigation zurück zum Ausgangspunkt. Für die Nutzung ist ein Iridium-Abo nötig. Es kostet je nach Laufzeit 14,99 bis 19,99 Euro pro Monat.

Produkt: inReach Messenger / Anbieter: Garmin
Preis: 299,99 Euro / Link: heise.de/s/3Bn8
© Copyright by Heise Medien.



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.: 0351 85478665

Fax: 0351 85478734

E-Mail: kontakt@tzdresden.de

www.tzdresden.de



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

Technologie- und Gründerzentrum Kassel



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

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



14476 Potsdam

Biowissenschaft, Diagnostik, Chemie, Polymere, Physik, Optik, Informatik

Potsdam Science Park

Wir bieten: 30.000 m² Mietflächen für Labore und Büros, 4 ha verfügbare Gewerbeblächen, 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 Mühlenberg 11

Tel.: +49 331 237351135

E-Mail: info@potsdam-sciencepark.de

www.potsdam-sciencepark.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 913147-50
 E-Mail: heck@lsc-dus.de
www.lsc-dus.de

POSTLEITZAHL 5



50829 Köln

Biotechnologie / Pharma, Medizintechnik, Chemie, IKT, Cleantech
BioCampus Cologne / RTZ Köln
 Der BioCampus Cologne – einer der größten Biotechnologieparks Deutschlands – gemeinsam mit dem RTZ Köln. Wir bieten innovativen Unternehmen die perfekte Infrastruktur an einem international führenden Technologie-Standort. Vom Gründer bis zum Global Player – bei uns finden sie optimale Wachstumsbedingungen inmitten der Rheinmetropole.
 André van Hall
 Tel.: +49 221 93336-0
 E-Mail: info@biocampuscologne.de
www.biocampuscologne.de
www.rtz.de

POSTLEITZAHL 6



69120 Heidelberg

Biotechnologie, Pharma, Medizin, Umwelttechnik, Organische Elektronik, Digitalisierung, Künstliche Intelligenz
Technologiepark Heidelberg GmbH
 Büros, Labore, Reinräume, Co-Working, 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
 Tel.: 0821 809030-40
 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.

Mit 15 traut sich Ananda Klaar beim Fridays-for-Future-Klimastreik ans Mikro, dann verhindert die Pandemie weitere Demo-Auftritte. Mit 18 schreibt sie sich ihren Frust über die Ignoranz der Alten von der Seele. – Ulf J. Froitzheim

Pflichtlektüre für Entscheidungs-Träge



Ananda Klaar:
Nehmt uns endlich ernst!
Ein Aufschrei gegen die
Übermacht der Alten.
Piper Taschenbuch, 176 Seiten,
14 Euro (E-Book 13,99 Euro)

Eigentlich schreiben 18-Jährige keine Bücher, die ein angesehener Verlag auf totes Holz druckt. Ananda Klaar sucht aber die Öffentlichkeit – nicht nur in ihrer Altersgruppe, sondern vor allem bei den Millennials, der Generation X, den Boomern. Denn nur die „Erwachsenen“ treffen oder verschleppen die Entscheidungen, von denen die Zukunft der Jungen abhängt.

Deshalb liest, schaut und hört die mittlerweile 19-jährige Politikstudentin traditionelle Medien. Deshalb hat sie aus der Nachrichtenflut allerlei alarmierende Informationen herausgesiebt, die jedermann und jedefrau wahrnehmen könnten, gingen sie ihnen nur nicht zum einen Ohr rein und zum anderen raus.

Deshalb verbrachte Klaar die Monate zwischen Abitur und Uni nicht mit Spaßreisen, sondern verfasste eine Synopse des gesellschaftlichen und politischen Versagens aus dem Blickwinkel der Generation, die das alles wird auszubaden haben und die dementsprechend sauer ist. Wütend. Verzweifelt. Hoffend. Ananda Klaar hat beschlossen, die Stimme der Kinder zu sein, von denen wir die Erde nur geborgt haben.

Nichts, aber auch gar nichts in ihrem Buch hat in irgendeiner Weise Neugewicht, und es ist quälend konsequent aus der Froschperspektive eines umweltbewegten Teenagers aus der oberschwäbischen Wohlstandsödön geschrieben. Da nimmt man mit 17 Fahrstunden, weil man ohne Auto aufgeschmissen ist. Doch genau dieser Ansatz macht es zur Pflichtlektüre für Entschei-

dungs-Träge, in deren Macht es stünde, etwas zu tun, zu ändern, zu bewegen.

Der rhetorische Trick der Hobby-Poetry-Slammerin, die freitags fürs Klima schulstreikte und erst kurz nach der Bundestagswahl volljährig wurde, besteht darin, sich kleinzumachen. Sie schlüpft zurück in die Rolle des Kindes, um den nackten Kaiser zu brüskieren: Seht her, dieser Staat tut weder das Nötige gegen den Klimawandel noch gegen die im 20. Jahrhundert festgetackerten Strukturen seines Bildungssystems. Er halst den Jungen nicht nur eine demografische Hypothek in Form der Boomer-Rentenansprüche auf, sondern auch eine ökologische: Jede Tonne CO₂, die die Alten durch den Auspuff ihres „Kraftstofffahrzeugs“ jagen, fehlt den Kindern später im Restbudget. Und die haben kein Vetorecht, weil ihre Stimme erst ab 18 zählt und die Senioren eh in der Mehrheit sind. Nur bleichen dürften sie, empört sich Klaar, deren indonesische Verwandtschaft in einer besonders bedrohten Klimazone lebt: „Es wird nicht nur unser Heimatplanet zerstört, sondern nebenbei auch noch mit unserem Kapital spekuliert.“

Als „Aufschrei gegen die Übermacht der Alten“ verkauft Piper das Taschenbuch. Das ist ein wenig schwarz-weiß. Im neuen Generationenkonflikt gehört Klaar zur Avantgarde. Auch in ihrer Altersgruppe nehmen viele den Klimawandel noch auf die leichte Schulter. Doch bei denen, die informiert sind, grasiert eine bedenkliche „Klimaangst“. Es ist die Angst vor dem, was unweigerlich geschehen wird, wenn wir Alten die Jungen nicht endlich ernst nehmen.

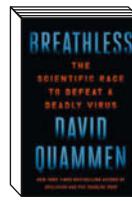
MEDIZIN

Atemlos

„Für einige Menschen war die Ankunft dieser Pandemie nicht überraschend, sondern einfach nur schockend.“ So beginnt David Quammens neues Buch *Breathless* über Covid-19, mit dem er das Herrenbrechen der Coronawelle über die Welt nachzeichnet. Das tut er – wie schon in seinem erst zehn Jahre alten Buch *Spillover* (TR 11/2013, S. 84) – akribisch und immer einfach erklärend.

In *Breathless* reist Quammen weit vor den Pandemiebeginn zu den frühen Hinweisen, die Infektiologen damals schon ein Coronavirus erwarten ließen. Dazu erzählt er von den ersten Pings auf dem Pandemie-Radar und präpariert heraus, warum mit großer Wahrscheinlichkeit ein Spillover hinter diesem Ausbruch steckt.

Quammens neues Buch ist so lesenswert, weil er die Akteure in seinen Rückblicken zum Leben erweckt. Was treibt sie an und warum spielen sie eine wichtige Rolle? Auch wenn man schon vieles über die Pandemie gelesen hat – Quammens umfassende Chronik lohnt sich. – Veronika Szentpétery-Kessler



David Quammen:
Breathless, Bodley Head, 416 S.,
13,99 Euro (E-Book:
12,59 Euro)



Maja Göpel: *Wir können auch anders*. Ullstein, 368 S.,
19,99 Euro (E-Book:
16,99 Euro)

GESELLSCHAFT

Nur Mut!

Wir leben in paradoxen Zeiten: Einerseits signalisieren extreme Wetterereignisse, zerfallende Lieferketten und eskalierende internationale Konflikte, dass wir nicht so weiter machen können wie bisher. Andererseits scheint ein grundsätzlicher Kurswechsel in Politik und Wirtschaft nicht in Sicht.

Wie der notwendige Wandel trotzdem hinzubekommen ist, diskutiert Transformationsforscherin Maja Göpel gemeinsam mit Co-Autor Marcus Jauer auf rund 300 Seiten in ihrem neuen Buch. Als wesentliches Hindernis des Wandels haben die Autoren einen Mangel an Vorstellungskraft identifiziert. Also erklären sie einerseits, wie schon kleine Änderungen der gesellschaftlichen Regeln große Veränderungen bewirken können. Andererseits betonen sie, wie leicht es ist, die eigene Gestaltungsfähigkeit zu überschätzen und damit das Gegen teil von dem zu bewirken, was man eigentlich will. Die geistige Lockerungsübung mündet in einen Appell, der nicht neu ist, aber vielleicht wichtiger denn je: Die Zukunft neu zu denken – und sie aktiv mitzugestalten. – Wolfgang Stieler

KLASSIKER NEU GELESEN

Glanz und Elend der Science-Fiction

Hugo Gernsback (1884–1967) ist vor allem als Groschenheft-Verleger bekannt, der Science-Fiction ab den 1920ern populär gemacht hat. Heute gelte er als „ausgesprochen ambivalente Figur“, schreibt SF-Experte Sascha Mamczak, weil er auch für das trashige Image des Genres verantwortlich gemacht werde.

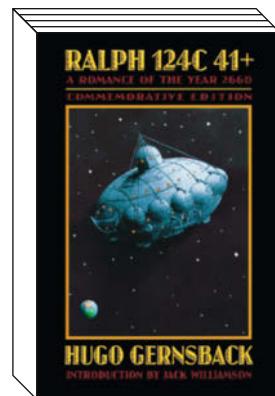
Glanz und Elend der Science-Fiction gernsbackscher Prägung zeigt sich bereits bei seinem ersten eigenen Werk *Ralph 124C 41+*. Es erschien ab 1911 als Fortsetzungsroman. Der gebürtige Luxemburger hatte den Anspruch, „möglichst akkurate Vorhersagen“ zu liefern. Literatur war für ihn lediglich ein Vehikel, Menschen zu belehren, ohne dass sie sich belehrt fühlen.

Die Story spielt im New York des Jahres 2660. Im Zentrum steht der gefeierte Erfinder Ralph (mit Ziffern als Nachname). Die Handlung besteht weitgehend aus „Mansplaining“: Mann erklärt Frau die Welt. Erkennbar lustlos hat Gernsback noch eine Liebesgeschichte drumherumgestrickt. Literarisch ist das lausig.

Zudem steht Gernsback noch halb im 19. Jahrhundert: Ralph – ein einsames Genie mit Butler statt Forschungsteam – scheint direkt dem viktorianischen Zeitalter entsprungen. Das Ende der Pferdefuhrwerke terminiert Gernsback auf das Jahr 2096. Und er propagierte noch die damals schon widerlegte Äther-Theorie.

Doch geschenkt: Das Buch sei eine „Goldmine für nahezu jeden Science-Fiction-Autor einer ganzen Generation“, schreibt Autor Fletcher Pratt im Vorwort zur Neuauflage von 1950. Die Trefferquote der Prognosen liege „im 90-Prozent-Bereich“: Beamer, Bezahlen per Fingerabdruck, elektronische Zeitungen, Fernsehen, Geothermie, Hyperloop, Lufttaxis, Photovoltaik, Radar, synthetische Textilien, Essen aus dem Bioreaktor, Videokonferenzen und noch einiges mehr.

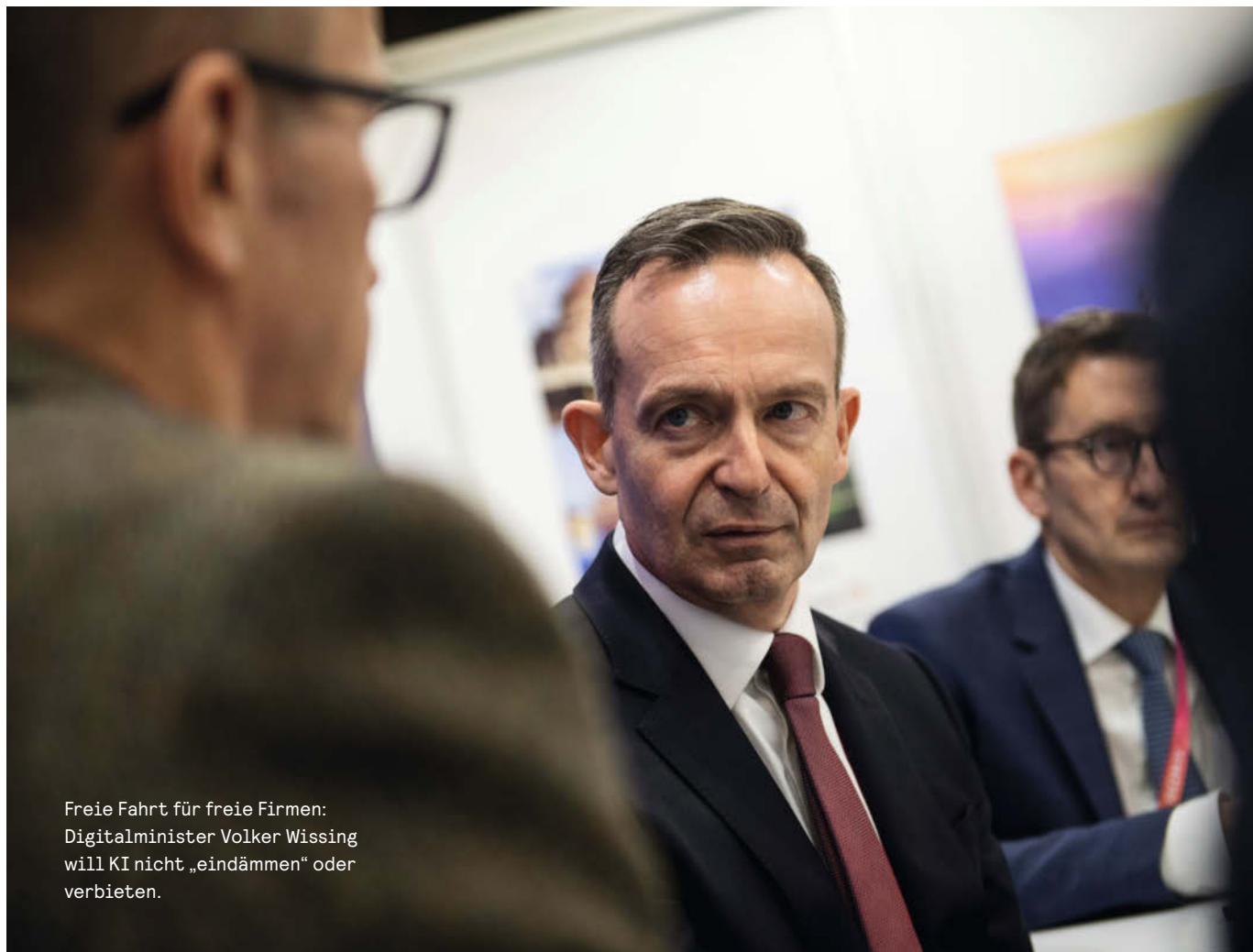
Im zweiten Vorwort moniert Erfinder Lee de Forest allerdings die Vision, dass nur noch E-Autos unterwegs seien. Gernsback habe „die Zukunft des Autoverkehrs grob missdeutet, die tatsächlich weg vom Elektroantrieb führt“. Der Roman ist also besser gealtert als das fast vier Jahrzehnte jüngere Vorwort. – Gregor Honsel



Hugo Gernsback: *Ralph 124C 41+*. Taschenbuch ab 16,99 Euro, E-Book kostenlos bei Project Gutenberg

KI-Regulierung ist zu wichtig, um sie Ministern zu überlassen

Volker Wissing will bei der Regulierung von KI auf Transparenz statt Verbote setzen. Das klingt gut, geht aber am Ziel vorbei.



Freie Fahrt für freie Firmen:
Digitalminister Volker Wissing
will KI nicht „eindämmen“ oder
verbieten.

Kaum gibt es eine politische Diskussion um die Regulierung einer neuen Technologie, bricht ein hochrangiger FDP-Politiker aus dem Gebüsch und rudert argumentativ heftig mit den Armen. In der Regel mit dem Ziel, diese Regulierung möglichst abzuschwächen. Denn zu viel Regulierung, so das Mantra dieser Partei, schwächt die Innovation.

Diesmal erinnert uns Volker Wissing daran, dass er nicht nur Verkehrsminister, sondern auch „Digitalminister“ ist. Und in dieser Rolle spricht er sich gegen eine „zu strenge Regulierung von künstlicher Intelligenz“ aus. Statt vor allem auf „Verbote oder eine Eindämmung der Technologie“ zu setzen, sei es nötig, sich „auf die Frage der Transparenz“ zu konzentrieren und „alles aus der Perspektive der Anwenderinnen und Anwender“ zu denken. Helfen könnte bei dieser Art von Regulierung beispielsweise ein Unternehmen wie OpenAI – das Wissing auf einer USA-Reise natürlich auch besucht hat. Und die Macher von ChatGPT hätten ihm versichert, sagt Wissing, dass sie bereit seien, „sich an einer guten Regulierung beratend zu beteiligen“.

Nichts gegen gute Beziehungen der Politik zur Wirtschaft – die können manchmal auch nützlich sein. Aber ist das jetzt nur mein vorurteilsbehafteter Reflex, der mich automatisch an die enge Verbundenheit der FDP zur Autoindustrie denken lässt? An ihre enge Beziehung zu schnellen Sportwagen, die merkwürdigerweise einhergeht mit der standhaften Verweigerung eines allgemeinen Tempolimits auf Autobahnen, oder die penetrante Betonung von „Technologieoffenheit“? Und auch OpenAI ist nicht gerade das Unternehmen, das mir Vertrauen einflößt: Gegründet von reichen Tech-Bros, die fest daran glauben, ein KI-Modell müsse nur groß genug sein, um menschenähnliche Intelligenz zu erreichen – auch bekannt als Skalierungs-hypothese – ist die als Non-Profit-Unternehmen gestartete Organisation mittlerweile strikt profitorientiert unterwegs. Mit Microsoft als größtem Geldgeber.

Bedauerlicherweise muss ich allerdings gestehen, dass die Äußerung von Wissing auch ihr Gutes hat. Denn sie lenkt die Aufmerksamkeit auf eine wichtige und stark unterbelichtete Debatte: die Diskussion um das europäische KI-Gesetz.

Worum geht es? KI-Anwendungen, bei denen ein nicht hinzunehmendes Risiko für die Verletzung fundamentaler Rechte besteht, werden schlichtweg verboten. Dazu gehört zum Beispiel Social Scoring oder das Manipulieren und Ausnutzen von menschlichen Schwächen, um das Verhalten von Usern zu deren Ungunsten zu manipulieren. Chatbots, die das Blaue vom Himmel lügen, um Kunden bestimmte, für sie nachteilige Verträge anzubieten, wären also verboten. Bloße Informationsgespräche des Chatbots über die Produktpalette könnten hingegen erlaubt sein. Auch wenn sie – vielleicht – als Hochrisikoanwendungen eingestuft würden. Damit unterliegen sie künftig einer strengen Dokumentationspflicht und Regulierung.

Statt definierte Technologien zu regulieren, gingen die Autoren des ursprünglichen Entwurfes von der beabsichtigten Anwendung des KI-Systems aus. Die Frage, ob eine konkrete Anwendung verboten wird oder unter die Hochrisikokategorie fällt, hat für den Anbieter gravierende Konsequenzen. Entsprechend wird vor der – im März stattfindenden – Abstimmung um konkrete Formulierungen in den Ausführungsbestimmungen gerungen.

Die EU-Kommission hingegen argumentiert: Eine strenge Regulierung könne sich für die Unternehmen, die sich dieser Regulierung unterwerfen, als Wettbewerbsvorteil erweisen. KIs nach europäischem Standard wären in dieser Logik besonders vertrauenswürdig und ethisch einwandfrei und würden sich deshalb überall auf der Welt gut verkaufen. Industrievertreter betonen hingegen, je enger die Kriterien für Hochrisiko-KI würden, desto abschreckender wäre das für Risikokapitalgeber und Start-ups. Damit könnte Europa von einer wichtigen technologischen Entwicklung abgeschnitten werden.

Dazu kommt eine zweite Frage: Wie genau sind die Grenzen der KI-Anwendung definiert? Wenn ein Chatbot auf die Dienste eines großen Sprachmodells zugreift, muss dann der Chatbot zertifiziert werden oder auch das Sprachmodell? Die Googles, OpenAIs und Metas dieser Welt drängen – in trauter Einigkeit mit der US-Regierung – darauf, dass die EU-Regulierer möglichst wenig Zugriff auf ihre Produkte bekommen. Noch ist ihre Position dabei gut, denn sie haben für große KI-Modelle ein Quasi-Monopol. Das beginnt allerdings zu bröckeln.

Wie drängend die Regulierung von KI geworden ist, zeigt nicht zuletzt ein Produkt wie ChatGPT. Als die ersten Entwürfe für das Gesetz geschrieben wurden, war das, was diese Software jetzt kann, noch pure Science-Fiction. Mit der kommenden Generation dieser Software werden, um noch mal Volker Wissing zu zitieren, „Dinge möglich, die unser Leben verändern“.

Die Frage ist nur, in welche Richtung. Der ursprüngliche Entwurf für eine KI-Regulierung war überraschend weitreichend. Er könnte auf den letzten Metern noch aufgeweicht werden. Wer das nicht will, muss seine Position unmissverständlich deutlich machen. Ein paar schnelle Witze über windige Digitalminister werden da leider nicht reichen.



Wolfgang Stieler, TR-Redakteur, ist fasziniert vom technischen Fortschritt bei großen Sprachmodellen, macht sich aber Gedanken um deren wirtschaftliche, politische und soziale Folgen.

Weg frei für weniger Tierversuche

Die USA verlangen keine Tierversuche mehr und machen damit den Weg für alternative vorklinische Tests frei. Das ist konsequent, auch wenn noch klare Richtlinien fehlen.

Nur zehn Prozent aller Medikamentenkandidaten schaffen es von der ersten klinischen Testphase bis zur Zulassung. 90 Prozent der Wirkstoffe also, die nach den vorklinischen Tierversuchen mit Nagern zu den Tests am Menschen weitergewunken wurden, enttäuschen die Erwartungen. Schlimmstenfalls, weil sie sich doch als zu gesundheitsschädlich erweisen, bestenfalls, weil sie schlicht nicht wirksam genug sind oder im Menschen nicht das bewirken, was sie in Mäusen, Ratten, Hamstern oder Primaten bewirkt haben. Bei Substanzen, die auf das Nervensystem abzielen, liegt die Durchfallquote noch höher.

Daraus haben die USA – nach intensiver Lobbyarbeit von Tierschutzorganisationen – nun die richtigen Konsequenzen gezogen. In dem von Präsident Biden im Dezember unterschriebenen Modernization Act 2.0 der US-Zulassungsbehörde Food and Drug Administration (FDA) sind Tierversuche nicht mehr zwingend vorgesehen, um erste klinische Studien an Menschen für einen Wirkstoff oder eine Therapie zu ermöglichen. Tierversuche als Teil der Entwicklungskette werden zwar nicht komplett abgeschafft. Nun sind aber auch Alternativen wie Tests auf Organchips möglich. Dabei fließt das Medikament in winzigen Kanälchen etwa über Leber-, Lungen-, Herz- und Nierenzellen hinweg. Der Vorteil: Hier reagieren menschliche Zellen.

Einer kürzlich im Fachjournal *Nature Communications Medicine* (heise.de/s/1oO4) veröffentlichten Studie zufolge zeigte der Leberchip des Bostoner Biotechnologie-Unternehmens Emulate in 87 Prozent der Fälle korrekt an, dass ein Wirkstoff giftig für die Leber ist. Nicht leberschädliche Mittel detektierte der Emulate-Chip sogar zu 100 Prozent. Dafür waren 27 Medikamente mit bekannter Wirkung auf die Leber auf 870 Chips untersucht worden.

Ebenfalls im Gespräch als Alternative zu Tierversuchen sind aus Stammzellen gezüchtete Organoide. Auch mit den Miniorganen sollen sich künftig mögliche Schäden durch neue Wirkstoffe an Leber und Herzzellen voraussagen lassen. Noch sind sie dafür nicht weit genug entwickelt und die Stammzellen müssten – um ihren Einsatz auch ethisch vertreten zu können – aus umprogrammierten Körperzellen kommen. Auch der Emulate-Chip muss seine Trefferquote weiter verbessern. Das ist aber sehr wahrscheinlich keine Frage des „Ob“, sondern des „Wann“. Die Entwicklungen weisen darauf hin, dass es in Zukunft möglich sein dürfte, Tierversuche zumindest sehr stark einzuschränken.

Für In-silico-Studien würden nicht einmal Zellen bemüht: Experten hoffen, dass In-silico-Tests, die mit künstlichen neuronalen Netzwerken vorhersagen, was ein Stoff im Zielgewebe bewirkt, zu einer Alternative werden können. Die Modelle generieren ihre Aussagen über die Verträglichkeit und potenzielle Wirkung von Stoffen rein aus Datensätzen über ähnliche Substanzen, deren Wirkprofile gut untersucht sind. In einer Studie der University of Oxford hatten simulierte Herzzellen bekannte Nebenwirkungen von zugelassenen Herzmedikamenten zuverlässiger angezeigt als Tierversuche mit präparierten Kaninchenherzen (heise.de/s/kl2Q). Die Genauigkeit der In-silico-Methode betrug bei über 60 getesteten Medikamenten 89 Prozent. Die Kaninchenherzen reagierten nur in 75 Prozent wie ein menschliches Herz.

Das neue Gesetz wird Beobachtern zufolge nicht für ein schlagartiges Abnehmen der Tierversuche in den USA sorgen. Es ist allenfalls eine Gesprächsgrundlage zwischen entwickelnden Unternehmen und der Zulassungsbehörde. Viele Gutachter dürften also trotz der mangelnden Aussagekraft weiterhin Ergebnisse aus Tierversuchen bevorzugen und auch fordern. So gesehen wäre es konsequenter gewesen, wenn es bereits FDA-Vorgaben für die Alternativen gäbe. Denn welche Tests künftig als Tierversuch-Alternative anerkannt werden, steht noch nicht fest.

Immerhin hat die FDA für dieses Jahr fünf Millionen Dollar Förderung von der US-Regierung erhalten, um die Entwicklung von Testmethoden zu unterstützen, mit denen sich Tierversuche künftig ersetzen, reduzieren und verbessern lassen. Das Gesetz ist also insgesamt ein Schritt in die richtige Richtung.



Veronika Szentpétery-Kessler, TR-Redakteurin, begrüßt die technischen Fortschritte bei den Organchips.

BALKONKRAFTWERKE

Photovoltaik ist balkonfähig geworden

Was 2022 an deutschen Balkonen passiert ist, ist einzigartig. Das Balkonkraftwerk ist im Massenmarkt angekommen. Das belegen Angebote wie die des Discounters Netto. Zudem sind Komponenten seit dem 1. Januar mehrwertsteuerbefreit. Also jetzt zugreifen, bevor die Preise wieder anziehen!

Das kleine Nischenprodukt bekommt auch gerade große Fürsprecher: Sowohl die Bundesnetzagentur als auch der Elektrofachverband VDE sprachen sich kürzlich für Schuko-Stecker statt der derzeit verwendeten Spezialstecker zum Anschluss dieser Balkonmodule aus. Zudem schlägt der VDE vor, dass man Geräte bis 800 Watt künftig direkt bei der Bundesnetzagentur online anmelden können sollte, nicht mehr dezentral beim lokalen Netzbetreiber. Was Netzbetreiber ihren Kunden aktuell an gruseligen Formularen vorlegen, ist eine wahre Zumutung.

Diese Vereinfachung könnte dann als Probelauf für das Anmelden großer Anlagen dienen, denn auch hier müssen die Provinzfürsten bei den Stadtwerken dringend entmachtet und die Aufgaben zentralisiert werden. Dass wertvolle Arbeitskräfte von Photovoltaikfirmen mit dem Ausfüllen schlecht gestalteter Formulare blockiert werden, ist nicht mehr zeitgemäß.

Die Stecker und das Anmelden bleiben jedoch nicht die einzigen Hürden: Sobald man die Module außerhalb des Balkons, zum Beispiel am Geländer, installieren will, muss der Vermieter zustimmen. Und unzugängliche Hausverwaltungen und konservative Vermieter hassen nur eins mehr als Ballspiele auf dem Rasen und Kinderwagen im Treppenhaus: bunte

Sichtschutzelemente und Sat-Schüsseln an ihren formschönen Balkonen. Ein Photovoltaikmodul? Hässlich.

Das Umdenken hat in der Wohnungswirtschaft noch nicht überall begonnen. Wer heute Balkonkraftwerke untersagt, weil das einheitliche Erscheinungsbild des Mehrfamilienblocks gestört wird, dem muss man schlicht Bösartigkeit unterstellen. Denn er verwehrt seinen Mietern den Zugang zu einem Gerät, das die Stromrechnung drückt und sich nach wenigen Jahren amortisiert. Wünschen kann man jenen Verhinderern nur, dass der Gesetzgeber eingreift und das Widerspruchsrecht von Vermietern beschränkt – oder dass der Wohnungsmarkt sich doch eines Tages so entwickelt, dass Mieter sich wieder die beste Wohnung aus vielen Angeboten aussuchen können.



Jan Mahn, Redakteur beim Computermagazin c't, baut Balkonkraftwerke bei Freunden und Verwandten – wenn der Hauseigentümer mitspielt.

**WIR MACHEN
KEINE WERBUNG.
WIR MACHEN
EUCH EIN ANGEBOT.**

c't
ct.de/angebot

© Copyright by Heise Medien.

**ICH KAUF MIR DIE C'T NICHT.
ICH ABOONNIER SIE.**

Ich möchte c't 3 Monate lang mit über 30 % Neukunden-Rabatt testen. Ich lese 6 Ausgaben als Heft oder digital in der App, als PDF oder direkt im Browser.

Als Willkommensgeschenk erhalte ich eine Prämie nach Wahl, z. B. einen RC-Quadrocopter.

Jetzt gleich bestellen: ct.de/angebot
+49 541/80 009 120 leserservice@heise.de



Vox populi vox Dei

„Herr Demain, könnten Sie in mein Büro kommen?“

Komisch. Normalerweise rief sein Chef nie an, sondern kam persönlich vorbei, wenn er etwas wollte.

„Herr Demain, ich habe leider eine unangenehme Nachricht für Sie: Ich muss Sie entlassen.“

David war völlig verdattert. Seit fünfzehn Jahren arbeitete er in dem Unternehmen. Nie hatte er irgendwelche Schwierigkeiten gehabt. „Wieso?“

Sein Chef hielt ihm sein Smartphone hin. Die Twitter-App war geöffnet und zeigte das Profil seines Chefs an. Unter dem albernen Porträt-Foto mit möchtegern-cooler Sonnenbrille war das Ergebnis einer Abstimmung zu sehen. Die Frage lautete: „Soll ich David Demain entlassen?“ Der Ja-Balken lag bei 57,3 Prozent. 42,7 Prozent hatten für Nein gestimmt.

„Sie haben über meine Entlassung abstimmen lassen?“, fragte David entgeistert. „Bei Twitter?“

„Vox populi vox Dei“, sagte sein Chef und sah ihn erwartungsvoll an. „Ja, so viel Latein verstehe ich noch“, sagte David genervt. „Die Stimme des Volkes ist die Stimme Gottes. Was soll dieser Quatsch?“

„Ich wollte mehr Demokratie wagen“, sagte sein Chef.

David erzählte seinem Freund Andi von dem Vorfall.

„Ja, ich habe davon gehört“, sagte er. „Twitter hat eine neue Sektion namens Twittocracy eröffnet. Man kann dort über

alles Mögliche abstimmen lassen. Es soll Entscheidungsfindungen erleichtern.“

David schnaubte verächtlich. „Was für ein Scheiß. Wohin soll das noch führen?“

Am nächsten Tag hatte er die Antwort.

„.... kündige ich hiermit unser Mietverhältnis.“

David zerknüllte den Brief. Sein Vermieter wohnte im Haupthaus und machte sein Sonderkündigungsrecht geltend. David hatte eine düstere Ahnung.

„Äh, ja, ich habe auf Twitter abstimmen lassen“, gab sein Vermieter auf Nachfrage zu. Er hob die Hände, als könnte er nichts dafür. „Sie hatten schließlich Ihren Job verloren! Vox populi ...“

„.... vox Dei, schon klar.“

Mit gepackten Koffern stand David am nächsten Tag vor der Tür seiner Freundin.

„Eva, ich habe gerade eine kleine Pechsträhne. Kann ich ein paar Tage bei dir wohnen?“

Ihre Miene war versteinert. „Es tut mir leid, aber du kannst hier nicht bleiben.“

„Wieso nicht? Es ist nur für ein paar Tage.“

„Ich ...“ Sie schüttelte den Kopf. „Ich möchte mich von dir trennen.“

„Was?“

Wortlos hielt sie ihm ihr Smartphone hin. Darauf sah er die Abstimmungsbalken unter ihrer Frage „Soll ich mich von meinem Freund trennen?“. 71 Prozent hatten für Ja gestimmt.

Die nächsten Tage verbrachte er in einem Zustand tiefster Verzweiflung, Hilflosigkeit und Alkoholisierung. Er konnte es einfach nicht fassen. Immer wieder starrte er auf die Abstimmungsergebnisse, die sein Leben binnen kürzester Zeit in Trümmer gelegt hatten.

Als würden sie nicht zu ihm gehören, sah er seine Hände etwas tippen: „Ich habe Job, Wohnung und Freundin verloren. Soll ich mich umbringen?“

Bevor er weiter nachdenken konnte, hatte er die Abstimmung gestartet.

Am nächsten Morgen wachte er mit heftigen Kopfschmerzen vor dem Bildschirm auf. Der Ja-Balken stand bei 69,7 Prozent. „Vox populi vox Dei“, flüsterte David.

Der Wind pfiff heftig, als er über das Geländer der Brücke stieg. Nur noch wenige Zentimeter trennten ihn von dem dreißig Meter tiefen Fall in das eiskalte Wasser des Flusses.

Sein Telefon klingelte.

„David!“, es war Andi. „David! Ich habe deine Abstimmung gesehen. Bitte mach keinen Quatsch!“

„Quatsch? Das Volk hat entschieden. Und das Volk ist Gott!“

„Bullshit! Twitter hat soeben alle Abstimmungen der letzten Zeit für ungültig erklärt. Die Abstimmungsergebnisse waren von mehreren KIs manipuliert. Nix vox populi. Vox Dei. Dei ex machina!“ – 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.



Bedeutet digitales Wachstum auch Nachhaltigkeit?

RETHINK
THE SYSTEM

Die Klimaziele von morgen erreichen wir nicht mit den Technologien von gestern. Lassen Sie uns deshalb gemeinsam den Status-Quo überdenken. T-Systems unterstützt Sie mit Green-IT-Lösungen und grünen Cloud-Services: für digitales Wachstum im Einklang mit nachhaltigen Umweltzielen.

Jetzt mehr erfahren unter:
rethink-the-system.de



T Systems

Let's power
higher performance

© Copyright by Heise Medien