

MIT Technology Review

Das Magazin für Innovation von Heise

**CHAT
GPT**

nn ich besser lernen?
ensch ist unterschiedlich,
nn es hilfreich sein, ver-
Techniken auszuprobieren
szufinden, was am
ktioniert.

KI
**KOMMT IN DIE
SCHULE**

ChatGPT verändert,
wie unsere Kinder lernen.
Jetzt brauchen wir
eine neue Schule.

$$\begin{aligned} 2 \cdot x + 5 &= 10 \\ 2 \cdot x &= 5 \\ x &= 2,5 \end{aligned}$$

Probe: $2 \cdot 2,5 + 5 = 10$
 $10 = 10$ (Wahr)

Architektur

Günstige Gebäude
aus dem Baukasten

Energie

Woher soll der grüne
Wasserstoff kommen?

Gaming

Wie rechte Gruppen
Jugendliche ködern

Smart Home

Wenn der Staubsauger
uns ausspioniert



Hannover **Maker Faire®**

Das Format für
Innovation und
Macherkultur

19.–20. Aug.

Hannover Congress Centrum

maker-faire.de

UNTER DER SCHIRMHERRSCHAFT VON
BETTINA STARK-WATZINGER MDB



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Förderer



Region Hannover

Partner



© Copyright by Foto: Juliano

Liebe Leserinnen und Leser,



als mein Sohn neulich für eine Mathearbeit lernte und sein MacBook neben sich hatte, sah ich erstaunt auf den Bildschirm: Er hatte ChatGPT offen und ließ sich Übungsaufgaben von der Software geben. Die KI erklärte ihm auch den Rechenweg und stellte auf Wunsch Übungsaufgaben in der von ihm gewünschten Schwierigkeit.

Die Mathe-Aufgaben meines Sohnes sind nur ein Beispiel dafür, wie stark generative KI Einfluss aufs Lernen haben könnte. Denn ChatGPT und Co. stellen infrage, inwiefern die klassische Wissensvermittlung im Klassenzimmer noch sinnvoll ist, wenn eine KI in Zukunft nahezu alles Wissen der Welt innerhalb von Sekunden in geforderter Form liefert. Wie kann Schule darauf reagieren?

Individuelleres Lernen, an das Lernniveau angepasste Aufgaben, analytische Fähigkeiten stärken, weniger repetitive Aufgaben und Auswendiglernen: Das verändert nicht nur, wie Lehrkräfte die Leistungen der Schüler einordnen – schließlich würden Transferleistungen eine viel wichtigere Rolle spielen, und die lassen sich nicht einfach wie abgefragtes Wissen bewerten. Dieses neue Lernen passt auch viel besser zu den geforderten Skills für den Arbeitsmarkt der Zukunft – die oft zitierten vier Ks: Kommunikation, Kollaboration, Kreativität und kritisches Denken (Seite 14).

Bei aller Euphorie stellt sich allerdings die Frage, wie gut digitale Werkzeuge dafür geeignet

sind, die Grundfähigkeiten zu erlernen – zum Beispiel das Lesen (Seite 42). Wenn Schülerinnen und Schüler dafür ein digitales Endgerät nutzen, wie hoch ist der Lerneffekt im Vergleich zum gedruckten Papier? Gibt es überhaupt einen Unterschied?

Software kann aber nicht nur beim Lernen helfen, sondern auch die Stimmung in den Klassen einfangen. Lehrende in Dänemark nutzen dafür spezielle Apps (Seite 24). Das ist interessant, weil seelische Erkrankungen unter Schülern auch hierzulande ein zunehmendes Problem sind: Zwischen den Jahren 2000 und 2017 hat sich die Zahl von Kindern mit Depressionen unter 15 Jahren laut Statistischem Bundesamt verzehnfacht. Die Pandemie hat diesen Trend sogar noch verstärkt.

Das Klassenzimmer wird – endlich – immer digitaler. Jetzt ist es wichtig, es so zu gestalten, dass wir unseren Nachwuchs gut für seine Zukunft vorbereiten. Denn es gibt einiges zu tun in der Welt des 21. Jahrhunderts.

Ihr

Luca Caracciolo
@papierjunge



KI IN SCHULEN • Generative KI verändert, wie unsere Kinder lernen. Nun muss das Schulsystem umsteuern (Seite 14)

3 Editorial

6 Bild des Monats

Der Zwilling der Titanic

UPDATE

9 Haustechnik

Wärme aus der Wand

10 Digitalisierung

Wie die Bundesagentur für Arbeit KI einsetzt

13 Mythos des Monats

Gaming macht gewalttätig

TITEL

14 KI in der Schule

ChatGPT verändert das Lernen und die Schulen

22 Experte in 5 Minuten

Wie misst man Bildung?

24 Mentale Gesundheit

Dänische Schulen nutzen Apps, um die Stimmungslage der Schüler zu erfassen



Podcast

Die neuen großen Sprachmodelle für Lernende und Lehrende seien wie eine Zeitenwende, erläutert die Wirtschaftsinformatikerin Doris Weßels. Sie sieht darin vor allem Chancen.



32 Learntec-Start-ups

10 Tipps für digitales Lernen

36 Soziale Gerechtigkeit

Ist eine Informatik-Ausbildung ein Garant für einen guten Job?

42 Lesen lernen

Digitale Medien verändern, wie in der Schule lesen gelehrt wird

REPORT

51 Kolumne

Ausbeutung mit globalem Ausmaß

52 Rechtsextremismus

Propaganda auf Gaming-Plattformen

58 Architektur

Wohnblocks aus dem Baukasten

64 Biotechnologie

Präziser als CRISPR: Designer-Rekombinases

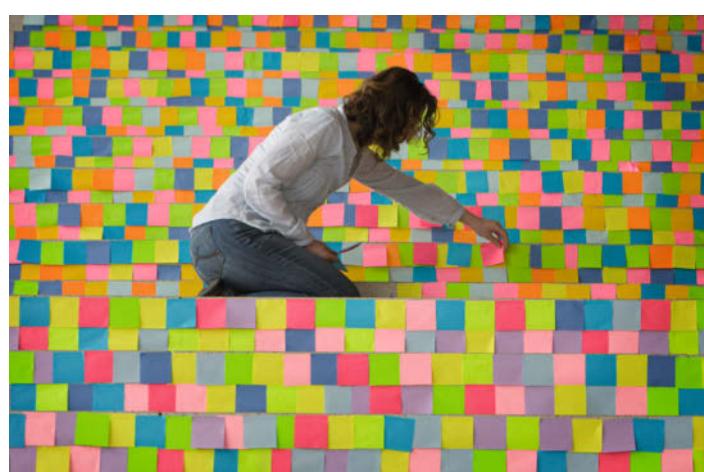
69 Déjà-vu

Der Suchmaschinenkampf der Giganten

70 E-Fuels

Sprit aus den Winden Patagoniens

PRODUKTENTWICKLUNG • Design Thinking sollte Innovationen hervorbringen, hält aber nicht, was es verspricht (Seite 82)



© Copyright by Heise Medien.

„Wenn du dir das große Bild anschaußt, drei Milliarden Gamer, dann ist dieser kleine Anteil von Fällen eine signifikante Größe.“

Rachel Kowert, Forschungsdirektorin bei Take This, über rechtsradikale Propaganda auf Gaming-Plattformen (Seite 56)



ARCHITEKTUR • Modulare Bauten entstehen in Fabrikhallen in Serie und werden vor Ort nur noch aufgestellt (Seite 58)

75 Jubiläum

Die erste Großwindanlage sollte zeigen, dass es nicht geht

76 20 Jahre MIT Technology Review

Tops und Flops aus zwei Jahrzehnten Technikjournalismus

82 Produktentwicklung

Viele Post-its, wenig Ertrag beim Design Thinking

88 Smart Home

Wenn uns der Staubsauger ausspioniert



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

DOSSIER

93 Stromerzeugung

Wer liefert grünen Wasserstoff?, Muster des Kolonialismus, Energieerzeugung erschreckend unambitioniert

REVIEW

103 Ausprobiert

Das Rollenspiel *AI Dungeon* hat eine generative KI als Spielleiter

104 Hardware

Hunde für Hacker, Sterne im Smartphone

108 Medien

A. Scholz' *Hyperschallbahn*, Podcast *The Santiago Boys* von E. Morozov, *Die unheimliche Stille* von H. Lesch und H. Zaun, Klassiker *Zukunftsvisionen* neu gelesen

110 Meinung Gentechnik

Grüne Gentechnik macht noch keine grüne Wende

112 Meinung Lern-Apps

Nudging, du hast gewonnen

114 Der Futurist

Rock-'n'-Roll-Inkubator

RUBRIK

101 Impressum

106 Technologiezentren

„Eine Stammzelltransplantation macht man nicht zwischen Einkauf und Brötchen essen.“

Frank Buchholz, Molekularbiologe an der TU Dresden, hält HIV-Prophylaxe mit Rekombinasen für unrealistisch (Seite 67)

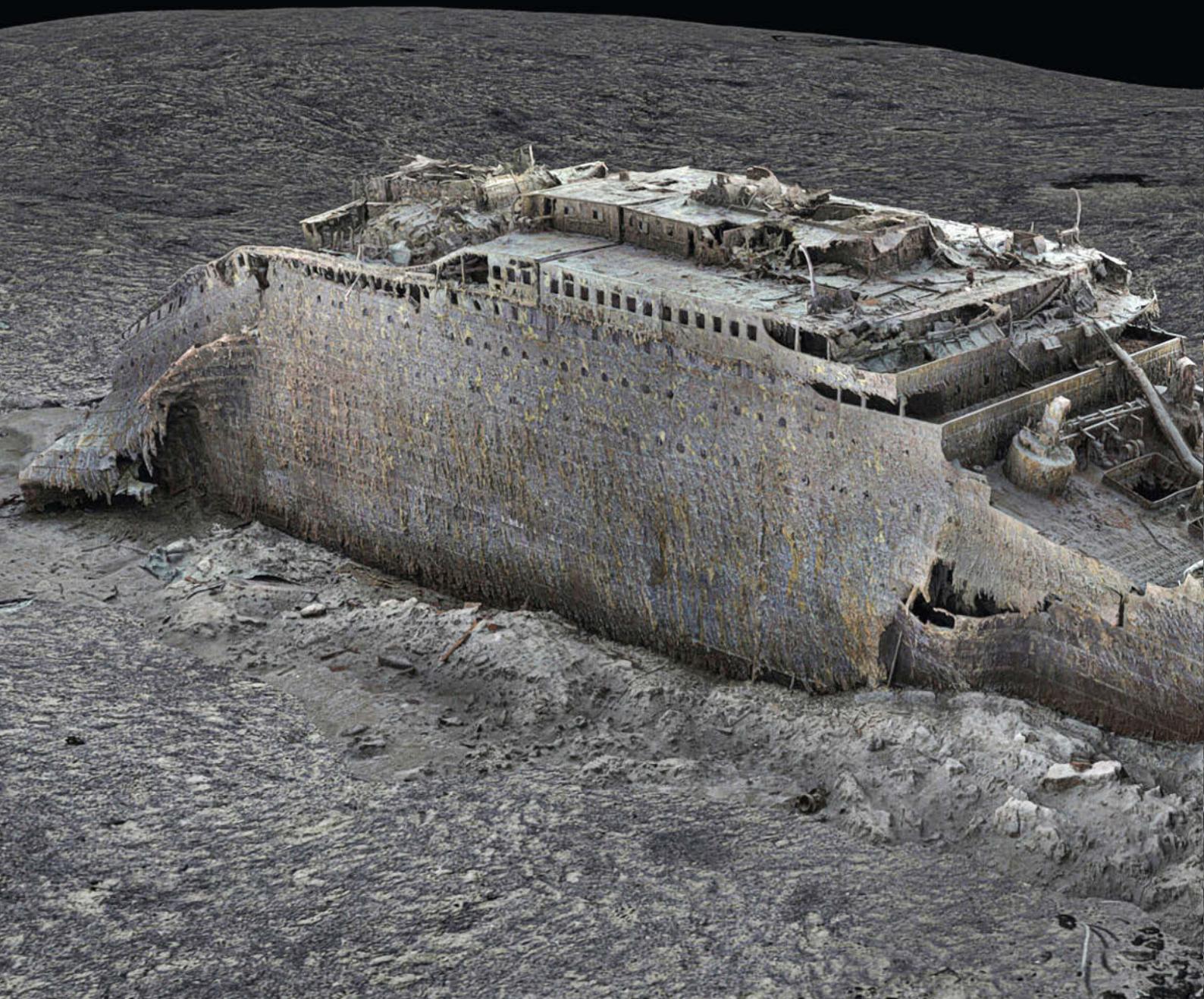


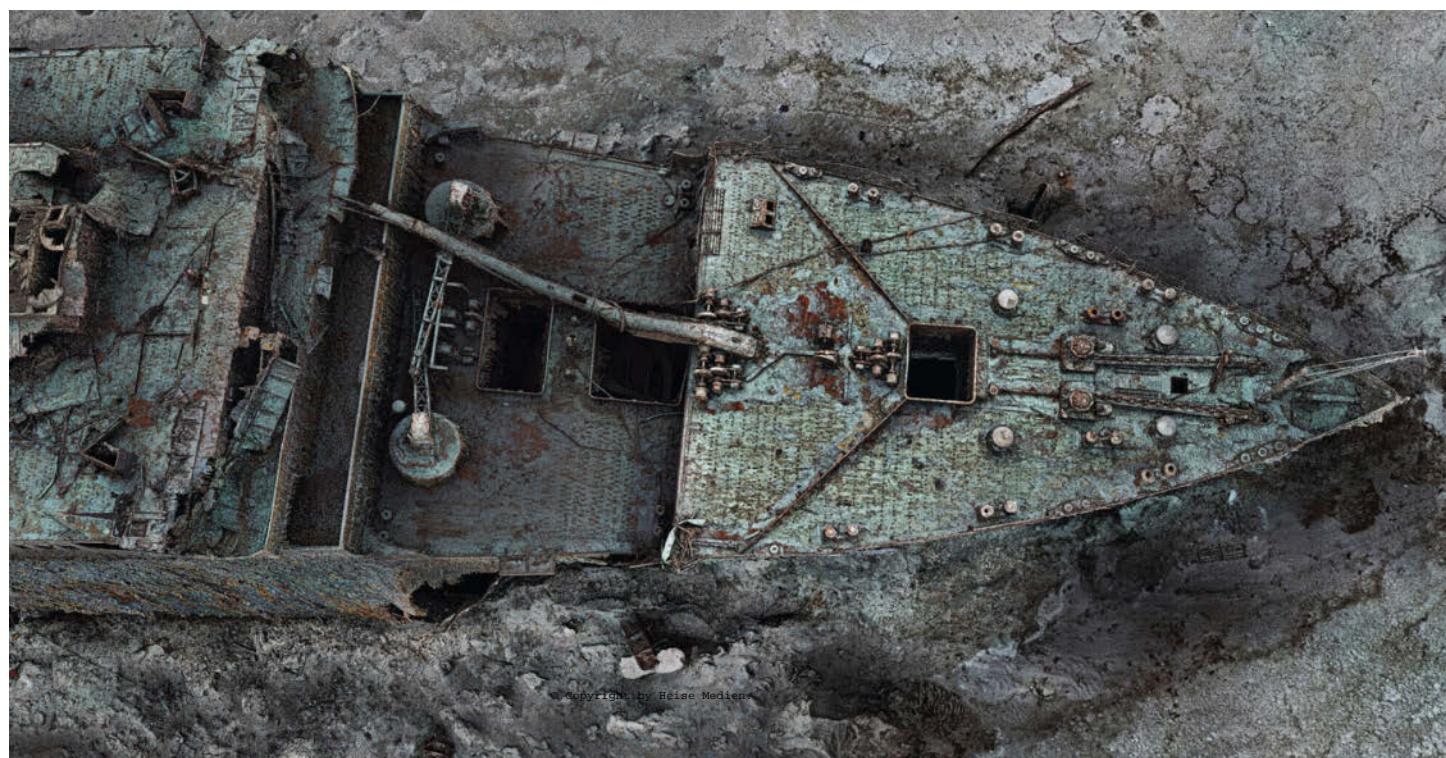
BILD DES MONATS

Der Zwilling der Titanic

Als hätte jemand das Wasser um das Wrack der Titanic abgelassen: Jeder Millimeter der 1912 gesunkenen Schiffslegende ist auf dem 3D-Modell zu erkennen. Sogar die Seriennummer eines Propellers ist lesbar. Oder die feine Arbeit einer Goldkette, die neben dem Wrack auf dem Meeresgrund liegt.

Die Scans des Wracks hat Magellan durchgeführt, ein Unternehmen, das unter anderem auf Tief- und Ultratiefsee-Kartierungen spezialisiert ist. Sechs Wochen im Sommer 2022 hat das Magellan-Spezialschiff 700 Kilometer vor der kanadischen Küste gelegen. Die zwei ferngesteuerten Tauchboote „Romeo“ und „Juliet“ sind auf 3800 Meter Tiefe getaucht und haben in rund 200 Stunden das Wrack vermessen und insgesamt etwa 700 000 Aufnahmen der 800 Meter auseinanderliegenden Wrackteile und des Trümmerfeldes angefertigt.

Diese Scans waren die Grundlage für eine exakte 3D-Rekonstruktion des gesamten Wracks. Das Ergebnis ist ein atemberaubender Zwilling, der erstmals das gesamte Schiff in seiner morbiden Schönheit zeigt. Forschende hoffen nun, dass sie – gut 100 Jahre nach der Katastrophe – mit diesem Modell herausfinden können, was damals tatsächlich geschehen ist. Denn dass die Titanic den Eisberg seitlich gerammt hat, ist lediglich ein Hollywood-Mythos.



Fotos: ddp / picture alliance / Associated Press



ist der geografische Nordpol in diesem Jahr nach Südwesten gewandert. Das ist das Ergebnis einer neuen Studie aus Korea. Als Hauptursache für die Verschiebung der Erdachse haben die Forschenden das Abpumpen von Grundwasser ausgemacht, das letztlich in den Meeren landet. Zwischen 1993 und 2010 wurden mehr als zwei Billionen Tonnen unterirdisches Grundwasser abgepumpt. Damit verändern wir die Massenverteilung der Erde erheblich.

BAHN

Leichter Triebwagen für Nebenstrecken

Für viele Nebenstrecken sind herkömmliche Züge überdimensioniert. Eine kleinere, leichtere und preiswerte Alternative soll „Draisy“ sein. Der batteriebetriebene Schienenbus hat 30 Sitz- und 50 Stehplätze. Mit 22 Tonnen und 13 Metern Länge ist Draisy nur ein Drittel so groß wie konventionelle Triebwagen.

Durch die geringe Achslast und die beiden lenkbaren Achsen stellt Draisy keine so hohen Anforderungen an das Gleis, sodass sich stillgelegte Strecken leichter reaktivieren lassen. Zudem verschleißt die Schienen weniger stark. Dazu tragen auch bordeigene Sensoren bei, die laufend den Zustand des Gleises erfassen und rechtzeitig melden, wenn Reparaturen fällig sind. Die Antriebstechnik stammt zum Teil aus der Großserienproduktion für Busse oder Lkw. Insgesamt sollen dadurch die Betriebs- und Wartungskosten rund 60 Prozent unter herkömmlichen Lösungen liegen.

Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 100 km/h, die Reichweite gibt der französische Hersteller mit 100 Kilometern an. An Haltestellen sollen Pufferspeicher aus gebrauchten Batterien installiert werden, die eine Schnellladung auch ohne Ausbau des Stromnetzes ermöglichen. – Gregor Honsel



Mit dem leichten Schienenbus Draisy will ein französisches Konsortium Nebenstrecken wiederbeleben.

WETTER

Satellit fotografiert Blitze

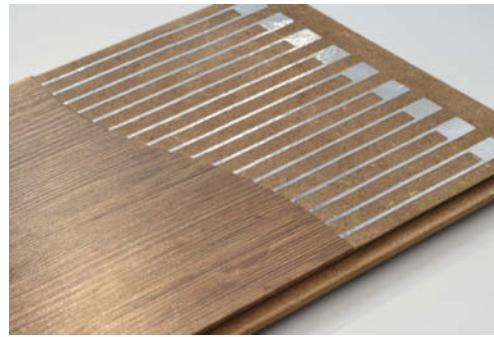
Bis zu 1000 Bilder pro Sekunde können vier Kameras aufnehmen, die Ende 2022 an Bord des Satelliten Meteosat 12 ins All gestartet sind. Aus einer geostationären Umlaufbahn in 36 000 Kilometern Höhe erfassen sie kontinuierlich Blitze in Europa, Afrika und dem Nahen Osten.

Anfang Juli haben die Europäische Weltraumbehörde (ESA) und die Europäische Organisation für die Nutzung Meteorologischer Satelliten (Eumetsat) erstmals Animationen des sogenannten Lightning Imagers veröffentlicht. Derzeit wird das Instrument noch kalibriert. Ab 2024 soll es dann in Echtzeit Daten an Wetterdienste liefern.

„Vor schweren Gewittern gibt es häufig abrupte Veränderungen der Blitzaktivität“, sagt Phil Evans, Generaldirektor von Eumetsat. Durch die Beobachtung der Aktivität sei es Meteorologen möglich, bessere Prognosen über die Stärke von Stürmen und Gewittern abzugeben. Zudem könnten die Aufzeichnungen längerfristig für die Erforschung des Klimawandels eingesetzt werden.

Da bei 1000 hochauflösenden Fotos pro Sekunde eine Menge Daten anfallen, werden diese noch an Bord des Meteosat verarbeitet – und zwar mithilfe künstlicher Intelligenz. Algorithmen komprimieren die Daten um den Faktor 1000 und übertragen nur jene Aufnahmen, auf denen auch tatsächlich Blitze zu sehen sind. – Eike Kühl

Foto: Warming Surfaces / Studio Juhu Sarkkinen



Solche Heizelemente sollen sich nahezu unsichtbar an Wände montieren lassen.

HAUSTECHNIK

Wärme aus der Wand

Flache Infrarotheizungen sind inzwischen in vielen Varianten verfügbar. Noch dünner und unauffälliger sind die Heizpaneele des finnischen Start-ups The Warming Surfaces Company. Sie enthalten weniger als einen Millimeter dünne Leiterbahnen aus Kupfer, Aluminium oder einer Kupferzink-Legierung.

Ursprünglich sollten die Heizschleifen militärisch eingesetzt werden, um Infrarotkameras des Gegners zu täuschen. Die zivilen Einsatzmöglichkeiten entstanden gemeinsam mit dem portugiesischen Laminathersteller Surforma. Der Prototyp besteht aus dünnem Laminat mit 32 mal 22 Zentimeter großen Heizschleifen, die mit einer regelbaren Gleichspannung von 0 bis 110 Volt erwärmt werden können. Diese Module lassen sich nahezu unsichtbar auf Wände oder Möbel montieren. Vier Heizschleifen sollen eine Höchstleistung von 600 Watt und eine Flächenleistung von 70 Watt pro Quadratmeter erreichen.

Details zu den Kosten und der Effizienz verrät das Unternehmen bisher nicht. Erste Produkte sollen nächstes Jahr auf den Markt kommen. – Jan Oliver Löfken

**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

© Copyright by Wibu Systems

VERWALTUNG

„Wenn das Gesetz Ermessen ermöglicht, wird es mit der KI schwierig“

Bei ihrem Amtsantritt 2022 hat die neue Chefin der Bundesagentur für Arbeit (BA), Andrea Nahles, eine Automatisierungsoffensive angekündigt. Markus Schmitz, Chief Information Officer (CIO) der BA, erklärt, wie und wo die Behörde Künstliche Intelligenz einsetzt.

Herr Schmitz, eines der wenigen Beispiele für den KI-Einsatz bei der BA, die ich gefunden habe, ist die Überprüfung der Echtheit von Studienbescheinigungen. Wozu braucht man da KI?

Wir sehen, dass wir mit KI Dinge automatisieren können, an die wir a) bisher gar nicht gedacht haben – Stichwort: neue Arbeitsweisen –, oder die b) durch Automatisierung von Prozessen eine echte Unterstützung unserer Mitarbeitenden darstellen. Und deshalb ist das Thema Kindergeld ein sehr schönes Beispiel.

Wenn ein Antrag auf Weiterbewilligung von Kindergeld gestellt wird und das Kind studiert, brauchen wir einen Nachweis über das Studium. Jede Universität hat eine andere Studienbescheinigung. Und in rund 150 000 Fällen pro Jahr müssen unsere Mitarbeiter entscheiden, ob das eine echte Studienbescheinigung ist. Wir bringen also ein Klassifikationsmodell zum Einsatz, das wir mit Studienbescheinigungen von allen 422 akkreditierten Hochschulen in Deutschland trainiert haben. Im Moment definieren wir dann noch manuell, ab welcher Wahrscheinlichkeit wir die Empfehlung aussprechen, dass die Bescheinigung aus unserer Sicht nachvollziehbar authentisch ist.

Wir könnten das Ganze auch „dunkel“, also vollautomatisch, behandeln. Wir warten aber noch auf eine Ausnahmegenehmigung, weil das Bundeskassenrecht keine Vollautomatisierung bei der Leistungsbewilligung kennt.



Markus Schmitz ist Chief Information Officer (CIO) der Bundesagentur für Arbeit.

Es war doch auch im Gespräch, die Anträge für die Kindergrundsicherung vollautomatisch zu bearbeiten.

Da warten wir im Moment noch auf die Eckpunkte der Bundesregierung. Erst dann können wir sagen, wie das überhaupt ausgestaltet ist. Dann führen wir in der Regel eine Machbarkeitsstudie durch, um herauszufinden, wie wir das bearbeiten können. Solange diese Eckpunkte noch in der Schwebe sind, ist es sehr schwierig zu sagen, mit welcher Technologie wir das angehen. Und ganz entscheidend wird sein, wie die Ermessensentscheidungen ausgestaltet werden. Immer dann, wenn das Gesetz der BA Ermessen ermöglicht, wird es

mit der Automatisierung und mit der KI schwieriger.

Aber wo gibt es denn kein Ermessen?

Das sprechen Sie ein Thema an, das mir sehr am Herzen liegt. Weil wir immer mehr in genau solche Fragestellungen hineingehen, haben wir uns eine eigene KI-Strategie gegeben, mit eigenen datenethischen Grundsätzen. Wir geben jeden Anwendungsfall in eine Risikomatrix ein. Dann schauen wir, wie kritisch, wie komplex ist das Ganze, welche Risiken ergeben sich daraus?

Es gibt Beispiele aus anderen Ländern, in denen mit automatisierten Prozessen, mit KI, hauptsächlich Geld gespart werden soll. Gibt es solche Begehrlichkeiten aus der Politik auch bei Ihnen?

Eigentlich nicht mehr. 2005, in Zeiten der Massenarbeitslosigkeit, da hatten wir enorme Betreuungsquoten und eher Budgetknappheit. Heute haben wir eine deutliche Halbierung der Arbeitslosigkeit im Vergleich zu 2005. Und wir sind eher, ich nenne es mal „individuelle Berufsbiografie-Begleiter“ geworden. Soll heißen: Wir als BA achten darauf, in welcher Lebenslage sich der Bürger befindet, und schauen dann, welchen Service er in der jeweiligen Situation benötigt.

Der Punkt für mich ist: Kann uns KI dabei helfen, die richtigen Förderempfehlungen zu geben? Da müssen wir genau hinschauen. Nehmen wir mal an, ein Arbeitsminister hat die letzten zehn Jahre die Zielgruppe A gefördert, dann werden wir diesen Effekt natürlich in den Förderdaten finden. Und wenn wir verzerrungsfreie Förderempfehlungen geben wollen, dann müssen wir sehr genau darauf achten, mit welchen Daten wir arbeiten. – Interview: Wolfgang Stieler

LUFTFAHRT

Leichter E-Motor mit Rekord-Leistung

Sollen Passagierflugzeuge elektrifiziert werden, brauchen ihre Motoren laut Nasa-Berechnungen mindestens eine Leistung von 12 Kilowatt pro Kilogramm, ähnlich wie aktuelle Gasturbinen. Forschende des Massachusetts Institute of Technology haben nun E-Motoren mit 17 kW/kg entwickelt.

Dafür haben sie mit einer ganzen Reihe von Konventionen gebrochen: Der Rotor sitzt außen statt innen und besteht aus Titan statt aus Stahl. Die Kühlkörper aus 3D-gedruckten Aluminium-Waben mit vielen kleinen Luftkanälen befinden sich im Inneren des Stators. Durch ihre komplexe Geometrie und ihre große Oberfläche erreicht diese passive Luftkühlung nach Angaben der Entwickler eine fast so große Kühlleistung wie eine Flüssigkeitskühlung – bei deutlich niedrigerem Gewicht. Insgesamt wiegt der Motor gut 57 Kilogramm.

Auch wenn Batterien noch zu schwer für die Langstrecke sind, können solche Motoren eine wichtige Rolle für die Flugzeugentwicklung spielen. Schließlich gibt es noch andere Stromquellen: Wasserstoff- oder Ammoniakbrennstoffzellen etwa oder Hybrid-Systeme mit konventionellen Gasturbinen als Generatoren. Kompakte und leistungsstarke Motoren lassen sich nicht nur unter den Tragflächen anbringen, sondern über die ganzen Flächen und den ganzen Rumpf verteilt. Das eröffnet neue Möglichkeiten bei Aerodynamik und Flugzeugdesign. – Gregor Honsel

FERNWÄRME

Potenzial für Großwärmepumpen

„Die gesamte deutsche Wärmenachfrage bis 200 Grad Celsius lässt sich technisch vollständig durch Wärmepumpen decken.“ Zu diesem Ergebnis kommt eine Fraunhofer-Studie im Auftrag der Agora Energiewende. Damit lassen sich drei Viertel des deutschen Erdgasverbrauchs einsparen.

Einen besonderen Anteil daran haben Großwärmepumpen ab 500 kW Leistung, die ihre Wärme aus Geothermie, Fluss- oder Seewasser, industrieller Abwärme, Abwasser oder Grubenwasser beziehen. Mit Vorlauftemperaturen von bis zu 200 Grad Celsius könnten sie laut Studie theoretisch nicht nur den gesamten Bedarf von Gebäudeheizungen und Warmwasser decken, sondern auch ein gutes Drittel der industriellen Prozesswärme. Dazu müsste bis 2045 allerdings jährlich eine thermische Leistung von 4000 Megawatt zugebaut werden. Derzeit sind in Deutschland nur 100 MW installiert, weitere 600 MW sind in Bau oder in Planung.

Technische Hürden für den Zubau sieht die Studie vor allem in den nötigen hohen Vorlauftemperaturen. Derzeit erreichen nur ein halbes Dutzend Aggregate auf dem Markt mehr als 130 Grad. Innovationen bei Verdichtern und Kältemitteln erlaubten aber größere Temperaturhöhe bei höherer Effizienz. Um die Kosten zu senken, seien stärkere Standardisierung und höhere Stückzahlen nötig. Dazu brauche es eine bessere Förderung, schnellere Genehmigungen und verbindlichere politische Ziele. Entscheidend sei auch das Verhältnis von Strom- zu Gaspreisen. Zudem müssten bis 2045 im Schnitt jährlich 800 Kilometer neue Fernwärmemetrassen gebaut werden. – Gregor Honsel

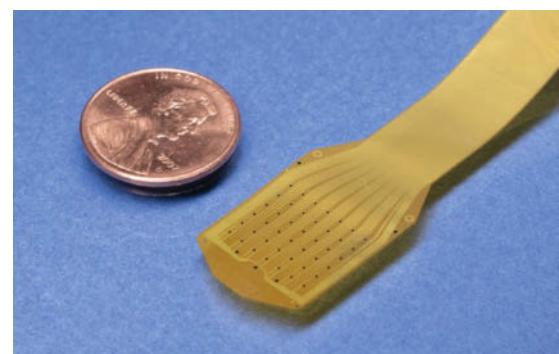
HIRNFORSCHUNG

Implantat liest Gehirn in Echtzeit aus

Das US-Start-up Precision Neuroscience hat ein bemerkenswert dünnes und flexibles Gehirnimplantat entwickelt, das neue Maßstäbe in der Brain-Computer-Interface (BCI)-Technologie setzen soll. Es ist fünfmal dünner als ein Haar, kann minimalinvasiv implantiert werden und verspricht eine besonders genaue Hirnkartierung.

Das Unternehmen aus New York hat kürzlich erste Tests an Menschen durchgeführt. Die neuartige Gehirn-Computer-Schnittstelle wurde am West Virginia University's Rockefeller Neuroscience Institute (WVU RNI) an drei Patienten getestet, deren Schädeldecken ohnehin für Tumoroperationen geöffnet werden mussten. Rund 15 Minuten lang hatte das Implantat jeweils Kontakt zum Gehirn.

Hierbei konnte das Interface die neuronale Aktivität in Echtzeit und in hoher Auflösung auslesen und kartieren. „Es ist so, als ob ich dem Gehirn des Patienten beim Denken zugeschaut hätte“, kommentierte Studienleiter Peter Konrad. Eine wissenschaftliche Publikation dazu steht aber noch aus. – Andrea Hoferichter



Das Implantat von Precision Neuroscience soll sich minimalinvasiv in das Gehirn einsetzen lassen.

AUGMENTED REALITY

Antwort im Blick

Die AR-Brille Monocle des Start-ups Brilliant Labs wird durch die App arGPT zu einem unauffälligen Alltagshelfer. ArGPT ist mit dem Mikrofon von Monocle gekoppelt und leitet Audiosignale, die die AR-Brille aufzeichnet, zunächst an das Sprachmodell Whisper weiter. Das wandelt das Audiosignal in Text um. Dieser Text dient dann als Input für ChatGPT. Monocle projiziert ChatGPTs Antworten direkt in das Sichtfeld des Benutzers. CEO Bobak Tavangar bestätigt, dass die Verzögerung dabei lediglich ein bis zwei Sekunden beträgt – trotz technischer Herausforderungen beim Verarbeiten von Audiosignalen auf dem Smartphone.

„Unser Ziel ist es, generative KI das sehen und hören zu lassen, was wir hören und sehen“, sagt Tavangar. In naher Zukunft könnte die Brille durch einfache Gesichtserkennung oder Gestensteuerung ergänzt werden, sobald dies durch die OpenAI-API ermöglicht wird. Dabei müsse man jedoch stets die Bestimmungen für den Datenschutz und andere lokale Regulierungen beachten, insbesondere in Bezug auf Echtzeit-Gesichtserkennung, die in der EU verboten werden soll. – Wolfgang Stieler



Das AR-Display Monocle wird auf eine herkömmliche Brille aufgesteckt.

Foto: Brilliant Labs



MEDIZIN

Natürliche Dritte

Forschende vom Kitano-Krankenhaus in Osaka wollen Menschen dritte Zähne wachsen lassen, um angeborenen Zahnmangel zu behandeln. Sie nutzen dafür die evolutionäre Anlage für „echte Dritte“.

Diese Zahnnospen bilden sich normalerweise mit der Zeit zurück. Das Team aus Osaka will sie nun gezielt aktivieren, indem es Proteine, die die Zahnbildung blockieren, mit Antikörpern neutralisiert (heise.de/s/ZP85). Ab Juli 2024 soll eine klinische Phase-1-Studie zeigen, ob eine bei Mäusen wirksame Substanz auch bei Menschen funktioniert.

Bei Menschen trifft der angeborene Zahnmangel etwa ein Prozent der Bevölkerung. Jedem zehnten dieser Patienten fehlen sechs oder mehr bleibende Zähne. Schafft es der Wirkstoff durch alle drei Studienphasen und die japanische Zulassung, wollen die Forscher ihn bis 2030 verfügbar machen. Zunächst sollen damit Kinder mit angeborenem Zahnmangel im Alter von zwei bis sechs Jahren behandelt werden. – Veronika Szentpétery-Kessler

MYTHOS DES MONATS

Gaming macht gewalttätig

Shooter werden immer wieder als Ursache für Gewalt bei Jugendlichen genannt. Zuletzt hatte der französische Präsident Emmanuel Macron Videospiele als potentiellen Auslöser für die gewalttätigen Proteste in Frankreich identifiziert. Laut Medienberichten soll Macron in einer Krisensitzung davon gesprochen haben, dass diejenigen, die von Videospielen „berauscht“ seien, dieses Verhalten auch auf der Straße zeigten.

Einen wissenschaftlichen Beleg dafür gibt es laut einer Metastudie der American Psychological Association (APA) allerdings nicht. Die APA hatte bereits 2015 eine Resolution zu dieser Frage verfasst und 2020 überprüft.

Die aktualisierte Fassung bekräftigt, dass es zwar einen geringen Zusammenhang zwischen der Nutzung von gewalttätigen Videospielen und einigen Formen von aggressivem Verhalten gibt, wie beispielsweise Schreien und Schubsen. Diese Forschungsergebnisse ließen sich jedoch nicht auf schwerwiegendere gewalttätige Handlungen übertragen. Gewalttägliches Verhalten sei vielmehr ein „komplexes soziales Phänomen“. Und die Debatte um Videospiele würde oftmals von den „vielfältigen Ursachen“ von Gewalt ablenken. – Wolfgang Stieler



CHAT

GPT

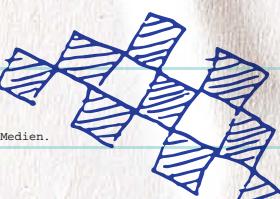
...n ich besser lernen?
ensch ist unterschiedlich,
n es hilfreich sein, ver-
Techniken auszuprobieren
zufinden, was am
tioniert.

KOMMT IN DIE SCHULE

Fachleute fordern schon seit Jahren einen Wandel des Bildungssystems, hin zu kompetenz- und projektorientiertem Arbeiten. Chatbots wie ChatGPT könnten das Umsteuern nicht nur unterstützen, sondern sogar erzwingen. – Will Douglas Heaven und Andrea Hoferichter

$$\begin{aligned} 2 \cdot x + 5 &= 10 \\ 2 \cdot x &= 5 \\ x &= 2,5 \end{aligned}$$

Probe: $2 \cdot 2,5 + 5 = 10$
 $10 = 10$ (Wahr)



„Hat ChatGPT die Bewertungen getötet? Wahrscheinlich waren sie schon tot. Was ChatGPT getan hat, war lediglich, uns darauf aufmerksam zu machen.“

Als OpenAI Ende 2022 die Sprach-KI ChatGPT veröffentlichte, brach unter Bildungspolitikern in vielen Regionen der Welt Panik aus. Etliche Schulbezirke, etwa in den USA und Australien, verhinderten den Zugang zur OpenAI-Website und forderten ein Verbot der Software. Die Angst: Schüler könnten sich mit gefakten Werken ungerechtfertigt gute Noten erschleichen. Auch führende Universitäten, etwa das Imperial College London oder die University of Cambridge in Großbritannien, warnten vor dem Schummelpotenzial, das ChatGPT birgt.

Im Vergleich dazu fiel das Echo in Deutschland fast schon entspannt aus. Die SPD-Politikerin Astrid-Sabine Busse, derzeit Leiterin der Kultusministerkonferenz (KMK), war nach einem ersten Selbsttest mit dem Chatbot nur kurz schockiert: „Da sage ich: ‚Schreib mir eine Rede für die KMK!‘ Und, zack, da ist sie. Ich habe es mir vorführen lassen und war fassungslos. Wir können ja, wenn das so leicht geht, Schülerinnen und Schülern gar keine schriftlichen Hausarbeiten mehr aufgeben“, sagte sie gegenüber Table.Media. „Und ein Lehrer als Avatar? Das macht schon Angst.“ Sie wolle nun erst mal abwarten. „Wir müssen das im Auge behalten und gucken, wie man das begleitet.“ Das war Anfang April. Heute ist klar: Die KMK wünscht ausdrücklich, dass Schulen die neuen KI-Tools nutzen. „Schülerinnen und Schüler müssen einen konstruktiv-kritischen Umgang mit KI-Anwendungen erlernen“, heißt es aus dem Gremium.

So unterschiedlich die Reaktionen ausfallen, so vielschichtig sind die Chancen und Risiken, die mit dem Einzug generierender KI in Klassenzimmer und Hörsäle verbunden sind. Die eloquenten Chatbots könnten ganz neue Unterrichtskonzepte ermöglichen – womöglich erzwingen sie diese sogar. Sie stellen aber auch die Lehrkräfte vor neue Herausforderungen, die wegen des Lehrermangels und übervoller Lehrpläne schon überlastet sind. Ohne Unterstützung durch eine schlaue Bildungspolitik wird es schwierig.

Patrick Bronner, Gymnasiallehrer für Mathematik und Physik in Freiburg, zudem zuständig für Fortbildungen und Ausbildungsprogramme für digitale Medien, ist von den ersten Signalen aus der Politik durchaus ange-tan. „Die Kultusministerien haben sich wirklich gegensei-

tig überboten“, sagt er. „Baden-Württemberg kam Anfang Februar schon mit der Forderung, die neue KI im Klassenzimmer aktiv einzusetzen. Damals gab es noch gar keine datenschutzkonformen KI-Zugänge. Dann kam das Land NRW mit einer Handreichung, dann Bayern, Berlin: Also bei allen Bundesländern heißt es: ‚Grün! Go! Macht! Es muss behandelt werden!‘ Und da ruft kein Bundesland wie in den USA nach einem Verbot. Das ist wirklich toll. Das hätte ich so nicht erwartet.“

Diese konstruktive Reaktion ist so überraschend, weil die Möglichkeiten, mithilfe von ChatGPT, Bard und Bing Chat in Schule oder Uni zu betrügen, nun einmal nicht wegzudiskutieren sind. Die Chatbots können viele Fragen korrekt beantworten und glatte, gut strukturierte Textblöcke mit Tausenden Wörtern erstellen – zu fast jedem Thema, von Shakespeare bis zur Stringtheorie. Jeder Aufsatz ist einzigartig, selbst wenn die gleiche Frage mehrfach gestellt wird. Es ist nahezu unmöglich, die Urheberschaft zu erkennen.

Und die Chatbots sind gut in Prüfungen. Als OpenAI im März die neueste Version seines großen Sprachmodells GPT-4 auf den Markt brachte, warb das Unternehmen, der zugehörige Chatbot habe unter anderem eine Anwaltsprüfung bestanden, die Aufnahmeprüfung für ein College und College-Tests in Biologie, Kunstgeschichte, Umweltwissenschaften, Makroökonomie, Psychologie und US-Geschichte. In Bayern wäre der Chatbot laut ersten Tests mit Abituraufgaben immerhin ein Zweierschüler. Kein Wunder also, dass in Hamburg mindestens ein Abiturient nicht widerstehen konnte und über ein eingeschleustes Handy ChatGPT für seine schriftliche Arbeit nutzte. Die Lehrkräfte konfiszierten das Smartphone und entdeckten später in den Arbeiten weiterer Schüler verdächtige, da untypische Formulierungen.

HALBTOTES BEWERTUNGSSYSTEM

Auf den ersten Blick sieht es also so aus, als würden Chatbots wie ChatGPT die gängige Methode, Gelerntes zu prüfen, untergraben – und damit einen Eckpfeiler der Bildung. Doch Bronner zufolge bietet gerade das auch eine Chance. „Fachleute aus Didaktik und Pädagogik fordern

schon lange einen Wandel der Lern- und Benotungskultur, hin zu offenen, forschenden und projektartigen Arbeitsaufträgen und der Bewertung der dafür nötigen Kompetenzen“, sagt er. Dank ChatGPT und Co führe daran nun kein Weg mehr vorbei. „Den digitalen Unterricht konnten die Lehrer umschiffen, irgendwie. Aber jetzt kommen selbst die konservativsten Lehrer an Grenzen, weil sie einfach nicht mehr wissen, ob ein guter Text selbstständig oder mit KI-Hilfe geschrieben wurde.“

„Wir müssen die Art und Weise ändern, wie wir Lernen bewerten“, fordert auch Richard Culatta, Geschäftsführer der Internationalen Gesellschaft für Technologien in der Bildung in Washington DC. „Hat ChatGPT die Bewertungen getötet? Wahrscheinlich waren sie schon tot und lange Zeit im Zombie-

modus. Was ChatGPT getan hat, war lediglich, uns darauf aufmerksam zu machen.“ Zwar hat OpenAI gemeinsam mit Pädagogen den AI Text Classifier entwickelt, ein kostenloses Anti-Schummel-Tool, das Chatbot-Texte erkennen soll. Das ist allerdings schon wieder offline. Nur begrenzt zuverlässig ist laut der deutschen Lehrergewerkschaft GEW „GPT Zero“ – entwickelt von einem Informatikstudenten, sowie für Plattformen wie Copyleaks.com und Scribbr.de. Eine internationale Studie bescheinigte jüngst 14 von getesteten 14 Werkzeugen nur mäßige Entlarvungsfähigkeiten.

OpenAI sieht die Bildungspolitik in der Verantwortung. „Wir glauben, dass Bildungsexperten entscheiden sollten, was für ihre Bezirke und Schulen am besten funktioniert, wenn es um den Einsatz neuer Technologien geht“, sagt ein Un-

ternehmenssprecher. Entsprechende Unterrichtsmaterialien jedenfalls sind bereits verfügbar. Sie sollen unter anderem helfen, Unterricht interaktiver zu gestalten, Medienkompetenz zu vermitteln und personalisierte Unterrichtspläne zu erstellen. Unternehmen aus den USA wie Duolingo (siehe S. 112) und Quizlet haben den Chatbot von OpenAI schon in einen Teil ihrer Lernprogramme integriert. So entstehen persönliche Tutoren, die nicht einfach nur Lösungen ausspucken, sondern Lernende mit gezielten Hinweisen ganz individuell unterstützen.

Lange hätten Algorithmen oft mehr schlecht als recht den Lernstand der Schüler ermittelt, berichtet Bronner. Die neuen KI-Tutoren lernen einen Schüler hingegen bei jeder Interaktion immer besser kennen. Und dank generativer Varianten wie ChatGPT kommunizieren sie

Abgucken, Spickzettel, Handy verstecken: Das war gestern – und recht leicht zu kontrollieren. Gegen ChatGPT und Co. als Schummelwerkzeuge helfen nur neue Bewertungsansätze.



auch auf eine ansprechende Art. Der ChatBot Khanmigo etwa liefert Bronner zufolge nicht die Lösung eines Problems, zum Beispiel „ $x = 5$ “, sondern antwortet wie ein Lehrer: „Versuche erst mal die Gleichung nach x umzustellen.“ Khanmigo wurde von der Khan Akademie in den USA für diverse Fächer entwickelt, ob Mathematik, Geschichte, Kunst oder Chemie. In Deutschland ist der KI-Tutor bisher nicht verfügbar.

Ein Team der TU München präsentierte im letzten Jahr zudem den KI-Tutor PEER, der Lernenden durch individuelles Feedback Hilfestellung beim Schreiben von Deutschaufgaben gibt. Und im Fach Mathematik setzen Pädagogen wie Bronner auf KI-Tutoren von Klett-Studyly. Sie helfen bei der individuellen Lernstanddiagnose und versorgen einen Schüler immer wieder mit entsprechend geeignetem Übungsmaterial.

FIT FÜR DAS 21. JAHRHUNDERT

„Oft hört man, dass die Lesekompetenz oder die Schreibkompetenz durch ChatGPT stark leiden kann“, sagt Bronner. „Aber ich sehe gerade das Gegenteil.“ Nicht nur, weil ein passender Prompt zu schreiben ist. Auch die Antworten gelte es zu bewerten – ob im Unterricht oder als Aufgabe in einer Klassenarbeit. „Und gerade hier liegt die riesige Chance von ChatGPT: Es ist nicht perfekt, was da rauskommt. Und das ist für das Lernen großartig. Ich muss den Schülern immer wieder zeigen: Reflektiert diesen Text, schaut mit eurem Fachwissen, stimmt das? Und das heißt, am Ende müssen die Schüler immer noch selbst denken. Und dazu brauchen sie Lesekompetenz – und enormes fachliches Wissen.“ Es gehe eben nicht darum, ein weißes Blatt zu füllen, sondern um jene Kompetenzen, die Schüler künftig brauchen, um nicht von der Maschine dominiert zu werden, sondern sie als Innovationshelferin zu nutzen.

„Und da sind wir mal wieder bei den vier Ks, also bei Kommunikation, Kollaboration, Kreativität und kritischem Denken. Das sind die Fähigkeiten für das 21. Jahrhundert, und die sollten jetzt auch in der Schule gefördert werden“, betont der Pädagoge. Schließlich verändere sich die Welt rasend schnell und damit auch die Arbeitswelt. Die Fähigkeiten, mit viel Eigeninitiative „selbstgesteuert“ aktiv zu werden, neue Zusammenhänge zu erkennen, auch komplexe Probleme zu kommunizieren und sie im Team zu lösen, werden immer wichtiger. Das 4K-Modell des Lernens wurde Anfang der Nullerjahre von Fachleuten aus Wirtschaft, Bildung und Politik der US-Initiative P21 entwickelt und vor zehn Jahren auf der Digitalmesse re:publica in die deutsche Debatte eingebbracht. Kritiker halten allerdings den Einfluss der Wirtschaft auf Lehrkonzepte für bedenklich.

Emily Donahoe, Lehrerin und Bildungsforscherin an der University of Mississippi, stellt fest, dass sich die Diskussionen im Klassenzimmer seit der Veröffentlichung von ChatGPT verändert haben.

Auch sie selbst habe zunächst nur aus Pflichtgefühl über die Technologie gesprochen. Heute ist sie überzeugt, dass ChatGPT den Lehrern helfen könnte, sich von einer übermäßigen Konzentration auf die Endergebnisse zu lösen. „Wenn man eine Klasse dazu bringt, sich mit KI zu beschäftigen und kritisch über deren Output nachzudenken, könnte sich der Unterricht menschlicher anfühlen. Statt von den Schülern zu verlangen, dass sie wie Roboter schreiben und arbeiten“, sagt sie.

An sich ist die Idee nicht neu und als „Bloom-sche Taxonomie“ bekannt. Sie wurde in den 1950er-Jahren vom Psychologen und Erziehungswissenschaftler Benjamin Bloom aus den USA ins Spiel gebracht. Danach ist das Faktenwissen nur das Fundament, auf dem andere Formen des Lernens wie Analyse und Bewertung aufbauen. Lehrer wie Donahoe und Bronner glauben, dass Chatbots bei der Vermittlung dieser anderen Fähigkeiten helfen könnten.

Ein Beispiel: Früher gab Donahoe Schreibaufgaben, etwa eine Erörterung zu einem bestimmten Thema, und benotete den eingereichten Text. Jetzt bittet sie ihre Schüler, ChatGPT einen solchen Text generieren zu lassen und diesen dann mit Anmerkungen zu versehen. Die Aufgabe lautet dann beispielsweise herauszufinden, wie zielführend die Argumentation in Hinblick auf ein bestimmtes Publikum ist. Und am Ende reichen die Schüler eine entsprechende Neufassung ein. Eine solche Aufgabenteilung hilft offenbar, sich auf bestimmte Fähigkeiten zu konzentrieren – und sich nicht ablenken zu lassen. Donahoe fand unter anderem heraus, dass Lernende sich durch die Unterstützung des Chatbots beim Erstellen eines ersten Textentwurfs nicht mehr so sehr um die anfangs leere Seite sorgten. Stattdessen konzentrierten sie sich auf die spätere, für die Leistungsbewertung entscheidende Phase der Aufgabe.

WIDER DIE ANGST

David Smith, Bio-Lehrer in den USA, hat ebenfalls schon viel mit ChatGPT experimentiert. Der Wirbel um die neue Technologie erinnert ihn an jene Ängste, die viele Lehrkräfte vor ein paar Jahren während der Pandemie hatten. Da die Schülerinnen und Schüler zu Hause festsäßen, galt es, Aufgaben zu stellen, deren Lösungen nicht allzu leicht zu googeln waren. Aber Smith fand heraus, dass das Googeln an sich – wonach man fragen und was man aus den Ergebnissen machen sollte – bereits eine Fähigkeit ist, die es wert ist, gelehrt zu werden. Er glaubt nun, dass das für Chatbots genauso gelten kann. Wenn seine Schüler ChatGPT in ihren schriftlichen Arbeiten verwenden wollen, wird er den Prompt, den sie eingeben, genauso wie – oder sogar stärker als – den Aufsatz selbst bewerten. „Es ist wichtig, die richtigen Worte für eine Aufgabenstellung an den Chatbot zu finden und dann den Output zu verstehen“, sagt er. „Wir müssen lehren, wie man das macht.“

„ChatGPT ist nicht perfekt. Und das ist für das Lernen großartig.“

Karteikarten 7 / 18 A07 - Nullstellen bestimmen: Funktionen: Mathematik: Abitur Optionen X

2 Wird gerade gelernt Weiß ich 4

Definition ⓘ

In der faktorisierten Form $x^2(x-2)$ ist bei $x=0$ eine doppelte und bei $x=2$ eine einfache Nullstelle.

Wird gerade gelernt Weiß ich

5 X

Die KI spuckt nicht nur ein Ergebnis aus, sondern hilft den Lernenden über Hinweise, es selbst zu erarbeiten.

Jessica Stansbury, Direktorin für Lehr- und Lernkompetenz an der University of Baltimore, berichtet von einem Beispiel, das eine Kollegin in einem Workshop vorgestellt hat. Schüler haben danach den Chatbot nutzen dürfen, um einen Aufsatz über die Geschichte des Buchdrucks zu erstellen. Weil die von der KI generierte Antwort aber auf die USA beschränkt war und keine Informationen über die Ursprünge des Drucks in Europa oder China enthielt, nutzte die Lehrerin dies als Ausgangspunkt für ein Gespräch über Voreingenommenheit. „So etwas ist eine großartige Möglichkeit, die Medienkompetenz zu fördern“, so Stansbury.

Helen Crompton wiederum, Expertin für Bildungstechnologien an der Old Dominion University in Virginia, hat gleich eine ganze Liste potenzieller Anwendungen parat – etwa Fragen für Tests zu erstellen oder Informationen für Schüler unterschiedlicher Lesestufen zusammenzufassen. Auch bei zeitraubenden Verwaltungsaufgaben der Lehrkräfte, etwa E-Mails an Kollegen und Eltern verfassen, könnten die Bots eine Hilfe sein. Eine ihrer Lieblingsanwendungen sei es aber, mehr Interaktivität in den Unterricht zu bringen. „Lehrmethoden, die die Schüler kreativ werden lassen, sie dazu bringen, Rollenspiele zu spielen oder Dinge kritisch zu hinterfragen, führen zu einer tieferen Art des Lernens als das Auswendiglernen“, sagt sie. ChatGPT könne zum Beispiel in die Rolle eines Diskussionsgegners schlüpfen. Die Schüler wer-

den dann mit unzähligen Gegenargumenten zur eigenen Haltung konfrontiert. So kann ein Bot helfen, Schwachstellen im eigenen Denken zu finden.

Crompton merkt außerdem an, dass Chatbots eine große Hilfe beim

Verfassen von fremdsprachigen Texten oder beim Paraphrasieren fremdsprachiger Dokumente sein können. Chatbots helfen zudem Schülern mit besonderen Lernbedürfnissen. „Bitte Sie ChatGPT zum Beispiel darum, einem

Emily Donahoe veranstaltet an der University of Mississippi Workshops zum Thema KI im Unterricht. Der Text eines Chatbots steht immer am Anfang der Auseinandersetzung mit einem Thema – und ist nie das Ergebnis.

Outwrite the AI
Major Assignment 1, Option 1

	Prompt due February 10, 12:00 p.m. Annotations due February 16, 12:00 p.m. (Writing Workshop) Full submission and reflection form due February 20, 12:00 p.m.
ASSIGNMENT	
This assignment builds off our Week 3 discussions about AI and the future of writing. In this assignment you'll ask ChatGPT to generate a written argument on a specific higher education topic for a specific purpose and audience. You'll then comment on ChatGPT's efficacy by annotating the text it generates. Finally, you'll substantially revise and rewrite its text, making it your own and making it better.	
OBJECTIVES 	This assignment fulfills several of our learning goals. It's intended to help you...
<ul style="list-style-type: none"> Recognize the potential uses and limitations of AI for writing Develop skills in argument and rhetorical analysis Write for specific purposes and audiences Respond to different points of view Hone your research skills 	

Copyright by Heise Medien.

„Chatbots sollten ein Sprungbrett sein, keine Krücke.“

Schüler, der besser mit Bildern als mit Worten lernt, die Newtonschen Bewegungsgesetze zu erklären, und er wird eine Erklärung generieren, in der Kugeln auf einem Tisch rollen“, so die Didaktikerin. Ein weiterer Vorteil der digitalen Tutoren sei, dass sie nie gereizt, sondern stets mit neuen Hinweisen reagieren, selbst wenn ein Schüler mehrfach falsch liege.

FORTLAUFENDES EXPERIMENT

Natürlich werden nicht alle diese Ansätze sofort erfolgreich sein, glaubt die Bildungsforscherin Emily Donahoe. Gemeinsam mit ihren Schülern hat sie erst einmal Richtlinien für den Einsatz von ChatGPT ausgearbeitet. „Womöglich stellen wir am Ende fest, dass es doch nicht funktioniert hat. Es ist ein fortlaufendes Experiment“, sagt sie. So habe sie zum Beispiel schon festgestellt, dass manche Schüler noch sehr stark unterstützt werden müssten. Nur dann sei sichergestellt, dass ChatGPT das Lernen fördere, anstatt es zu behindern, sagt sie. Einigen Schülern falle es schwer, nicht nur den Output des Bots zu nutzen, sondern ihn sich zu eigen zu machen, sagt sie: „Es sollte ein Sprungbrett sein, keine Krücke.“ Sonst bestehe die Gefahr, dass sich Bildungsungleichheiten noch verstärken.

Und natürlich werden Lernende ChatGPT auch zum Schummeln benutzen. Schließlich ist es einfacher als je zu-

vor. Wer käme nicht in Versuchung, eine Aufgabe auf Knopfdruck zu schreiben, wenn eine Deadline naht? Immerhin: „Es macht das Schummeln für alle gleich“, sagt Crompton. „Man muss nicht bezahlen oder sich in einen Schulcomputer haken.“ Das Schummeln an sich ist aber kein neues Problem – und kein Grund für Untergangsszenarien: Schulen haben Taschenrechner, Google, Wikipedia, Websites für bezahlte Aufsätze und vieles mehr überlebt.

Die Lehrkräfte allerdings sind in ein radikales neues Experiment geraten. Sie brauchen Unterstützung, um sich zurechtzufinden – und staatliche Unterstützung in Form von Schulungen und Leitlinien. Einer aktuellen Studie des Deutschen Gewerkschaftsbundes folge empfindet jede zweite Lehrkraft die Digitalisierung als Belastung.

Im Herbst 2022 stellte die Ständige Wissenschaftliche Kommission (SWK) gemeinsam mit der Kultusministerkonferenz ihr Gutachten „Digitalisierung im Bildungssystem“ vor. Es empfiehlt unter anderem, Zentren für digitale Bildung und eine entsprechende Lehrkräfteausbildung einzurichten. Für den Unterricht selbst gelten die Lehrpläne und Rahmenkonzepte der Länder zur digitalen Medienbildung, die immer wieder durch Handreichungen aktualisiert werden. Weiterführende Fragen zu den Folgen für die Leistungsmessung, zu rechtlichen Aspekten rund um Datenschutz oder Plagiate, zur Chancengerechtigkeit und zur Lehrerausbildung sollen laut KMK noch

in einer länderübergreifenden Arbeitsgruppe geklärt werden.

FORTSCHRITT DIGITALPAKT UNKLAR

Bundesweit verbindliche Vorgaben, die neuen Technologien als Lehrmaterialien zu integrieren, gebe es nicht, heißt es aus der KMK. „In der Regel entscheiden in den Ländern die Schulen – und zuletzt die Lehrkräfte im Rahmen ihrer schulgesetzlich verankerten pädagogischen Freiheit –, welche konkreten Materialien im Unterricht verwendet werden.“ Und die Beharrungskräfte sind mitunter groß: „Bei manchen Lehrkräften kommt selbst nach mehreren Fortbildungen am Ende doch wieder der Ordner mit den Arbeitsblättern zum Einsatz“, kritisiert Patrick Bronner. Dabei könne man auch niederschwellig KI-gestützte Elemente in den Unterricht einbringen, etwa Schüler im Physikunterricht ein Experiment filmen und das Video mithilfe von KI zum Erklärvideo nachvertonen lassen.

Es hängt noch immer vor allem vom Engagement einzelner Schulleitungen und Lehrkräfte ab, ob ein Schüler von der neuen Technologie profitieren kann, und nicht zuletzt auch von der technischen Ausstattung einer Schule. „Warum wir an unserem Gymnasium die KI-Chatbots ganz schnell im Unterricht integriren konnten, liegt eben auch an der besonders guten technischen Ausstattung“, betont Bronner. Ab der achten Klasse hätten alle Schüler ein eigenes Endgerät, das

„Da sind wir mal wieder bei den vier Ks, also bei Kommunikation, Kollaboration, Kreativität und kritischem Denken. Das sind die Fähigkeiten für das 21. Jahrhundert.“

WLAN funktioniere in der ganzen Schule und man habe datenschutzkonforme Lizenzen. „Das heißt, ich kann wirklich spontan sagen: Tablets raus, scannt den KI-Zugang und versucht, diese Aufgabe mit der KI zu lösen. Und da bietet natürlich die technische Ausstattung viele Vorteile. Ein Lehrer in einer anderen Schule muss vielleicht sagen: „Oh, diese Aufgabe können wir durch KI lösen. Wir haben einen Tablet-Koffer. Moment, der ist reserviert.“ Dann reserviert er ihn für in zwei Wochen, dann sind 50 Prozent der Geräte nicht geladen und bei zehn funktioniert das WLAN nicht und dann lässt er das wieder sein.“

Die digitale Aufrüstung deutscher Schulen schreitet zwar voran, doch konkrete Zahlen dazu gibt es derzeit nicht. Das Bildungsministerium des Bundes verweist auf Anfrage an die Kultusministerkonferenz, diese wiederum an die Bildungsministerien der Länder und von diesen einige an die Kommunen. Eine bundesweite Studie, welche Veränderungen der Digitalpakt Schule des Bundes gebracht hat, soll Ende 2024 erste Ergebnisse liefern. Der Abschlussbericht wird Anfang 2027 erwartet. Derweil wurde die Anschlussförderung, der Digitalpakt 2.0, auf 2025 verschoben. Es droht eine Finanzierungslücke über mehrere Monate.

SCHWIERIGER WANDEL

Das Potenzial von Technologien, Schulen zu revolutionieren, wurde schon mehrfach überschätzt. „Das Internet zum Beispiel hat Schulen kaum verändert“, sagt Bronner. „Auch der Corona-Fernunterricht hat Schule im Nachhinein nur wenig verändert. Leider. Da war im Jahr 2021 die ganz große Hoffnung: Alle Lehrer sind jetzt endlich digital fit. Das selbstständige Lernen ist etabliert. Und was ist passiert? Alles in den Normalmodus zurück.“

Die Bildungsforscherin Helen Crompton will mittels ChatGPT die Kreativität von Kindern und das kritische Denken fördern.



Patrick Bronner setzt KI im Physik- und Matheunterricht ein. Das richtige Maß vorausgesetzt, könne Schule durch die neuen Technologien nur besser werden, ist er überzeugt.



Ob die neuen KI-Chatbots nun den großen Schritt bringen, das Rollenbild der Lehrkräfte noch einmal stärker vom Wissenshüter zum Lernhelfer verschieben und den Unterricht besser machen, bleibt abzuwarten.

Ein Mittel gegen den Lehrkräfte mangel seien sie auf keinen Fall, betont Bronner. „Ein respektvolles und professionelles Lehrer-Schüler-Verhältnis ist nach wie vor die Voraussetzung für das Arbeiten in Projekten in Freiarbeit.“ Wenn die jungen Leute außerhalb des Klassenzimmers unterwegs sind, um etwa eine Audiospur aufzunehmen oder ein Video zu drehen, geht das nur mit einer soliden Vertrauensbasis. Auch die Kommunikation der Schüler untereinander sollte künftig noch gefördert werden, etwa durch Partnerarbeit. „Die Mischung zwischen analog und digital muss einfach stimmen.“

Ein Wandel zeichnet sich immerhin schon ab. Bronner und andere der KI aufgeschlossene Kolleginnen und Kollegen arbeiten bereits seit Monaten mit einer datenschutzkonformen Version von ChatGPT. Und nach den Schummelversuchen beim schriftlichen Abitur in Hamburg erlaubte die Schulbehörde für die mündlichen Prüfungen den Einsatz von KI-Systemen wie ChatGPT – zur Vorbereitung auf die Prüfungen und zur Erarbeitung ihrer Präsentationen. Die KI, die sie verwendeten, mussten die Abiturienten lediglich als Quelle angeben.

„ChatGPT ist längst in der Schule angekommen“, sagt Bronner. „Wenn ich in meinen Klassen frage: „Wer von euch nutzt es? Ich sag's auch nicht weiter“, dann gehen 75 Prozent der Hände hoch. Das Problem ist aber nicht, dass die Schüler es einsetzen, sondern dass sie es in der Regel ohne Anleitung und ohne pädagogische Unterstützung machen. Das darf nicht sein.“ ●

Wir schreiben Zukunft.



35 %
Rabatt

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

mit-tr.de/testen

Wie misst man Bildung?

Internationale Bildungsstudien dampfen den Bildungstand eines Landes auf eine griffige Kennzahl ein, wie die Punktetabelle in der Bundesliga. Doch was genau besagen diese Punkte? – Gregor Honsel und Wolfgang Stieler; Grafik: Matthias Timm

Bildungsstudien im Vergleich

	PISA (Programme for International Student Assessment)	TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study)	IGLU (Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung)	NEPS (Nationales Bildungspanel)
Kompetenzen	Lesen, Mathematik, Naturwissenschaften*	Mathematik, Naturwissenschaften	Lesen	Sprache, Mathematik, Naturwissenschaften, Computer und Technologie
Länder	86 (2022)	64 (2019)	60 (2011)	Deutschland
Teilnehmer (D)	7700 (2022)	4942 (2019)	4611 (2011)	ca. 70 000
Alter	15 Jahre	4. Klasse (D)	4. Klasse	Babys bis Erwachsene
Einführung (D)	2000	1995	2001	2009
Turnus	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre	laufend

*im turnusmäßigen Wechsel. 2018: Lesen; 2022: Mathematik. Da die Ergebnisse für den jüngsten Test noch nicht vorliegen, bezieht sich das Folgende auf den Lese-Test von 2018.

Kompetenzstufen

Stufe	Definition	Schüler auf dieser Stufe
1	• Fähigkeit, die wörtliche Bedeutung kurzer, syntaktisch einfacher Sätze zu erfassen	99,9 %
...	Beim Pisa-Test wird die Lesekompetenz in sechs Stufen bewertet. Stufe 1 ist die einfachste, Stufe 6 die schwierigste.	
6	• längere und abstrakte Texte verstehen, in denen die zu suchenden Informationen nicht leicht zu finden sind und nur einen indirekten Bezug zur Aufgabe aufweisen • widersprüchliche Standpunkte aus verschiedenen Texten verknüpfen • über das Verhältnis von Quelle und Inhalt eines Textes reflektieren	1,3 %

Beispielaufgabe

Seit 2018 werden die Aufgaben überwiegend per Computer gestellt.

Die Fragen sind jeweils zu Themenkomplexen mit zunehmender Schwierigkeit gruppiert.

Die Texte werden von Stufe zu Stufe länger und komplexer.

Auch die Antwortmöglichkeiten werden schwieriger. In den unteren Kompetenzstufen gibt es meist einfache Multiple-Choice-Fragen, hier müssen differenzierte Aussagen bewertet werden.

Ursache	Auswirkung	Befürworter der Theorie
		Jared Diamond
		Carl Lipo und Terry Hunt

NEUES AUS DER WISSENSCHAFT

Haben Polynesische Ratten die Bäume der Osterinsel zerstört?

Von Michael Kimball, Wissenschaftsjournalist

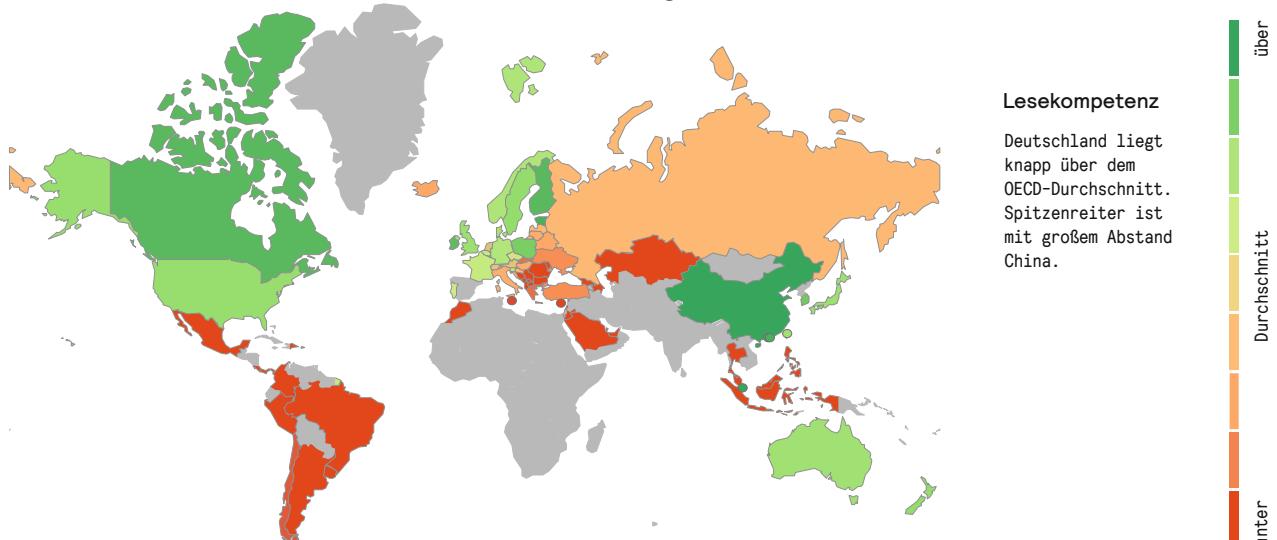
2005 veröffentlichte Jared Diamond „Kollaps“. In diesem Buch beschrieb er die Besiedlung von Rapa Nui (auch Osterinsel genannt) durch den Menschen.

Das Buch führte bald nach seiner Veröffentlichung zu einer großen Kontroverse. Viele Wissenschaftler stellten Diamonds Theorie über die Geschehnisse auf der Osterinsel in Frage. Sie waren sich einig, dass die riesigen Bäume bereits verschwunden waren, als die Europäer im 18. Jahrhundert zum ersten Mal auf die Insel kamen, aber Jared Diamonds Theorie über den Grund des Verschwindens stimmten sie nicht zu.

Nun haben zwei Wissenschaftler, Carl Lipo und Terry Hunt, eine neue Theorie veröffentlicht. Sie glauben, dass die Polynesische Ratte die Samen der Bäume fraß und so verhinderte, dass neue wuchsen. Die Ratte, so glauben sie, wurde entweder versehentlich oder absichtlich in den Kanus mitgebracht, mit denen die ersten menschlichen Siedler auf die Osterinsel kamen.

Studien haben gezeigt, dass sich eine Rattenpopulation alle 47 Tage verdoppeln kann. So viele Ratten brauchen natürlich auch viel Futter. Um ihre Theorie zu bekräftigen, weisen Lipo und Hunt auf die Überreste von Palmenüssen hin, die Bisspuren von Ratten aufweisen. Zwar räumen sie ein, dass auch Menschen eine Rolle bei der Zerstörung der Wälder auf der Osterinsel spielten. Sie glauben aber, dass die Polynesische Ratte in einer ganzen Reihe von Faktoren ein noch größerer Übeltäter war.

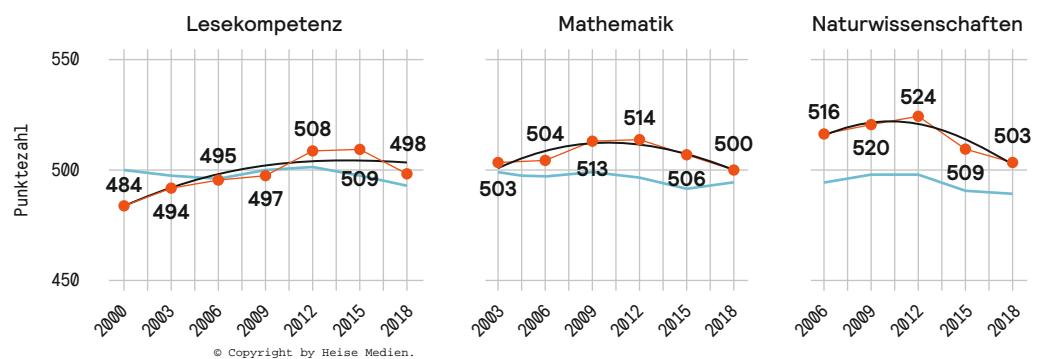
Ländervergleich



Leistungstrends

Seit Anfang der 2010er-Jahre verschlechtert sich die Kompetenz in Deutschland wieder. Als Durchschnitt wird eine Punktezahl von 500 festgesetzt. Das bedeutet, dass die Hälfte aller Schülerinnen und Schüler in der Lage sein sollten, eine Aufgabe mit dem Schwierigkeitsgrad 500 zu lösen.

- Deutschland
- OECD-Durchschnitt
- Deutschland-Trend





Wohlfühl-Kontrolle

Seelische Erkrankungen sind ein wachsendes Problem in allen europäischen Schulsystemen. Lehrer in Dänemark nutzen Apps, um die Stimmungslage ihrer Schüler zu erfassen. Eine gute Idee mit Schattenseiten. – Arian Khameneh (Übersetzung: Jo Schilling)

In einem Kopenhagener Vorort findet in einer fünften Klasse das wöchentliche Kuchenessen statt, das ist Tradition in dänischen öffentlichen Schulen. Während die Kinder Schokoladenkuchen essen, zeigt ihre Lehrerin Henriette Viskum ein Balkendiagramm auf dem Whiteboard. Die Daten sind so angeordnet, dass sie die wöchentliche „Stimmungslandschaft“ der Klasse anzeigen. Gesammelt hat sie eine digitale Plattform, die Daten über das Wohlbefinden der Kinder zusammenfasst. Diese Woche hatte die Klasse im Durchschnitt eine Stimmung von 4,4 von 5 und die Kinder bewerteten ihr Familienleben als sehr gut. „Das ist großartig!“, ruft Viskum und hebt zwei Daumen in die Höhe.

Dann klickt sie zu einer Infografik über Schlafhygiene. Die Daten zeigen, dass die Schüler Probleme haben. Ihre Lehrerin fordert sie auf, darüber nachzudenken, wie sie ihre Schlafgewohnheiten verbessern können. Nach einer kurzen Diskussion schlagen die Kinder „weniger Bildschirmzeit am Abend“, „Meditation vor dem Schlafengehen“ und „ein heißes Bad“ vor. Sie verpflichten sich gemeinsam, diese Strategien umzusetzen. Beim Kuchenessen in der nächsten Woche werden sie gefragt, ob sie sich daran gehalten haben oder nicht.

Diese Art von datengesteuerten Wohlfühl-Audits wird in Dänemarks Klassenzimmern immer häufiger durchgeführt. Das Land ist seit Langem führend bei Online-Diensten und -Infrastrukturen und rangiert in der E-Government-Umfrage der Vereinten Nationen als das am besten digital entwickelte Land. In den letzten Jahren haben die Schulen des Landes viel in diese Technologien investiert: 2018 hat die dänische Regierung schätzungsweise vier bis acht Millionen Dollar – ein Viertel des Budgets für Lehrmittel an Gymnasien – für die Anschaffung digitaler Plattformen bereitgestellt. Im Jahr 2021 investierte sie weitere sieben Millionen Dollar.

Jetzt sollen diese Technologien helfen, die dänischen Schulkinder aus der tiefen psychischen Gesundheitskrise herauszuholen, in der sie sich gerade befinden. Die Herausforderung, die diese Krise für die Gesellschaft bedeutet, hat eine der größten politischen Parteien des Landes „mit der Inflation, der Umweltkrise und der nationalen Sicherheit“ gleichgesetzt.

Innerhalb nur weniger Jahrzehnte hat sich die Zahl der dänischen Kinder und Jugendlichen mit Depressionen mehr als versechsfacht. Und das ist kein rein dänisches Phänomen. Depressionen bei Kindern werden zwar in Deutschland statistisch nur sehr lückenhaft erfasst, aber zwischen den Jahren 2000 und 2017 hat sich die Anzahl depressiver Kinder unter 15 Jahren laut Statistischem Bundesamt sogar verzehnfacht. Und mit der Pandemie und

den damit verbundenen Schulschließungen ist das Problem europaweit regelrecht eskaliert. Eine Meta-Studie des Bundesinstituts für Bevölkerungsforschung (BiB) hat 22 Studien aus acht Ländern (Deutschland, Norwegen, England, Italien, Island, Niederlande, Schweiz und Israel) mit Daten von über 860 000 Kindern und Jugendlichen vor und nach der COVID-19-Pandemie analysiert. Sie zeigt, dass „Kinder und Jugendliche während der Schulschließungen zu 75 Prozent häufiger generelle Depressionssymptome aufwiesen als vor der Pandemie.“

So gibt auch ein Viertel der dänischen Neuntklässler an, dass sie schon einmal versucht haben, sich selbst zu verletzen. In einem kürzlich von mehr als 1000 dänischen Schulpsychologen unterzeichneten offenen Brief äußerten diese „ernste Bedenken“ über den psychischen Zustand der Kinder, die sie in ihrer Arbeit sehen. Sie sehen „keine Hoffnung auf eine Umkehrung des negativen Trends, wenn nicht sofort Maßnahmen ergriffen werden“.

DIGITAL GEGEN DEPRESSIONEN

Eine dieser Maßnahmen ist der Einsatz der Plattform Woof, mit der die fünfte Klasse bei Schokokuchen ihre Stimmungslandschaft prüft. Ein dänisches Start-up hat sie entwickelt und sie befragt die Schüler regelmäßig zu einer Reihe von Indikatoren für das Wohlbefinden. Über einen Algorithmus schlägt sie dann Themen vor, auf die sich die Klasse konzentrieren soll.

Woof wurde bereits in mehr als 600 Schulen in Dänemark in den Unterricht eingeführt, und eine Handvoll weitere Plattformen haben dänische Schulen ebenfalls übernommen. Die Gründer von Woof sind überzeugt, eine wichtige Nische zu füllen, denn die von der dänischen Regierung jährlich durchgeführte Umfrage zum Wohlbefinden der Kinder liefert nur eine Momentaufnahme, die für politische Entscheidungsträger relevant sein mag; Lehrern, die ein regelmäßiges Feedback benötigen, um ihre Arbeit anzupassen, nützt sie jedoch kaum.

„Es besteht einfach ein Bedarf an Tools, mit denen man sich bei den Kindern melden kann, ohne mit allen 24 Kindern sprechen zu müssen, bevor man mit dem Unterricht beginnt“, sagt Mathias Probst, Mitgründer von Woof, „denn bevor man sich versieht, sind 15 Minuten der Unterrichtszeit verstrichen“.

Inzwischen setzen auch Schulen in Finnland und in Großbritannien Software zur Überwachung der Stimmung ein. Die Schulbehörden in den USA gehen noch weiter und nutzen Technologien, die über das Sammeln von Selbstberichten hinaus-

gehen: Durch die Überwachung von E-Mails, Chat-Nachrichten und Suchvorgängen auf von der Schule ausgegebenen Geräten suchen sie nach Hinweisen auf bedenkliches Verhalten.

Das Potenzial sei groß, war auch Carsten Obel überzeugt. Der inzwischen verstorbene Professor für öffentliche Gesundheit an der Universität Aarhus und Mitentwickler der Plattform Moods sagte 2019 in einem Video: „Wir können digitale Werkzeuge nutzen, um das Wohlbefinden rund um die Uhr zu bewerten. Wie ist der Schlaf? Wie sieht es mit der körperlichen Aktivität aus, wie mit der Interaktion mit anderen? ... Wie verhält sich die Bildschirmzeit des Kindes im Vergleich zu körperlich aktiven Zeiten? Das ist von zentraler Bedeutung, um zu verstehen, was Wohlbefinden eigentlich ist.“

Aber an diesem Ansatz gibt es durchaus Kritik. Es gebe kaum Beweise dafür, dass diese Art der Quantifizierung zur Lösung sozialer Probleme genutzt werden könne. Und dass ein Klima der Selbstüberwachung von klein auf die Beziehung der Kinder zu sich selbst und zu anderen grundlegend dahingehend beeinflussen könnte, dass sie sich eher schlechter als besser fühlen. „Wir können kaum in ein Restaurant oder ins Theater gehen, ohne danach gefragt zu werden, wie wir uns dabei fühlen, und ohne hier und da ein Kästchen anzukreuzen“, sagt Karen Vallgårda, außerordentliche Professorin an der Universität Kopenhagen, die sich mit Familien- und Kindheitsgeschichte beschäftigt. „Es gibt eine

zunehmende Quantifizierung von Emotionen und Erfahrungen, und es ist wichtig, dass wir uns fragen, ob das der ideale Ansatz ist, wenn es um das Wohlbefinden von Kindern geht.“

Eine weitere offene Frage ist, was die Kinder und ihre Eltern tatsächlich darüber wissen, welche Daten gesammelt werden – und wie sie verwendet werden. Während einige Plattformen behaupten, nur minimale oder gar keine personenbezogenen Daten zu sammeln, graben sich andere tief in die Psyche einzelner Kinder, ihre körperlichen Aktivitäten und sogar in Freunde gruppen ein.

„Deren Praxis ist sehr Silicon-Valley-like. Sie predigen Datentransparenz, sind aber selbst nicht transparent“, sagt Jesper Balslev, Forschungsberater an der Copenhagen School of Design and Technology. Balslev sorgt sich, dass diese Plattformen wie Woof schnell und mit einer gewissen Naivität eingeführt werden – ohne Test oder Regel und ohne dass sichergestellt ist, dass die Schulkultur es den Kindern erlaubt, sich nicht an ihnen zu beteiligen. „Unsere Regulierungstechnologien, um damit umzugehen, sind schrecklich“, sagt er. Es sei möglich, dass sich das ändere, fügt er hinzu, „aber im Moment sind alle Herdplatten gleichzeitig aufgedreht.“

EIN HUND FÜR DIE KINDER

Woof betreibt mit einem kleinen Team aus drei Vollzeitmitarbeitern ein Kellerbüro am Strand von

Es gibt einen guten Grund, Selbstberichte zum Wohlbefinden mit Vorsicht zu genießen: Die Kinder sind möglicherweise einfach nicht ehrlich.



Wie ist die Stimmung in der Klasse? Mit Apps wie Woof will die dänische Regierung ihre Schulkinder aus der psychischen Gesundheitskrise herausholen.

09. + 10. November 2023 HALLE 45, Mainz

Das Event für IT im Mittelstand

Gemeinsam für die Digitalisierung



Jetzt
Ticket sichern!

499 € statt 549 €
Gültig bis 20.09.2023

Aktionscode:
MTXX23TR1008

Rabatt nicht kombinierbar

MITEXX Top-Themen 2023

- Automation
- New Work
- Multi/Hybrid Cloud
- Big Data
- IT-Security
- Sustainability

MiTEXX

www.mitexx.de

powered by  DILK

Ein Angebot von

FLEET Events

ct magazin für
computer
technik

MBmedien
Group GmbH

Partner 2023

© Copyright by Heise Medien.

box

CAST
Software Intelligence for Digital Leaders

kaspersky

ninjaOne

outsystems

**LOW CODE
TECHNOLOGIE
EXPERTEN**

TOPdesk

veeAM

„Deren Praxis ist sehr Silicon-Valley-like. Sie predigen Datentransparenz, sind aber selbst nicht transparent.“

Kopenhagen. Die Gründer, Mathias Probst und Amalie Danckert, kamen auf die Idee für das Unternehmen, nachdem sie als Lehrer an einer öffentlichen Schule im Rahmen von Teach First Denmark gearbeitet hatten, einer gemeinnützigen Organisation, die Bildungsgerechtigkeit in Dänemark abbauen möchte.

Als Probst und Danckert in das öffentliche Schulsystem eintraten, stellten sie schnell fest, dass Schulen in einkommensschwachen Vierteln in einen Teufelskreis führen: Schwierige Lebensumstände im Elternhaus machen die Kinder schwerer beschulbar. Die Fluktuarionsrate des Personals ist aufgrund von Stress und Burnout hoch, und Lehrkräfte versuchen, zu weniger fordernden Schulen zu wechseln. Eltern, die über die nötigen Mittel verfügen, schicken ihre Kinder häufig gleich in andere Schulen, sodass der Anteil an Kindern mit größeren Problemen steigt. Das verstärkt den Stress bei den Lehrern, und so weiter ...

„Ich habe so viele Kinder in schwierigen Situationen gesehen, die hätten verhindert werden können, wenn man früher etwas unternommen hätte“, sagt Danckert. Bevor sie angefangen hat, sich als Lehrerin zu engagieren, hat sie als Analystin in der Kinder- und Jugendabteilung der Kopenhagener Sozialbehörde gearbeitet.

Gemeinsam mit Probst, der aus der Beratungsbranche kommt, wollte sie eine Methode entwickeln, die Schulen dabei hilft, solche Situationen zu bewältigen. Ihre Lösung ist die Web-App Woof, auf die Kinder über Computer oder Telefon zugreifen können (eine Studie aus dem Jahr 2019 ergab, dass 98 Prozent der dänischen Kinder zwischen 10 und 15 Jahren Zugang zu einem Smartphone haben). Auf der Nutzeroberfläche stellt ein Cartoon-Hund den Kindern verschiedene Fragen über ihr Leben und fordert

sie auf, ihre Stimmung und andere Aspekte ihres Lebens auf einer Skala von 1 bis 5 zu bewerten. Das Tool soll wöchentlich eingesetzt werden und erstellt so eine Stimmungslandschaft für die Klasse. Mit der Zeit soll dadurch ein umfassendes Bild vom Wohlergehen der Kinder in dieser Klasse entstehen.

Lehrer und Verwaltungsangestellte können wöchentliche Berichte über die selbst eingeschätzte Gesamtstimmung einer Klasse abrufen und so erfahren, wie sich Schlafhygiene, soziale Aktivitäten, schulische Leistungen und körperliche Aktivität auf die Stimmung der Kinder auswirken. Die Klassen werden profiliert und erhalten Empfehlungen, wie sie die Ergebnisse in den Kategorien verbessern können, in denen sie weniger gut abschneiden. Schließlich sehen sich Lehrer und Kinder die Daten gemeinsam an und helfen sich gegenseitig mit Instrumenten und Strategien, um diese Schwachstellen zu verbessern.

Die Daten von Woof sind anonymisiert; die App berichtet über die Durchschnittswerte von Klassenräumen und nicht über einzelne Kinder. Das Unternehmen wolle nicht bis an die Grenze dessen gehen, was im Rahmen der Datenschutzgesetze machbar sei, sagt Danckert. Und Probst hat Bedenken, für die Kinder durch das Sammeln ihrer individuellen Daten ein Narrativ zu schaffen, in dem sie hängen bleiben, statt dass es ihnen hilft, negative Muster zu durchbrechen. „Es ist besorgniserregend, dass es auf Plattformen, die mit Kindern arbeiten, so viele persönlich zuordnbare Daten gibt“, sagt er.

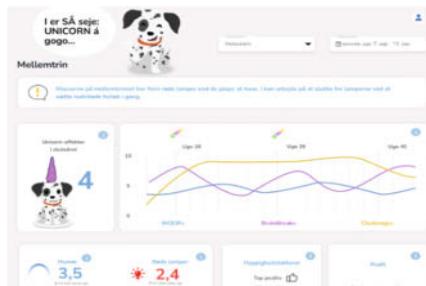
Seit Herbst 2022 läuft die Vollversion von Woof. Beta-Testdaten, die vor der vollständigen Markteinführung an 30 Schulen gesammelt wurden, zeigen, dass sich die Stimmung in 80 Prozent der Klassen, die Woof nutzen, innerhalb eines Mo-

nats um durchschnittlich 0,35 Punkte auf einer Skala von 1 bis 5 verbessert hat. Woof betont, dass die Plattform den Kontakt zwischen Lehrer und Schüler nicht ersetzen soll. Sie soll vielmehr als UnterstützungsInstrument für Lehrer verstanden werden, das strukturierte Aktionspläne und Feedback bietet.

Allerdings haben, so Balslev, Bildungs-Apps bislang nicht bewiesen, dass sie besser sind als analoge Maßnahmen. Etwa die Aufforderung von Lehrern an die Kinder, ihre Computer auszuschalten, und sie zu fragen, wie sie letzte Nacht geschlafen haben. Er verweist auf eine OECD-Studie aus dem Jahr 2015, in der festgestellt wurde, dass die Digitalisierung der Schulen eine Reihe von Problemen, die sie eigentlich verbessern sollte, verschlimmert hat, mit einem negativen Nettoeffekt auf die Lernergebnisse in einigen Ländern.

Zudem gibt es einen guten Grund, Selbstberichte zum Wohlbefinden mit Vorsicht zu genießen: Die Kinder sind möglicherweise einfach nicht ehrlich. Balslev geht nicht davon aus, dass Schüler bei der Einführung von Technologien in einem sozialen Kontext ein ideales Verhalten an den Tag legen und die verfolgten Ziele unterstützen. In Interviews mit ihm hätten Oberstufenschüler beispielsweise berichtet, dass sie digitale Systeme manipuliert hätten, um mehr Zeit für eine Aufgabe zu bekommen oder eine Schreibübung länger aussehen zu lassen, als sie tatsächlich war.

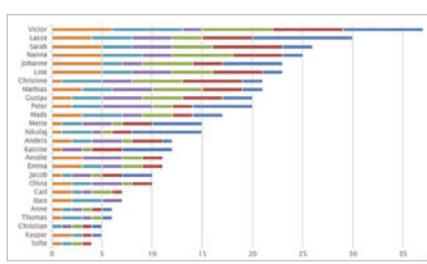
Obwohl unehrliche Antworten natürlich möglich seien, argumentieren Probst und Danckert, dass der anonyme Ansatz von Woof authentische Antworten wahrscheinlicher mache. „Viele Schüler aus einkommensschwachen Gegenenden wollen nicht darüber sprechen, was zu Hause passiert, weil sie Angst haben, dass sie damit einen Fall bei einem So-



Woof zeigt den Lehrkräften Durchschnittswerte über das Befinden der Klasse, aber keine Daten über einzelne Kinder.



Bloomsights trackt die einzelnen Kinder. Die Plattform erstellt aus den Daten umfangreiche Soziogramme, die die Beziehungen der Kinder untereinander darstellen.



Auch Klassetrivsel erfasst individuelle Daten und erstellt daraus Soziogramme.

Bild: Woof

Screenshot: Bloomsights

Screenshot: Klassetrivsel

zialamt auslösen“, sagt Probst. Er und Danckert sind der Meinung, dass der anonyme Ansatz Vertrauen aufbaut und eine ehrliche Offenlegung fördert.

ÜBERGRIFFIGE APPS

Der Unterschied zwischen Woof und den anderen Plattformen – Bloomsights, Moods und Klassetrivsel (dänisch für „Wohlbefinden im Klassenzimmer“) –, die an den dänischen Schulen eingesetzt werden, ist, dass Letztere die Schulkinder individuell erfassen und identifizieren. Bloomsights und Klassetrivsel gehen sogar so weit, „Soziogramme“ zu erstellen – Netzwerkdiagramme, die die Beziehungen der Kinder untereinander im Detail darstellen.

Bloomsights verwandelt die Daten aus den Selbsteinschätzungen der Kinder in Indikatoren wie „Anzeichen von Einsamkeit“, „akademische Denkweise“ und „Anzeichen von Mobbing“.

„Es sind sehr intime Dinge, die gefragt werden, und die Kinder wissen nicht unbedingt, wer sie sehen wird“, sagt Naya Marie Nord, Lehrerin an einer Schule in einem Vorort von Kopenhagen, die Bloomsights nutzt. „Natürlich sollte ich als Lehrerin einen Einblick in die Gefühle meiner Schüler haben. Aber das ist etwas, das ich lieber in der Vertraulichkeit zwischen mir und dem Schüler vermitteln möchte, als dass es einem Computer mitgeteilt wird.“ Nord ist besorgt darüber, wie viele Lehrer, die nicht direkt mit den Kindern arbeiten, dennoch Zugang zu ihren Daten haben. Die App überschreite ethische Grenzen, wenn man bedenke, wie sehr sie in das Privatleben der Schüler eingreife, sagt sie.

„Sie haben keine Chance, zu verstehen, was vor sich geht. Es ist nicht so, dass wir ihnen eine lange Präsentation geben, in der wir erklären, wie die Daten verwendet werden und wer Zugang zu ihnen hat“, sagt Nord. „Und wenn wir das täten, würden wir keine ehrlichen Antworten bekommen.“

Laut den Datenrichtlinien der Plattform Klassetrivsel ist nicht einmal eine Zustimmung der Eltern oder der Kinder erforderlich, bevor die App im Klassenzimmer verwendet wird. Das Unternehmen bezeichnet seine App als integriertes Tool für „Wohlfühlzwecke“ in einer öffentlichen Einrichtung, und damit fällt es unter eine dänische Gesetzesklausel, die öffentliche Behörden von der Einholung der Zustimmung zur Da-

tenerfassung befreit. Und da die Plattformen nicht als „Dienst der Informationsgesellschaft“ wie Facebook oder Google eingestuft werden, ist nach der Europäischen Datenschutzgrundverordnung keine elterliche Zustimmung erforderlich.

Dänische Gerichte sehen das jedenfalls so: Im Jahr 2019 reichten Eltern Beschwerde bei der dänischen Datenschutzbehörde ein. Sie waren der Meinung, dass eine solche datengesteuerte Plattform einer Zwangsüberwachung des Kindes gleichkomme. Die Eltern argumentierten weiter, dass „das Messen und Überwachen des Wohlbefindens nicht dasselbe ist wie die Verbesserung des Wohlbefindens“. Das Gericht entschied zugunsten der Schule: Die App sei ein Instrument zur Erfüllung von Aufgaben von „entscheidendem sozialen Interesse“, die in die Zuständigkeit der Schulen fallen.

„Normalerweise ist die rechtliche Grundlage für diese Drittanbieter-Apps, dass sie einen Dienst im Auftrag der Behörden anbieten“, sagt der dänische IT-Anwalt Allan Frank. Dennoch müssen sie Daten korrekt speichern und dürfen nicht mehr als nötig sammeln. Außerdem müssen sie unter der Schirmherrschaft einer staatlichen Genehmigung arbeiten, sagt Frank: „Wenn es einen Lehrer oder eine Schule gibt, die so ein Tool ohne die Aufsicht der Gemeinde oder des Bildungsministeriums einrichten, dann wäre das ein Problem.“

GRUPPENZWANG

Für Eltern, die nicht wollen, dass ihre Kinder solche Plattformen nutzen, ist es nicht immer einfach, sich dagegen zu entscheiden. Aber da die Apps in einem Bildungskontext verwendet und als altruistisch wahrgenommen werden, sind sowohl Eltern als auch politische Entscheidungsträger in der Regel unbesorgt. „Es gibt viele andere Apps, bei denen ich die Nutzung durch meinen Sohn einschränke, aber ich mache mir über Apps, die in der Schule genutzt werden, nicht dieselben Sorgen wie zum Beispiel über TikTok und YouTube“, sagt Janni Hindborg Christiansen, Mutter eines der Kinder in der fünften Klasse, die Woof nutzt. „Wenigstens wird Woof in einer kontrollierten Umgebung verwendet und erfüllt einen guten Zweck. Ich vertraue ihm mehr als vielen anderen Apps, denen ich eher kritisch gegenüberstehe.“

Henriette Viskum, die Lehrerin der fünften Klasse, beschreibt den Woof-Unterricht als Teil des Kernprogramms ihrer Klasse – gleichwertig mit Mathe – und sagt, dass Eltern mit ihr sprechen müssen, um ihr Kind aus dem Programm zu nehmen. „Wenn es ein großes Problem ist, finden wir eine Lösung, und dann muss das Kind nicht teilnehmen“, sagt Viskum. „Aber dann würde ich als Lehrerin ein großes Fragezeichen hinter die Frage setzen, warum die Eltern so stark gegen die Arbeit an dem Wohlbefinden ihrer Kinder sind. Das würde mich schon ein wenig beunruhigen und neugierig machen.“

Die Nähe zwischen Lehrern und Schülern kann auch den Grad der Anonymität verschwimmen lassen. Viskum erzählt, dass sie, wenn zum Beispiel fast die gesamte Klasse beim Thema Familienleben gut abschneidet, ein Kind aber nicht, in der Regel erahnen kann, wer diese Person ist, und dann vielleicht beiläufig versucht, Maßnahmen zur Unterstützung zu ergreifen.

THEORIE UND PRAXIS

Für Balslev ist die Akzeptanz ausgeklügelter datengesteuerter Lösungen teilweise auf deren politische Attraktivität zurückzuführen. In Dänemark wird die Technologie gerne als Lösung für alles, was mit Unterricht und Bildung zu tun hat, dargestellt. Die einfachen Infografiken, die Edu-Tech-Firmen anbieten, haben seiner Meinung nach eine besondere Anziehungskraft auf Regierungsbeamte, die mit heiklen sozialen und pädagogischen Fragen konfrontiert sind.

„Das Tolle an den digitalen Initiativen ist, dass sie die Politiker handlungsfähig erscheinen lassen – als ob sie Entscheidungen getroffen hätten“, sagt Balslev. Aber die Wirksamkeit hat nicht so viel Priorität, sagt er: „Es geht schnell und einfach, einige Kennzahlen zu produzieren, die rhetorisch überzeugend erscheinen. Die Infografik mag ein kleines Stückchen Wahrheit über die Realität liefern, aber sie berührt nicht den Kern der Situation.“

Die Technologie könnte die Situation sogar noch verschlimmern, meint Karen Vallgårda, Forscherin an der Universität Kopenhagen. Sie ist besorgt, dass das „Überwachungsparadigma“ unbeabsichtigte Folgen für das Selbstverständnis der Kinder haben könnten.

„Wenn wir aufgefordert werden, uns selbst nach einer quantitativen Lo-

gik zu kontrollieren, können Gefühle wie Empörung und Trauer als problematische emotionale Reaktionen erscheinen, obwohl sie in bestimmten Lebensszenarien völlig natürlich sind. Die Kinder können das Gefühl bekommen, dass das, was sie empfinden, falsch oder unerwünscht ist, was die Probleme eher noch verstärkt, als sie zu lindern“, sagt Vallgårda. „Wenn

wir Kindern ein gewisses Maß an Selbstüberwachung einimpfen, die auf einem klar vermittelten Ideal basiert, wie man seinen Alltag strukturiert, wie man isst und wie man sich in bestimmten Situationen fühlt, besteht die Gefahr, dass Kinder ein ‚doppeltes Unglücklichsein‘ entwickeln, weil sie nicht nur unglücklich sind, sondern auch diesen Idealen nicht gerecht werden.“

Vallgårdas Bedenken teilen andere Forschende. Eine übermäßige Konzentration auf die Frage, ob Kinder glücklich sind, könnte dazu führen, dass sie normale Schwankungen im Leben pathologisieren. Neue Studien deuten auch darauf hin, dass das abnehmende Wohlbefinden größtenteils auf Umwelt- und soziale Einflüsse und nicht auf individuelle Faktoren zurückzuführen ist.

Vallgårda ist der Ansicht, dass die Schulen, anstatt Ressourcen in Instrumente zu stecken, die eine quantitative Agenda fördern, stattdessen vorrangig Fachkräfte wie Lehrer und Schulpsychologen einstellen und ausbilden sollten. Aber digitale Plattformen sind wesentlich billiger als Personal. Die Lehrerin Henriette Viskum weist auf knappe Budgets und kilometerlange Wartelisten beim Schulpsychologen hin. Das erkläre die Anziehungskraft der Bildungstechnologie, auch wenn es nur wenige Ergebnisse gebe, die ihre Wirksamkeit belegten.

Während die Quantifizierung des Lebens der Kinder Akademiker eher abschreckt, schätzen die Kinder Woof. Sie benutzen es gerne, erzählen sie zwischen Whiteboard und Schokokuchen. Besonders gefällt ihnen, wie die App ihnen hilft, netter miteinander zu reden. In einer Schule in einem einkommensschwachen Viertel, in einer Klasse, die 3,4 von fünf Punkten auf der Stimmungsskala erreichte, sagte eine Lehrerin, sie sei einfach nur froh, ein Werkzeug zu haben, das ihr eine allgemeine Vorstellung davon geben könne, was mit den Kindern los sei.

Mit der Kritik Vallgårdas konfrontiert, sagt Woof-Entwickler Probst: „Es ist schön und gut, ein Theoretiker zu sein und die Meinung zu vertreten, dass man bestimmte Dinge nicht tun sollte, aber es gibt auch eine Realität da draußen in den Klassenzimmern. Es gibt eine praktische Situation, in der Lehrer mit Kindern konfrontiert sind, die sich so sehr abmühen, dass sie während des Unterrichts in Tränen ausbrechen. Da muss man etwas tun.“ ●

Karen Vallgårda von der Universität Kopenhagen sorgt sich, dass die Frage, ob Kinder glücklich sind, diese ins Unglücklichsein führt.



Jesper Balslev, Forschungsberater an der Copenhagen School of Design and Technology, sieht die Regulierung von Plattformen wie Woof kritisch.



© Copyright by Heise Medien.



heise Academy Sommer-Challenge: KI-Power entfesseln und Preise gewinnen!

Unsere IT-Experten Christian Winkler und Stefanie Scholz rufen die **heise Academy Sommer-Challenge** aus: Zeige deine KI-Fähigkeiten und gewinne eine **Playstation 5 mit zwei Games** sowie ein **exklusives Seminar** mit den beiden Top-Experten!

Challenge: Führe eine Konversation mit einem Sprachmodell, um ein hypothetisches Produkt zu entwickeln und visualisiere es anschließend mit Hilfe eines Bildgenerators. Die kreativste Idee gewinnt!

Melde dich jetzt an und sichere dir deine Chance auf eine Playstation 5 mit zwei Games und ein persönliches Seminar mit unseren IT-Experten.

Bist du bereit? Die Sommer-Challenge erwartet dich!

Übrigens: Über 600 weitere knifflige Aufgaben erwarten dich mit dem **Academy Pass**. Nimmst du die Herausforderung an?

© Copyright by Heise Medien.

Jetzt mitmachen:
heise-academy.de





Zahlreiche Lern-
Apps erleichtern es,
vom heimischen
Schreibtisch aus
zu studieren.

10 Apps, die schlauer machen

Schule meistern, berufliches Wissen aneignen, Hobbys draufschaffen:
Digitales Lernen ist in allen Formen und für nahezu alle denkbaren Themen
verfügbar. Tipps für eine lebenslange Lernreise. – Manuel Heckel

© Copyright by Heise Medien.

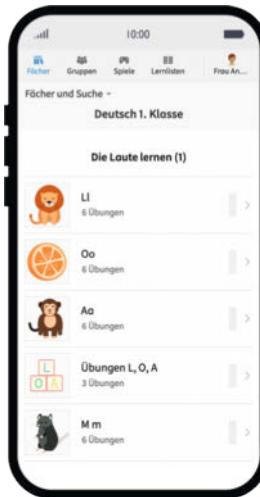
Edurino

Niki hilft bei den ersten Englischversuchen, Robin bei „Zahlen und Mengen“ – und Luka bei „logischem Denken und Coding“. Die bunt gestalteten Spielfiguren, ein bisschen bunter und größer als Playmobilmännchen, kommen mit einer App und einem Tabletstift. Sie schalten jeweils unterschiedliche Lernspiele frei, die von Logopäden und Pädagogen entwickelt wurden. Die Übungen richten sich vor allem an Kinder zwischen vier und acht Jahren. Das Starterset kostet knapp 45 Euro, jede weitere Figur dann etwa 25 Euro. Im Frühjahr schloss das Start-up eine 10,5-Millionen-Euro-Finanzierung ab, kurz danach holte Edurino den dritten Platz beim Wettbewerb „Digital-Start-up des Jahres“ des Bundeswirtschaftsministeriums.

Alternativen: Die App „Der Löwe“ konzentriert sich auf Lese- und Schreibübungen für kleine Kinder. Bei „Die Maus“ führt die orangefarbene Fernsehfigur des Westdeutschen Rundfunks durch Wissenswelten.

Links: edurino.com,
Der Löwe: heise.de/s/8Onq,
Die Maus: heise.de/s/PBQ1

Screenshot: Anton
Foto: Christina Becker / Edurino
Bild: GoStudent



Anton

Die Portion Spaghetti gehört zum „lunch“, der Sonnenuntergang wohl zum „afternoon“. In schlichter Optik lenkt die Anton-App Schüler durch kleine Schulaufgaben. Als die Schulen während der Corona-Pandemie geschlossen waren, stiegen die Nutzerzahlen stark an. Auch heute noch finden sich begeisterte Kommentare und gute Bewertungen in den App-Stores von Apple und Google. Nach eigenen Angaben stehen für Schüler aller Klassenstufen, mit Schwerpunkt auf den jüngeren Jahrgängen, über 100 000 Übungen in nahezu allen Fächern digital und kostenlos parat. Bei der Anmeldung können Schüler ihre Bildungsstätte auswählen – und sehen direkt, wie viele andere Nutzerinnen und Nutzer diese Schule bereits als ihre Heimat ausgewählt haben. Für erfolgreich absolvierte Aufgaben gibt es viel Lob („Brillant, du hast voll abgerockt!“) und Sterne, mit denen kleine Spiele freigeschaltet werden können.

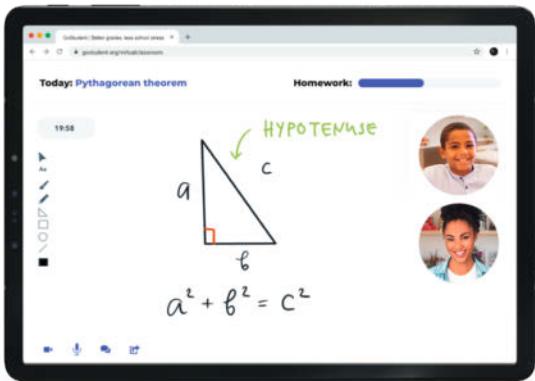
Alternativen: StudySmarter bietet zusätzlich die Möglichkeit, eigene Lernmaterialien zu den gewählten Fächern zu erstellen. Simpleclub wirbt damit, dass es von zwei Millionen Schülern pro Monat genutzt wird, bei Sofatutor sollen es 1,2 Millionen Nutzer sein.

Links: anton.app/de, studysmarter.de, simpleclub.com

SCHULE

GoStudent

Per Videotelefonat zur besseren Note: Für insgesamt 28 Schulfächer vermittelt das Start-up Nachhilfelehrer. Besonders beliebt sind Mathe, Deutsch und Englisch. Der Einzelunterricht zu je 50 Minuten findet virtuell statt, in der App können die Dozenten zum Videocall auch noch digitale Tafeln dazuschalten. Der Anbieter wirbt damit, über 23 000 freiberufliche Lehrende auf der Plattform zu versammeln. Das soll das Finden eines passenden Dozenten erleichtern. Je nach gebuchtem Paket kosten die Nachhilfestunden etwa 30 Euro pro Einheit. Das ist deutlich mehr, als privat gebuchte Lehrer in der Regel kosten, aber in etwa die Summe, die professionelle Nachhilfeinstitute aufrufen. Den deutschen Präsenz-Platzhirsch Studienkreis hat das in Wien gegründete Start-up im vergangenen Jahr übernommen.



Alternativen: Talentify.me verbindet Schüler untereinander, ist in Deutschland aber noch nicht weit verbreitet. Easy-Tutor arbeitet nach demselben Prinzip wie GoStudent.

Links: gostudent.org, talentify.me, easy-tutor.eu

© Copyright by Heise Medien.

Zubido

Wochenberichte, Statistiken über erledigte Aufgaben, Erinnerungen für anstehende Termine: Die „Azubi-App“ soll das ungeliebte analoge Berichtsheft von Auszubildenden ersetzen. Die grund-sätzliche Nutzung ist kostenlos – die Macher setzen jedoch darauf, dass die Ausbildungsbetriebe für einige Extrafunktionen des Programms zahlen. Das Start-up hat mit einzelnen Gewerken zudem spezielle Lösungen aufgesetzt, etwa mit dem Konditoren-, Fleischer- oder Elektrohandwerk.

Alternativen: Die „Berichtshefts-App“, das „Digitale Berichtsheft“, oder die „Friseur Berichtsheft App“ sind ähnliche Produkte von anderen Softwareherstellern.

Links: zubido.de, berichtsheftapp.de, digitales-berichtsheft.com

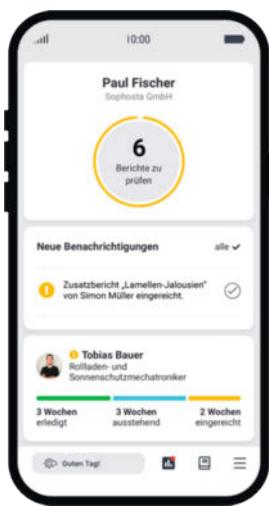
AUSBILDUNG UND STUDIUM

StudyManiac

An vielen Hochschulen existieren Gruppen von Freiwilligen, die populäre Vorlesungen zusammenfassen und die Skripte verkaufen. StudyManiac bietet die digitale Variante – die Pakete bestehen aus Foliensätzen, Mitschriften und Lernvideos. Geht es dem Semester-Ende entgegen, können sich Nutzer in Probeklausuren testen. Die Materialien werden in der Regel von Studierenden vor Ort erstellt, die sich damit etwas dazuverdienen. Preislich liegen die Pakete in der Regel zwischen 10 und 20 Euro pro Modul. Gestartet sind die Gründer in Münster – für Studiengänge an den dortigen Hochschulen liegen bereits einige Skripte bereit. An anderen Unis in Deutschland geht es gerade erst los.

Alternativen: Studydrive bietet eine größere Materialauswahl, allerdings handelt es sich eher um eine Art durchsuchbares Forum. Auch hier werden überwiegend private Mitschriften von Studierenden hochgeladen.

Links: studymaniac.de, studydrive.net



„Brillant, du hast voll abgerockt!“

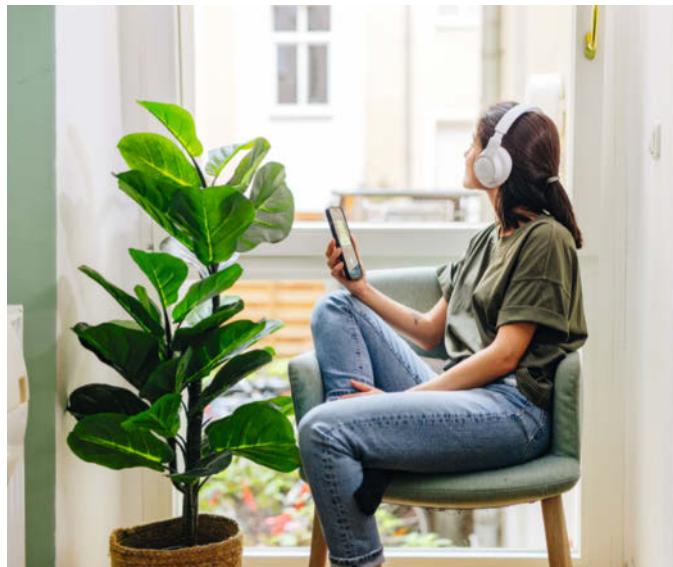
WEITERBILDUNG

Blinkist

„Man müsste mehr lesen“: Aus diesem Gedanken hat Blinkist ein florierendes Geschäft aufgebaut. Das Portal fasst Sachbücher zusammen – und verspricht, die wichtigsten Kernaussagen in 15 bis 25 Minuten langen Audiobeiträgen wiedergeben zu können. Nutzer können aus aktuell über 6500 Titeln wählen, viele davon stammen aus den Bereichen Selbstoptimierung oder Management. Aber auch die Biografie von Prinz Harry kann man sich anhören. Pro Monat kostet der Zugang zu der Datenbank regulär 13 Euro, im Jahresabo zahlt man die Hälfte. Einige Autoren kritisieren, dass die App das Zitatrecht sehr großzügig auslegt, sodass Menschen nicht mehr die eigentlichen Bücher kaufen. Blinkist wirbt hingegen damit, Nutzer neugierig auf einzelne Titel zu machen und die Leselust insgesamt zu wecken. Im Mai wurde das Berliner Start-up von dem australischen Weiterbildungsanbieter Go1 übernommen.

Alternativen: Readitfor.me ist ein US-Äquivalent zum in Deutschland gegründeten Blinkist – die Buchzusammenfassung wird hier mit Video-Präsentationen ergänzt, im Fokus stehen Texte aus der Wirtschaftswelt.

Links: blinkist.com, readitfor.me



© Copyright by Heise Medien.

Coursera

Unter der Überschrift „Massive Open Online Courses“ (MOOC) bereiten Hochschulen und Bildungsanbieter ihre Inhalte digital auf. Häufig geschieht das durch eine Mischung aus Vorlesungsvideos, Zwischentests und eigenen Abschlussprojekten – oft ergänzt durch Chatgruppen mit Dozenten und anderen Teilnehmern. Coursera gilt als einer der größten Anbieter weltweit, offiziell sind hier über 5400 Kurse gelistet. Zu den beliebtesten Angeboten gehören Fortbildungen zu Google-Anwendungen und andere IT-Kurse, es finden sich aber auch Literatur- oder Biologie-Seminare. Aus Deutschland sind beispielsweise die TU



München oder das Karlsruhe Institut für Technologie vertreten. Die Spanne reicht von der kostenfreien Mini-Fortbildung bis zum komplett digitalen Bachelor- oder Master-Studium. Die kosten dann bei den Unis aus Großbritannien oder den USA schnell mehrere zehntausend Euro. Bezahlt wird meist entweder pro Modul oder pro erworbenem Bildungs-Credit.

Alternativen: EdX (dort finden sich die Kurse der US-Elite-Uni Harvard) oder Udemy sind alternative Plattformen, auf dem Mooc-Hub sind kostenlose Angebote deutscher Hochschulen gebündelt.

Links: coursera.org, edx.org, moochub.org

Masterplan

Das Start-up richtet sich im ersten Schritt an Unternehmen, die eine digitale Weiterbildung für ihre Mitarbeiter suchen. Die Nutzer können dann zum einen aus einem breiten Kurskatalog wählen: IT-Berater sprechen über den richtigen Umgang mit Slack oder Microsoft-Tools, Anwälte über die Datenschutzgrundverordnung und ihre Tücken – und Oliver Kahn berichtet von seinem „Way to Success“. Zum anderen lassen sich auf der Plattform unternehmensspezifische Kurse produzieren, beispielsweise zum Arbeitsschutz, zu neuen Produkten oder zur IT-Sicherheit. Aus diesem Angebot können die Unternehmen eigene Lernpfade samt Multiple-Choice-Tests zusammenstellen, die Mitarbeiter freiwillig oder zwingend durchlaufen.

Alternativen: Keelearning baut gerade eine ähnliche Plattform für kleine und mittelständische Unternehmen auf. Für einzelne Berufe entstehen eigenständige Portale: Medudy digitalisiert die Pflicht-Fortbildungen für Ärzte, Fobizz bietet Online-Fortbildungen für Lehrkräfte, Twentyoneskills richtet sich an Wissenschaftler und Hochschulpersonal.

Links: masterplan.com, keelearning.de, medudy.com, fobizz.com, twentyoneskills.de

Online zur VHS

Auch die gute alte VHS-Welt ist in der digitalen Zeit angekommen. Auf dem gemeinsamen Portal der gemeinnützigen Weiterbildungseinrichtungen lässt sich nach Kursen suchen, die „nur online“ stattfinden. Die Spanne reicht von Rechnungslegung bis Fußmassagen, von Sprachkursen bis Haussanierungs-Workshops. Veranstalter sind Dozierende quer durch die Republik, als Klassenzimmer dient in der Regel ein Zoom-Raum.

Alternativen: Die Plattform Edukatico bündelt Digital-Kurse aus allen möglichen Anwendungsbereichen, etwa in den Bereichen Sport („Klettern mit 360°-Videos“) oder Freizeit („Zaubertricks vom Profi lernen“).

Links: volkshochschule.de/kurswelt/online-lernen, edukatico.org

HOBBY



Artnight

Heute Pflanzenbilder, morgen der Stil von Banksy, übermorgen Spachteltechnik: Wer am liebsten in den eigenen vier Wänden seine Kunstfertigkeiten ausbauen will, kann an Live-Online-Malkursen teilnehmen. Die Instruktionen kommen via Live-Video, das benötigte Material kann man sich – gegen Zusatzkosten – zuvor nach Hause schicken lassen. Entstanden sind diese Digital-Sessions während der Corona-Pandemie, angeboten und gebucht werden sie bis heute.

Alternativen: The Floox bietet Mal- und Schmuckkurse an, die zeitunabhängig absolviert werden können. Der Zugangscode zum Video-Kurs sowie Pinsel, Farben und Papier kommen per Post.

Links: artnight.com/online-events, the-floox.com

PROGRAMMIEREN
LERNEN

FUNKTIONIERT

NICHT FÜR ALLE■

Informatik-Kenntnisse gelten seit Jahrzehnten als Garant für einen guten Job. Doch dieses Versprechen erfüllte sich stets nur für eine kleine, privilegierte Minderheit. Neue Ansätze wollen die Informatik offener und inklusiver machen. – Joy Lisi Rankin (Übersetzung: Gregor Honsel)

© Copyright by Heise Medien.

Schon vor zehn Jahren unterstützten Technologiekonzerne wie Microsoft, Google und Amazon die gemeinnützige Organisation Code.org. Deren „Learn to code“-Programm sollte es jedem Schüler auf jeder Schule ermöglichen, Informatik als Teil der Basisausbildung zu belegen. Es folgte eine Welle von Non-Profit-Organisationen und kommerziellen Unternehmen mit ähnlichen Zielen: Codecademy, Treehouse, Girl Develop It, Hackbright Academy und natürlich Girls Who Code, die schon ein Jahr vor Code.org gegründet wurde.

Inzwischen können Eltern Top-10-Listen von Programmier-Sommercamps für ihre Kinder konsultieren. Oder sogar noch früher anfangen, etwa mit der Baby-Code!-Bilderbuchreihe. Auf dieser Welle des Enthusiasmus rief US-Präsident Barack Obama 2016 die mit mehreren Milliarden Dollar ausgestattete Initiative „Computer Science for All“ ins Leben. Sie soll Schüler mit den „nötigen Fähigkeiten ausstatten, um in einer digitalen Wirtschaft erfolgreich zu sein“.

Diese Begeisterung für das Programmieren ist nicht neu. Schon 1978 argumentierte Andrew Molnar, Bildungsexperte bei der National Science Foundation, dass Computerkompetenz Voraussetzung für die „effektive Teilnahme an der Informationsgesellschaft“ sei und „sozial genauso obligatorisch wie die Lesekompetenz“.

Der Informatiker Seymour Papert schuf die Logo-Schildkröte, um „Mathephobie“ entgegenzuwirken.



© Copyright by Heise Medien.

Viele vielversprechende Pilotprojekte ließen sich nicht ausweiten.

Damals wie heute suggerieren solche Programme, eine Chance für Menschen aus prekären Verhältnissen oder ein Allheilmittel für das Bildungssystem zu sein. Aber diese Rechnung geht nicht auf. Solche Programme kamen und kommen oft nur jenen zugute, die ohnehin gesellschaftlich privilegiert sind. Sie sind ein Lehrstück für die Schwächen des gesamten Bildungssystems, denn auch hierzulande hängt der eigene Bildungsweg stark vom Bildungshintergrund der Eltern ab.

ES BEGANN MIT BASIC

Das Vorbild für Andrew Molnars Coding-Lehr-Programm stammte bereits aus den 1960er-Jahren: Am Dartmouth College lernten Studenten an einem campusweiten Computernetz programmieren, und das MIT Artificial Intelligence Lab führte Kinder im Grundschulalter an die Computerwelt heran.

Um etwa die Kuratoren des Dartmouth-Colleges zu überzeugen, das Campusnetz zu finanzieren, betonte Initiator John Kemeny, dass die dortigen Studenten die zukünftigen Führungskräfte der Vereinigten Staaten seien. Sie waren damals, in den frühen Sechzigern, ausschließlich männlich, meist wohlhabend und weiß.

Von 1963 bis 1964 wurde das Netzwerk schließlich aufgebaut. Schulungs-Terminals kamen nicht nur in das neue Computerzentrum, sondern auch in Freizeiträume und Wohnheime. Nebenbei verantwortete Mathematikprofessor Kemeny noch die Entwicklung der einfachen Programmiersprache BASIC. Die Studenten zeigten sich begeistert. 1968 nutzten 80 Prozent von ihnen (und 40 Prozent der Dozenten) das Netzwerk regelmäßig. Da es so leicht zugänglich und BASIC so einfach zu benutzen war, verwendeten sie es schnell für ihren individuellen Bedarf. Einer schrieb beispielsweise ein Programm, um eine Hypothese für seinen Psychologie-Kurs zu testen. Ein anderer schrieb ein Programm XMAS, um damit seine Weihnachtspostkarten zu drucken. Es entstanden Computerspiele zu Football, Bridge, Dame oder Schach. Die gemeinsame Nutzung des Netzwerks mit Gleichaltrigen machte es zu einem Vorläufer der sozialen Netzwerke.

Mit zunehmender Beliebtheit schlossen sich auch andere Highschools und Colleges dem Dartmouth-Netz an. Doch selbst als BASIC eine heterogene Ansammlung privater und öffentlicher Hochschulen erreichte, blieb die Computerkultur homogen, denn die ausschließlich männlichen und überwiegend weißen Schüler der teilnehmenden Privatschulen bekamen fast doppelt so viel Netzwerkzeit wie Schülerinnen und Schüler an koedukativen öffentlichen Schulen. Und an den Highschools belegten mehr Jungen als Mädchen die mathematisch-naturwissenschaftlichen Kurse. Auf diesem Weg erhielten sie auch mehr Zugang zu den Rechnern. Das bedeutete: BASIC wurde in ein System eingeführt, das bereits nach Geschlecht und Hautfarbe segregiert war. Was als „Computing for



In den 1960er-Jahren hatten Dartmouth-Studierende einen nie dagewesenen Zugang zu Computern, dank eines Time-Sharing-Netzwerks, das viele Terminals via Telefonleitung mit einem zentralen Rechner verband.

all“ gedacht war, verstärkte letztlich die bestehenden Ungleichheiten.

LERNEN MIT DER SCHILDKRÖTE

Am MIT AI Lab wollten Seymour Papert, Cynthia Solomon und Wally Feurzeig revolutionieren, wie Grund- und Mittelschüler lernen. 1967 bis 1969 probierten sie ihre Programmiersprache „Logo“ mit Fünft- und Siebtklässlern aus. „Dabei erfanden die Kinder urkomische Satzgeneratoren und wurden zu fähigen Anwendern ihrer eigenen Mathe-Quizze“, erinnert sich Solomon.

Logo entwickelte sich zu einem umfassenden System mit neuen Lehrmethoden und speziell geschulten Lehrkräften. Es führte auch physische Objekte zum Denken und Spielen ein, zum Beispiel eine kleine Roboter-Schildkröte, die sich per Computer steuern ließ. Unter ihrem Körper befand sich ein ausfahrbarer Stift, der Formen, Bilder und Muster zeichnen konnte. Die kindgerechte Lernumgebung bot die Möglichkeit, Geschichten zu schreiben, zu zeichnen, zu musizieren und einen Raum mit einem programmierbaren Objekt zu erkunden. Papert stellte sich vor, dass die Logo-Philosophie Kinder befähigen würde, ihr eigenes Verständnis von mathematischen Konzepten zu entwickeln – und dass sie sich mit anderen Disziplinen wie Psychologie, Physik, Linguistik oder Logik verbinden könnte.

Aber die Realität außerhalb des Logo-Labors sah anders aus. Den Kindern Logo nahezubringen, war zeit- und ressourcenaufwendig, dazu kam die schwerfällige Bürokratie des öffentlichen US-Bildungswesens. Zudem ließen sich vielversprechende Pilotprojekte an Schulen nicht ausweiten oder erzielten in einem System, dem weniger Ressourcen zur Verfügung standen, nicht die gleichen Ergebnisse.

In den Achtzigerjahren kam ein weiteres Problem hinzu. Die zunehmende Verbreitung von PCs machte nicht nur Computer zu Konsumgütern, sondern auch die Software. Man musste also nicht mehr programmieren lernen, um einen Com-

puter zu benutzen. In den Klassenräumen wurden Computer vor allem für Lernspiele, Textverarbeitung und Präsentationen genutzt, weniger zum Programmieren. BASIC und Logo wurden zwar weiterhin an einigen Schulen unterrichtet, aber vielen Schülern erschien der Aufwand, einen Code zu schreiben, um etwa eine Liste alphabetisch zu ordnen, unpraktisch, alltagsfern und fernab ihrer Vorstellung von der Zukunft.

NICHT EINMAL EIN EINSTIEGSJOB

Auch abseits von Schulen boten staatliche und soziale Organisationen ähnliche Schulungen an. 1968 bis 1972 richtete beispielsweise die Association for Computing Machinery (ACM) in den gesamten USA Programme ein, um schwarzen und hispanischen Amerikanern Computerkenntnisse zu vermitteln. Und in Albany-Schenectady im Bundesstaat New York unterstützte General Electric eine umfassende Programmierausbildung für schwarze Amerikaner. Sie durften Vorstrafen haben und brauchten weder einen Highschool-Abschluss noch Zulassungstests. Weit mehr als die Hälfte der Teilnehmer schloss die Ausbildung ab.

Konnten diese jungen Menschen dadurch einen Arbeitsplatz finden oder ihre neuen Fähigkeiten anderweitig nutzen? Die Antwort darauf lautete oft: nein. Viele fanden nicht einmal einen Einstiegsjob, anderen wurde ein Wochenlohn von gerade einmal 105 Dollar angeboten – bei Weitem nicht genug, um sich und ihre Familien zu ernähren. Ein Berater des Projekts schlug gar vor, dass General Electric bei künftigen Ausbildungsprogrammen „jüngere Menschen ohne Familie bevorzugen“ sollte, um die Kosten für das Unternehmen zu minimieren.

Die meist weißen und wohlhabenden ehrenamtlichen Organisatoren glaubten, Programmieren zu lernen würde ihren Schülern einen direkten Weg aus der Armut bieten. Doch sie verstanden wenig von den Hindernissen, die durch Jahrhundertelange Versklavung, Gewalt, Lohndumping sowie durch ungleiche Bildung, Gesundheitsversorgung und Wohnverhältnisse entstanden waren. Vor allem aus

John Kemeny,
Mit-Entwickler
der Programmiersprache BASIC,
hielt es für entscheidend, dass seine Studenten mit den „Möglichkeiten und Beschränkungen von High-Speed-Computern“ vertraut sind.

Was als „Computing for all“ gedacht war, verstärkte letztlich die bestehenden Ungleichheiten.



© Copyright by Heise Medien.

Eigeninteresse sahen sie in diesen Weiterbildungsprogrammen ein Allheilmittel gegen die Rassengleichheit und die damit einhergehende soziale Unsicherheit. Tatsächlich aber schufen diese keine lukrativeren und sichereren Arbeitsplätze, sondern einen immer größeren Pool billiger Berufsanfänger für die wachsende Computerbranche.

In den späten Siebzigern und frühen Achtziger reagierte der Bürgerrechtler Robert P. Moses mit einer Graswurzelbewegung auf diese Entwicklung. Er unterrichtete ehrenamtlich Algebra an der öffentlichen Martin-Luther-King-Schule in Cambridge, Massachusetts, die auch seine Tochter Masha besuchte. Ihm fiel auf, dass die Mathe-Gruppen informell nach Hautfarbe und sozialer Klasse getrennt waren und dass von dunkelhäutigen Schülern viel weniger erwartet wurde. Schon früh erkannte er auch, dass Computer eine wachsende Quelle wirtschaftlicher, politischer und sozialer Macht darstellten. Mathematik und insbesondere Algebra machte er als zentralen Schlüssel aus, um diese Art von Macht über eine Ausbildung am College zu erlangen.

In den frühen Achtzigerjahren gründete er das Algebra-Projekt, das in den öffentlichen Schulen von Cambridge begann und durch ein Stipendium unterstützt wurde: „In der heutigen Welt hängen der wirtschaftliche Zugang und die vollen Bürgerrechte entscheidend von mathematischen und naturwissenschaftlichen Kenntnissen ab“, schreibt er im von ihm mitverfassten Buch *Radical Equations: Civil Rights from Mississippi to the Algebra Project*. „Der Computer ist sowohl zu einer kulturellen Kraft als auch zu einem Arbeitsinstrument geworden, und die verborgene Kultur der Computer ist die Mathematik.“

Moses mobilisierte Schüler und Eltern, damit Algebra für alle Schülerinnen und Schüler der Martin-Luther-King-Schule angeboten werden konnte. Er entwickelte neue Lehrmethoden, und auf der Grundlage seiner Erfahrungen in der Bürgerrechtsbewegung ließ er Schüler ihre eigenen Mitschüler unterrichten. Als Folge verbesserten sich die Testergebnisse und die Zulassungsquote zum College. Das Algebra-Projekt breitete sich auf zwei Dutzend andere Standorte in 13 Staaten aus.

Die Historikerin Janet Abbate beobachtet, dass Moses „eine Reihe von Themen, die im Diskurs über das Programmieren oft versteckt sind, explizit angesprochen hat. Er griff das Stereotyp an, dass Schwarze sich nicht für MINT-Fächer interessieren. Und er betonte, dass soziale Fähigkeiten und Gemeinschaft wesentlich sind, um die Entfremdung von Schüler und Technologie zu überwinden.“ Moses starb 2021, aber das Algebra-Projekt lebt weiter, inzwischen in Zusammenarbeit mit der Gruppe *We the People – Math Literacy for All Alliance*, und Moses' Lehrplan wird weiterhin unterrichtet. 2022 wies die Konferenz des Algebra-Projekts erneut darauf hin, dass schwarze, braune und arme Kinder eine bessere öffentliche Bildung brauchen, um ih-

Sie stellen die Macht der technologischen Systeme infrage, statt noch mehr Menschen in diese kaputten Systeme zu bringen.

nen „die volle Teilnahme an der amerikanischen Demokratie zu ermöglichen“.

DIE PROBLEME WEISSE MÄNNER

In den letzten zehn Jahren sind eine Reihe neuer, gezielterer Ausbildungsprogramme entstanden. 2014 beispielsweise rief der Aktivist und Unternehmer Van Jones gemeinsam mit dem Musiker Prince die Initiative #YesWeCode ins Leben, die sich an „chancenarme Communitys“ richtet. Amy Henderson, Chief Innovation Officer von #YesWeCode, erklärt: „Viele der Leute, die heute Apps entwickeln, sind wohlhabende weiße Männer, und so bauen sie Apps, die die Probleme ihrer Community lösen“ – zum Beispiel die App von Uber. „Währenddessen hat einer unserer jungen Leute eine App entwickelt, die an bevorstehende Gerichtstermine erinnert. Das ist ein Problem in seiner Community, also hat er etwas dagegen unternommen.“ #YesWeCode hat sich inzwischen in Dream.Tech umbenannt, ein Zweig der gemeinnützigen Organisation Dream.org, die sich für umfassende Technik-Gerechtigkeit einsetzt.

Eine weitere Initiative namens Code2040 wurde 2012 ins Leben gerufen. Der Name bezieht sich auf das Jahrzehnt, in dem People of Color in den Vereinigten Staaten voraussichtlich die demografische Mehrheit bilden werden. Ursprünglich wollte die Initiative vor allem schwarzen und lateinamerikanischen Informatik-Studierenden bei der Jobsuche helfen, um die Tech-Branche diverser zu machen. Mittlerweile hat sie zum Ziel, dass Mitglieder dieser Communitys in allen Rollen und auf allen Ebenen einen Beitrag zur „Innovationswirtschaft“ leisten, und zwar proportional zu ihrem demografischen Anteil. Programmieren lernen allein reiche dazu nicht aus: Zwar seien 20 Prozent der Informatik-Graduierten und 24 Prozent der Absolventen

von Coding Boot Camps Schwarze und Latinos – aber in den Unternehmen betrage ihr Anteil lediglich sechs Prozent, schrieb die Initiative 2020 nach der Ermordung von George Floyd in einem offenen Brief an die Techbranche.

Andere Initiativen richten sich gegen Ungerechtigkeiten bei neueren Aspekten der digitalen Wirtschaft, insbesondere der Künstlichen Intelligenz. Sie stellen die Macht der technologischen Systeme infrage, statt noch mehr Menschen in diese kaputten Systeme zu bringen. Zwei dieser Organisationen sind die Algorithmic Justice League (AJL) und das Ida B. Wells Just Data Lab.

Die Informatikerin Joy Buolamwini gründete die AJL, nachdem sie als Studentin am MIT festgestellt hatte, dass eine Gesichtserkennungssoftware ihr

Ruha Benjamin leitet das Ida B. Wells Just Data Lab, welches das Verhältnis von Macht und Technologie neu bestimmen will.



© Copyright by Heise Medien.

dunkelhäutiges Gesicht nicht „sah“. (Die Erkennung funktionierte erst, nachdem sie eine weiße Maske aufgesetzt hatte.) Die AJL will nun „eine kulturelle Bewegung hin zu einer gerechten KI“ anstoßen. Ihr Slogan lautet: „Technologie sollte uns allen dienen. Nicht nur wenigen Privilegierten.“ Die AJL veröffentlicht Forschungsergebnisse, verfolgt die einschlägige Gesetzgebung und die journalistische Berichterstattung. Buolamwini hat bereits vor dem Kongress und in staatlichen Anhörungen zu diesen Themen Stellung bezogen.

Das „Ida B. Wells Just Data Lab“ wurde von Ruha Benjamin, Princeton-Professorin für afroamerikanische Studien, gegründet. Das Lab will „die Beziehung zwischen Geschichten und Statistiken, Macht und Technologie, Daten und Gerechtigkeit“ neu gestalten. Namensgeber ist die Journalistin und Aktivistin Ida B. Wells, die in den 1890er-Jahren systematisch Daten über die Gewalt des weißen Mobs gegen schwarze Männer sammelte. Ihre Botschaft: „Der Weg, Unrecht zu korrigieren, ist, das Licht der Wahrheit auf sie zu richten.“ Dazu sammelt das Lab beispielsweise Daten, um die Rassengleichheit während der Corona-Pandemie aufzuzeigen.

Einen umfassenderen Blick auf die Informatik hat auch „Learning for Justice“, ein Projekt des Southern Poverty Law Center. Es will Bildungsressourcen bereitstellen, um Schülern und lokalen Communitys beizubringen, gemeinsam Macht auszuüben. Die Themen dazu gehen weit über das Programmieren hinaus. Sie umfassen Datenschutz, Netikette, Fake News, Internetbetrug, ideologische Echokommern, das Aufkommen der Alt-Right-Bewegung und Online-Radikalisierung. Solche neuen Konzepte bereiten uns alle darauf vor, zu überlegen und zu artikulieren, wie die neuen digitalen Räume uns und unseren Communitys besser dienen können. ●

Horizons #23

by Heise

Insights, Inspiration, Networking:
Strategien & Trends für Ihr Business

NEUE DIGITALE ARBEITSWELT

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

CYBER-SICHERHEIT

NEXT GENERATION & RECRUITING



27. NOVEMBER, **Horizons #23 Night**
Cumberlandsche, Hannover

28. NOVEMBER, **Horizons #23 Day**
Künstlerhaus, Hannover



Seien Sie mit dabei!

www.horizons-heise.de

eine Veranstaltung von

Heise Medien

Partner, Sponsoren

CGSO
ALLIANCE

hannoverimpuls

tn
digital
pioneers

UVN
Unternehmensverbände
Niedersachsen e.V.

Zwischen Buch und Bild- schirm

Digitale Medien verändern, wie wir lesen – und wie unsere Kinder in der Schule lesen lernen. Ob das nun gut ist oder schlecht, hängt nicht nur von der Dosis ab. – Andrea Hoferichter und Holly Korbey (Übersetzung: Veronika Szentpétery-Kessler)

© Copyright by Heise Medien.

Linus Merryman verbringt in seiner Grundschule in Nashville täglich etwa eine Stunde am Laptop. Der Zweitklässler übt dann grundlegende Lesefertigkeiten wie Buchstabieren und Rechtschreibung. Mit Leichtigkeit klickt er sich in einer Lese-App zu den Lektionen durch, die für seine Lesebedürfnisse ausgewählt wurden. Linus sucht jene Stellen in Wörtern, an denen diese sich in Silben zerlegen lassen. Das Wort Schimpanse erscheint in großen Buchstaben, und der Junge schiebt mit dem Touchpad comichaft römische Säulen wie kleine Trennzeichen in die Lücken zwischen den Buchstaben. Die App liest ihm seine Silbentrennungen vor – „Schimpan-se“. Linus hat es richtig gemacht.

Dann schließen er und seine Klassenkameraden ihre Laptops und setzen sich mit ihrem gedruckten Exemplar von *I Have a Dream* auf den Teppich. Das Bilderbuch enthält die Rede von Martin Luther King. Die Lehrerin liest vor, die Klasse liest in ihren Büchern mit. Ab und zu stellen die Kinder Fragen und sprechen an, was ihnen aufgefallen ist, zum Beispiel, dass die Rede in der ersten Person geschrieben ist.

Linus' Mutter Erin Merryman ist – an einer anderen Schule – für die Leseförderung zuständig. Anfangs machte sie sich Sorgen, ob ihr Sohn mit so viel Computerarbeit gut lesen lernen würde. Linus ist Legastheniker und Merryman weiß aus ihrer Ausbildung, dass diese oft sensorischen Input brauchen, um zu lernen, wie Laute mit Buchstaben verbunden sind. Eine enge Betreuung hilft ihnen ebenfalls. Aber da sich Linus' Lesefähigkeiten in diesem Jahr erheblich verbessert haben, sind ihre Sorgen verflogen. „Ich finde vieles von dem, was die App macht, sehr gut und sehr gründlich“, sagt Merryman. „Ich bin überrascht, wie effektiv sie ist.“

NUR WENIGE ANLEITUNGEN FÜR LEHRKRÄFTE

Wie Merryman versucht auch eine wachsende Gruppe von Experten herauszufinden, wie das Zusammenspiel von Laptops, iPads oder Smartphones und klassischem Leseunterricht aussehen sollte. Was spricht für das Buch, was für den Bildschirm?

Die Forschung steht noch am Anfang. Die Wissenschaftler beginnen gerade erst zu verstehen, wie genau digitale Medien den Lesefortschritt fördern und wo sie eher hinderlich sind. Dabei wäre mehr Wissen dringend nötig, denn spätestens seit den Schulschließungen in der Covid-Pandemie lernen immer mehr Schüler immer häufiger mit digitalen Endgeräten.

In der Praxis haben Lehrkräfte bisher oft kaum Anleitungen, wie die optimale Mischung von Bildschirm und Papier für Leseanfänger aussehen sollte. Also improvisieren sie – oder verzichten ganz auf die digitalen Möglichkeiten. Die aktuelle internationale IGLU-Studie (siehe S. 22) zeigt, dass in Deutschland nur 30 Prozent der Viertklässler mindestens einmal pro Woche auf einem digitalen Medium lesen. In skandinavischen Ländern liegt der

„Dass bei uns jedem Kind ein digitales Endgerät zur Verfügung steht, ist eher die Ausnahme.“

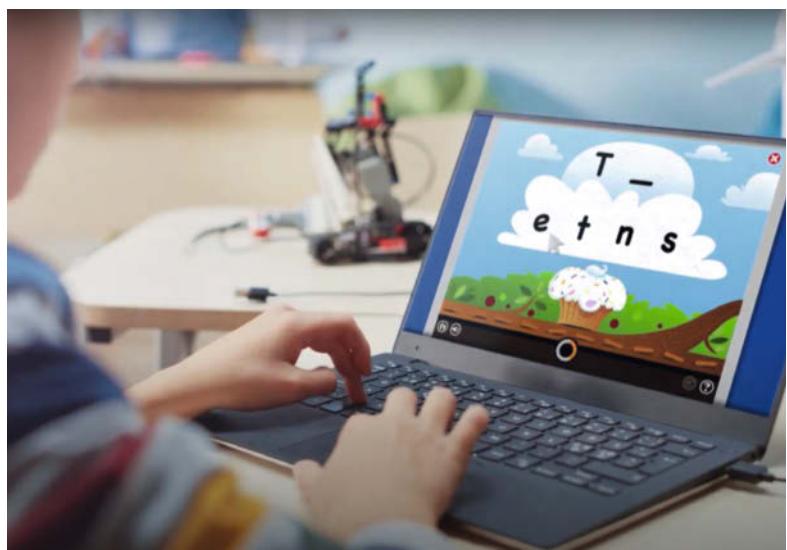
Anteil bei 70 Prozent. „Das liegt auch an der Ausstattung der Schulen. Dass bei uns jedem Kind ein digitales Endgerät zur Verfügung steht, ist eher die Ausnahme“, sagt Ramona Lorenz von der TU Dortmund, Co-Autorin der Studie.

BILINGUALES GEHIRN

Als gesichert gilt: Digitale Technologien verändern die Art und Weise, wie wir uns Wissen aneignen. Sie können das langsame, konzentrierte Erfassen von Inhalten, wie es bei Büchern, Zeitungen oder Magazinen geschieht, stören. Kognitionswissenschaftler halten es daher nicht nur für die Zukunft des Leseunterrichts, sondern auch für die Zukunft des Denkens für entscheidend, herauszufinden, wie die jungen Gehirne am besten gefördert werden.

Für das Lesen zwischen Buch und Bildschirm hat Maryanne Wolf den Begriff „zweisprachiges Gehirn“ geprägt. Die US-Neurowissenschaftlerin ist Autorin des Buchs *Reader, Come Home: The Reading Brain in a Digital World* und erforscht die Frage, wie sich verschiedene Medien auf die neuronalen Schaltkreise des lesenden Gehirns auswirken. „Noch liegen nicht alle Antworten vor, aber wir wissen, dass Print langsamere, tiefere Prozesse im lesenden Gehirn begünstigt. Ein Bildschirm lässt sich also ergänzend einsetzen, um bestimmte Fähigkeiten zu lehren, aber ein Kind sollte nicht allein am Bildschirm lesen lernen“, fasst Wolf die wichtigsten Ergebnisse zusammen.

Lesenlernen am Computer kann Spaß machen, sollte laut Bildungsforschung im Unterricht aber gut dosiert werden.



Studien zeigen außerdem, dass Eltern und Lehrer einen wertvollen Beitrag leisten können. Kinder, die bereits Wörter kennen, lesen am besten gemeinsam mit Erwachsenen. So bekommen sie Feedback, können über Inhalte sprechen, sich gemeinsam Bilder ansehen. Das hilft, den Wortschatz aufzubauen und das Gelesene wirklich zu verstehen. Über einen Bildschirm lasse sich eine solche menschliche Interaktion nur bedingt nachahmen, sagen Forschende wie Wolf. Die Leseschaltkreise in den Gehirnen von Kindern entwickeln sich einfach anders, wenn sie auf einen Bildschirm fixiert sind. Dass Eltern immer seltener gemeinsam mit ihren Kindern lesen, gilt nicht umsonst als ein Grund dafür, dass die aktuelle IGLU-Studie für Deutschland erschreckend ausfällt. Etwa ein Viertel der Viertklässler kann danach nicht flüssig lesen und sich selbstständig Informationen aneignen. Die Lesekompetenz von Grundschülern liegt knapp unter dem OECD-Durchschnitt.

INTENSIVERES LESEN AUF PAPIER

Untersuchungen der Gehirnaktivität von jungen Leseenden deuten darauf hin, dass – mit oder ohne Erwachsene – ein analoges Buch intensives Lesen stärker fördert als etwa ein E-Book. So ergab eine Studie mit drei- und vierjährigen Kindern, dass die Sprachregionen des Gehirns stärker aktiviert wurden, wenn sie mit einem Erwachsenen ein Buch lasen, als wenn sie sich gemeinsam ein Hörbuch anhörten. Am geringsten war die Aktivierung, wenn der Text auf einem iPad zu sehen war.

„Das Navigieren im digitalen System verbraucht kognitive Ressourcen, die dann für die eigentliche Leseaufgabe fehlen.“

In einer weiteren Studie zeigten MRT-Scans von 8- bis 12-Jährigen besonders starke Aktivitäten in den „Leseschaltkreisen“ des Gehirns, wenn sie mehr Zeit mit dem Lesen auf Papier verbrachten als an Bildschirmen. Und eine Untersuchung der Reboot Foundation mit Tausenden von Schülern in 90 Ländern zeigte, dass Viertklässler, die in fast allen Fächern Tablets benutzten, bei einem Lesetest im Schnitt 14 Punkte schlechter abschnitten als Schüler, die keine Tablets benutzt hatten. Der Unterschied in der Punktzahl war laut Studie „gleichbedeutend mit einer ganzen Klassenstufe“. Schüler, die jeden Tag mehrere Stunden lang digitale Medien nutzten, schnitten am schlechtesten ab. Kinder, die nur eine halbe Stunde pro Tag am Laptop oder Tablet lasen, bewältigten den Test hingegen kaum schlechter als jene ganz ohne digitale Mediennutzung.

Auch das Leseverständnis älterer Jugendlicher leidet, wenn sie am Bildschirm lesen: Eine große Meta-Analyse von 33 verschiedenen Studien aus dem Jahr 2019 ergab, dass Informationstexte besser verstanden werden, wenn diese auf Papier präsentiert werden.

Das bestätigen die Schülerinnen und Schüler auch selbst. Die Linguistin Naomi Baron, Autorin von *How We Read Now: Strategic Choices for Print, Screen, and Audio*, hörte in ihren Interviews mit jungen Menschen oft, dass nur Lesen in einem analogen Buch „richtiges Lesen“ sei. Es gefalle ihnen, wie sich das Buch in ihren Händen anfühle, und sie fänden es einfacher, zu bereits Gelesenem zurückzblättern. Auch wenn die Schüler grundsätzlich digitale Formate aus Bequemlichkeits- oder

Die Sprach-KI „Soapbox“ hilft Kindern unter anderem beim Buchstabieren und Lesen – von einzelnen Silben bis zu ganzen Geschichten.

6. PRODUCT OWNER DAY

So geht agiles Produktmanagement besser

Online-Konferenz • 18. September 2023



Kundenbedürfnisse im Fokus

Product Owner und Produktmanagerinnen stellen sicher, dass die richtigen Produkteigenschaften ausgewählt werden, damit begeisternde Produkte entstehen, die tatsächlich die Kundenbedürfnisse befriedigen.

Beim **6. Product Owner Day** geht es um folgende Themen:

- Kreative Zerstörung in der Produktentwicklung
- Product Ownership mit Flight Levels
- Domain-Driven Design für Product Owner
- Vertrauen schaffen bei Impact Investing
- Produktvision und OKR
- Wie gestaltet man bessere Produkte?

Die Konferenz richtet sich an **Product Owner** und **Produktmanagerinnen**, die die agilen Grundlagen kennen und bereits Erfahrung in der Rolle mitbringen.

Jetzt
Tickets zum
**Frühbucher-
Rabatt**
sichern!

pod.inside-agile.de

WORKSHOPS: 19. / 26. SEPTEMBER UND 4. OKTOBER 2023

AGILE HR DAY

Agilität zieht in Personalabteilungen ein – und wird bleiben

Online-Konferenz • 20. September 2023

Wie arbeiten mit den Anforderungen von und an Agilität?

Die Arbeitswelt tendiert zu agilen Arbeitsweisen und Organisationen – entsprechend wandelt sich die Rolle von Human Resources (HR). Selbstgesteuertes Lernen, Eigenverantwortung der Mitarbeitenden und die individuelle Gestaltung von Lernprozessen rücken in den Fokus.

Highlights aus dem Programm:

- HR goes agile
- Fit for Purpose mit Kanban
- Persönlichkeit ist wichtiger als Methodik
- Flight Levels mit dialogischer Unternehmenskultur
- Agilität und soziale Nachhaltigkeit

Der **Agile HR Day** wendet sich an Verantwortliche in Projektteams, Personalentwicklerinnen, (Agile) Coaches / Consultants und Scrum / Kanban / ... Master.

Jetzt
Tickets zum
**Frühbucher-
Rabatt**
sichern!

hr.inside-agile.de

WORKSHOP AM 25. SEPTEMBER 2023

Kostengründen bevorzugen, haben sie das Gefühl, dass sie sich mit gedruckten Büchern besser konzentrieren können. Die jüngste Pisa-Studie der OECD (siehe S. 22) bestätigt das: Schüler, die lieber auf Papier als elektronisch lesen, schnitten im Durchschnitt besser ab – und hatten auch mehr Freude am Lesen.

Dabei spielt auch das Alter eine wichtige Rolle. Kleine Kinder, die gerade ihren „Leseschaltkreis“ im Gehirn aufbauen, profitieren am meisten von Büchern und menschlicher Interaktion. Ältere Kinder hingegen können digitale Medien nutzen, um ihre Fähigkeiten weiterzuentwickeln. Ihnen gelingt es leichter, zwischen der gedruckten und der digitalen Welt hin- und herzuschalten.

DIGITALE INHALTE BESSER AUFBEREITEN

Wohl um diesen Wechsel zu erleichtern, werden digitale Medien häufig ähnlich gestaltet wie ein Buch. Der Lesepädagoge Tim Shanahan plädiert stattdessen dafür, das Potenzial dieser Medien besser auszuschöpfen: Sie sollten so konzipiert sein, „dass der Lesende sich langsamer und fokussierter in einem Text bewegt“. Zum Beispiel könnten in Wissenschaftstexten bestimmte Worte, Sätze oder Bilder erst dann angezeigt werden, wenn sie angetippt werden – wenn die Lesenden also bereit sind, weitere Informationen zu erfassen.

Zudem können digitale Plattformen auch spielerisch beim Erlernen von Buchstaben, Lautkombinationen und Rechtschreibregeln helfen und die erworbenen Fähigkeiten festigen. Sollen Schüler etwa das Wort „Mahlzeit“ oder „Naht“ mit der Buchstabenkombination „ah“ in der Mitte lernen, können sie im Programm erst dann fortfahren, wenn diese Phonetikregel sicher sitzt.

Oft suchten sich Schüler im großen digitalen Angebot auch Texte aus, die sie überfordern. „Hier ist die Lehrkraft gefragt, immer wieder die für den individuellen Leistungsstand geeigneten Geschichten auszuwählen oder eine passende Auswahl bereitzustellen“, sagt Ramona Lorenz. Generell sei es wichtig, auf jene Schüler zu achten, die noch nicht sehr selbstständig lernen könnten. Das habe der Fernunterricht in der Pandemie gezeigt. „Schüler, die ohnehin schon Unterstützung brauchen, sind dann praktisch raus. Da ist die Schere eher noch weiter aufgegangen“, so Lorenz. Außerdem müssen Schüler besser mit der Technologie vertraut gemacht werden. „Das Navigieren im digitalen System verbraucht nämlich kognitive Ressourcen, die dann für die eigentliche Leseaufgabe fehlen“, erklärt Lorenz. Vorbild sind skandinavische Länder, in denen die

Gemeinsam lesen stärkt das Textverständnis.

An Software zum Lesenlernen herrscht kein Mangel, an digitalen Endgeräten hingegen schon – zumindest in deutschen Schulen.



ANALOGES REZEPT FÜRS LESENLEARNEN

Jeder vierte Viertklässler in Deutschland kann nicht auf dem für diese Klassenstufe geforderten Niveau Texte lesen und verstehen. Ein fatales Ergebnis, denn die betroffenen Kinder werden in der weiteren Schullaufbahn voraussichtlich massive Probleme bekommen. Wie mit einfachen – analogen – Methoden gegengesteuert werden könnte, zeigt das sogenannte Hamburger Leseband, angelehnt an ein wissenschaftlich begleitetes, vom Bundesministerium gefördertes Pilotprojekt. Das Rezept ist einfach: Von Klasse 2 bis 4 jeden Tag 20 Minuten lesen, ob alleine oder zu zweit, ob leise oder laut, ob mit Hörbuch oder im Chor. In Hamburger Schulen zeichnen sich schon erste Erfolge ab: Die Leseleistungen der Grundschüler haben sich in den letzten Jahren gesteigert und liegen aktuell über dem bundesdeutschen Durchschnitt, obwohl rund ein Viertel der Kinder zu Hause kein Deutsch spricht.

Monitor,
Whiteboard
und Bücher:
Fachleute empfehlen eine
Mischung aus
digital und
analog.



„Oft fühlen sich Lehrkräfte praktisch gezwungen, die teuren Geräte zu nutzen.“



© Copyright by Heise Medien.

meisten Kinder schon in der Grundschule einen Computerführerschein machen und wo digitale Medien regelmäßig genutzt werden.

APPS FÜR LESEANFÄNGER

Geht es nach Softwareproduzenten wie Microsoft, können Schulkinder das Lesen künftig komplett am Computer lernen. KI-Spracherkenner seien in der Lage, beim Lesen zuzuhören, Probleme zu erkennen und individuell maßgeschneiderte Hilfe anzubieten, versprechen sie. Fachleute sehen solche Visionen allerdings mit Skepsis. Die Datenlage ist noch dünner als beim Vergleich von Monitor und Papier.

Heidi Beverine-Curry von der US-Lehrerausbildungs- und Forschungsorganisation „The Reading League“ ist zwar überzeugt, dass digitale Plattformen bestimmte Lesefertigkeiten durchaus fördern können. „Aber es ist der Lehrer, der die Fortschritte der Schüler beobachten und den Unterricht bei Bedarf anpassen sollte“, sagt sie.

Faith Borkowsky, Gründerin des Nachhilfeanbieters „High Five Literacy“, stört sich ebenfalls nicht grundsätzlich an Apps zum Lesenlernen. „Wenn es sich um ein Programm handelt, mit dem Kinder eine bestimmte Fähigkeit üben können, bin ich dafür“, sagt sie. Aber oft würden die digitalen Geräte nur genutzt, weil sie für viel Geld angeschafft worden seien und sich Lehrkräfte praktisch gezwungen fühlten, sie zu nutzen – selbst wenn es nicht immer die beste Art sei, Lesekompetenz zu vermitteln.

Manche Entwickler wollen mit Videokonferenzen die Vorteile digitaler Technik und menschlicher Interaktion verbinden. Eine Online-Nachhilfestunde könnte etwa so aussehen: Die Lehrkraft spricht ein Wort vor, das gleichzeitig auf einer digitalen Tafel zu sehen ist, zum Beispiel „Karte“. Beim Sprechen tippt die Schülerin jeden Buchstaben einzeln an: K-A-R-T-E. Solche Videoplattformen könnten helfen, den Rückstand der Kinder nach den Pandemie-Jahren aufzuholen, sagt Jessica Sliwerski, Geschäftsführerin der Lernplattform „Ignite!“. Sie empfiehlt fünfzehnminütige Sitzungen. Nach jeder Leseeinheit liefere das Programm den Lehrkräften Hinweise, wie sie die nächsten Sitzungen verbessern könnten. Über den Einzelunterricht bekommen die Schüler die ungeteilte Aufmerksamkeit des Lehrers. „Wir bieten dadurch einen ganz anderen, weniger technischen Ansatz und bringen den Fokus des Kindes auf einen Menschen, der gut ausgebildet und verlässlich ist“, so Sliwerski.

LESEN VERTIEFEN

Zum Lesenlernen gehört es jedoch nicht nur, Wörter zu buchstabieren, auszusprechen und zu verstehen. Die eigentliche Arbeit beginne erst danach, beim „vertieften Lesen“, sagt die Neurowissenschaftlerin Maryanne Wolf. Dabei handelt es sich um kognitive und affektive Prozesse, die ganze Textabschnitte erfassen, die vorhersagen, was als Nächstes kommt, und die dadurch eine blitzschnelle Wahrnehmung von sinnhaften Zusammenhängen erlauben. Diese interaktiven Prozesse speisen sich gegenseitig und beschleunigen das Verständnis. Und sie sind heute schwerer zu vermitteln als früher, denn die Lesegewohnheiten haben sich geändert. Kinder und Jugendliche – und, wenn wir ehrlich sind, auch wir Erwachsenen – sind Meister im Überfliegen von Online-Artikeln, Facebook-Posts oder Chatnachrichten geworden und springen von einem Browser-Tab zum nächsten. Lernen Kinder nun ausschließlich am Bildschirm lesen, argumentiert Wolf, lernten sie vielleicht niemals, vertieft zu lesen. Dieser Teil des „Leseschaltkreises“ im Gehirn werde dann womöglich gar nicht erst angelegt, fürchtet sie. Vertieftes Lesen komme nur jenen Menschen, die in vordigitaler Zeit lesen gelernt hätten, ganz natürlich vor. Sie hätten oft viel Zeit gehabt, sich mit voller Aufmerksamkeit einem Buch zu

„Print begünstigt langsamere, tiefere Prozesse im lesenden Gehirn.“

Die Neurowissenschaftlerin Maryanne Wolf prägte den Begriff des „bilingualen Gehirns“.



Der Kognitionsforscher Daniel Willingham glaubt, dass sich Kinder beim Lesen schnell langweilen.



widmen. Man könne nicht davon ausgehen, dass die jungen Leser von heute diesen Prozess automatisch lernten.

„LOWTECH-HIGHTEXT“ HILFT BEIM FOKUSSIEREN

Der Didaktik-Experte und Buchautor Doug Lemov glaubt, dass viele Schüler der Mittel- und Oberstufe nicht mehr die nötige Aufmerksamkeitsspanne haben, um sich länger auf einen Text zu konzentrieren. Deshalb ermutigt er Lehrerinnen und Lehrer, in ihren Klassenzimmern „Lowtech-Hightext“-Umgebungen einzurichten, mit Büchern, Stiften und Papier. Darin können die Schüler langsam ihre Aufmerksamkeitsspanne steigern, indem sie nichts anderes tun, als ein Buch zu lesen oder einen Text zu schreiben – auch, wenn es anfangs nur für ein paar Minuten gelingt. „Darauf bauen wir auf, bis sie 20 Minuten lang, in einer Gruppe oder einzeln, ihre Aufmerksamkeit aufrechterhalten können“, sagt Lemov. „Schreiben bewirkt das Gleiche: Es verbessert die Konzentration und Aufmerksamkeit.“

Der Kognitionswissenschaftler Daniel Willingham mag indes nicht so ganz an die Theorie der gesunkenen Aufmerksamitätsspanne durch die digitalen Technologien glauben. Womöglich sei nur die Erwartung gestiegen, unterhalten zu werden, gibt er zu bedenken. In seinem populärwissenschaftlichen Buch *The Reading Mind: A Cognitive Approach to Understanding How the Mind Reads* schreibt er, dass sich Lesende schlüssig langweilen: „Es ist die Erwartung, dass es immer etwas neues Interessantes zu hören, zu sehen oder zu lesen geben muss und dass diese interessante Erfahrung mit geringem Aufwand zu erreichen ist.“ Vertieftes Lesen dagegen erfordere „kognitive Geduld“, die für Kinder oft anstrengend ist, denn die Belohnung kommt mitunter erst viele Seiten später.

Während die Ursachenforschung noch läuft, setzt die Neurowissenschaftlerin Maryanne Wolf für die Praxis im Klassenzimmer auf eine Mischung aus analoger und digitaler Welt. Es wäre weder klug, alle digitalen Lesetechnologien zu verbannen, noch sich ausschließlich auf sie zu verlassen, glaubt sie. Bildungs-expertin Ramona Lorenz sieht das im Grunde genauso. Und sie fügt hinzu, dass schon in der Ausbildung der Lehrkräfte das Lesenlernen ein stärkeres Gewicht bekommen sollte: „Und dann die digitalen Medien als zweiter Schritt.“ ●

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

Jahreskonferenz der Innovation-, Technologie- und Gründerzentren 2023 in Hamburg

Übernimmt Künstliche Intelligenz die Gründerzentren?



Die Start-up Labs Bahrenfeld auf dem Forschungscampus Hamburg-Bahrenfeld

Unter dem Motto »Übernimmt Künstliche Intelligenz unsere Zentren?« findet vom 25. bis 26. September die Jahreskonferenz des Bundesverbandes deutscher Innovationszentren in Hamburg statt. Gastgeber ist das Innovationszentrum Forschungscampus Hamburg-Bahrenfeld GmbH mit den Start-up Labs Bahrenfeld auf dem DESY-Forschungscampus.

„Wir freuen uns außerordentlich, Vertreter von Innovations-, Technologie- und Gründerzentren aus dem ganzen Bundesgebiet bei uns begrüßen zu können. Das ist auch eine tolle Gelegenheit, die Start-up Labs und unseren dynamischen Standort zu präsentieren.“ sagt Denny Droßmann, Geschäftsführer der Start-up Labs Bahrenfeld. Auch haben sich Ehrengäste aus der Region, wie etwa Frau Dr. Melanie Leonhard, Senatorin für Wirtschaft und Innovation der Freien und Hansestadt Hamburg, angekündigt.

Auf der diesjährigen BVIZ-Jahreskonferenz geht es um das aktuelle Thema KI und wie sich dies in Zukunft auf die Startups,

die Innovations- und Gründerzentren und das gesamte Gründerökosystem auswirken kann. Zunehmend sind riesige Datenmengen in fast allen Bereichen die Voraussetzungen für Produkte, Dienstleistungen und insbesondere für neue Innovationen. Wie können hier die Innovations- und Gründerzentren die Startups in Zukunft unterstützen? Was bedeutet KI perspektivisch für den Betrieb der Zentren/Immobilien? Welche Rolle werden die Zentren als Teil der Gründerökosysteme und Wirtschaftsförderung bei der Stadt- und Regionalentwicklung unter KI-getriebenen Veränderungen spielen? In weiteren Foren und Diskussionsrunden sollen aktuelle Themen rund um den Zentrumsbetrieb diskutiert werden, wie beispielsweise best-practices, um dem zunehmenden Fachkräftemangel zu begegnen oder zu neuen Serviceangeboten für die Mieterfirmen der Zentren. Die Konferenz bietet allen Teilnehmern am Rande auch ausreichend Gelegenheit zum Austausch mit Experten und Kollegen.

Die Start-up Labs Bahrenfeld auf dem DESY-Forschungscampus in Hamburg wurden erst 2021 eröffnet. Sie bieten innovativen Gründern mit einem naturwissenschaftlichen Forschungshintergrund ein passgenaues Umfeld, das die Entwicklung neuer Technologien beschleunigt und den Start-ups ein nachhaltiges Wachstum ermöglicht. „Dabei spielt es keine Rolle, ob die jungen Unternehmen vom DESY-Campus kommen oder nicht. Was zählt, sind Technologie, Größe und Alter der Start-ups, sowie mögliche Anknüpfungspunkte an die Forschungsschwerpunkte.“ betont Denny Droßmann.

Die Start-up Labs sind jedoch nur der Anfang einer großen Entwicklung. So sollen am Standort weitere Infrastrukturen hinzukommen: in Zukunft ergänzen dann die DESY Innovation Factories I und II das Angebot für innovative Technologie-Start-ups, sowohl für die frühen Phasen der Entwicklung und Validierung, als auch für etablierte Unternehmen aus dem physikalischen Umfeld. Hinzu kommt der tecHHub, ein Projekt der Stadt Hamburg, für die etablierter Unternehmen aus dem Life-science-Bereich. So wächst hier ein Ökosystem, in dem Wissenschaft und Wirtschaft sich gegenseitig bereichern und großartige Innovationen entstehen können. Neben dem Infrastrukturangebot gibt es bereits jetzt ein breites Beratungs-, Weiterbildungs- und Netzwerkangebot. So unterstützt und berät z.B. das DESY Start-up-Office Gründungswillige aus der Grundlagenforschung bei den klassischen Themen wie Businessmodell, Pitch oder Finanzierung. Die Konferenzteilnehmer sind herzlich eingeladen, sich vor Ort ein Bild von diesem einmaligen Forschungscampus mit all seinen Angeboten zu machen.

Der Bundesverband deutscher Innovationszentren und die Innovationszentrum Forschungscampus Hamburg-Bahrenfeld GmbH freuen sich, alle Interessierten und Gründungsunterstützer in Hamburg begrüßen zu können.



<https://www.slb.hamburg>

„Die Methode ist ein Auswuchs der Kultur des Silicon Valley. Das Konzept verortet westliche – und oft weiße – Designer auf einer höheren Hierarchieebene und behandelt sie wie Zauberer.“

Lilly Irani, Professorin an der University of California, San Diego, kritisiert Design Thinking (Seite 97)

Report

- 51 KOLUMNE • Ausbeutung mit globalem Ausmaß
- 52 RECHTSEXTREMISMUS • Terror auf Roblox
- 58 ARCHITEKTUR • Gebäude aus dem Baukasten
- 64 BIOTECHNOLOGIE • Erbgut zusammenschneiden mit Designer-Rekombinasen
- 69 DÉJÀ-VU • Kampf der Giganten
- 70 E-FUELS • Wind aus Patagonien für deutsche Sportwagen
- 75 JUBILÄUM • Die erste Großwindanlage der Welt
- 76 20 JAHRE MIT TECHNOLOGY REVIEW • Tops und Flops
- 82 PRODUKTENTWICKLUNG • Viele Post-its, wenig Ertrag beim Design Thinking
- 88 SMART HOME • Wenn uns der Staubsauger ausspioniert

Ausbeutung mit globalem Ausmaß

Content-Moderatoren für Konzerne wie Facebook leisten einen wichtigen Dienst an der Gesellschaft, jedoch meist unter jämmerlichen Arbeitsbedingungen. Es wird Zeit, dass sie vom Gesetzgeber gewürdigt und geschützt werden.



„Die im Dunkeln sieht man nicht“, mit diesem Satz aus der Dreigroschenoper beginnt Cengiz Haksöz sein Statement. Cengiz ist Content-Moderator für Meta. Ich sitze neben ihm, als er von seinen Arbeitsbedingungen berichtet. Wir sind an keinem geringeren Ort als dem Deutschen Bundestag. Es ist das erste Mal, dass ein Content-Moderator vor den Abgeordneten des Digitalausschusses spricht.

Es gibt viel zu erzählen, denn die Bedingungen sind prekär. Cengiz berichtet von Tausenden Stunden voller gewaltvoller Beiträge, die er und seine Kollegen sichten müssen. Obwohl Cengiz Inhalte für den Tech-Konzern Meta moderiert, ist er nicht bei Meta angestellt. Content-Moderation ist outgesourct. Cengiz arbeitet für ein Unternehmen, von dem die meisten noch nie gehört haben. Die Inhalte sind so grausam, dass sie lebenslange psychische Schäden hinterlassen. Die psychologische Unterstützung seitens der Arbeitgeber ist unzureichend, die Be-

zahlung prekär. Zeitdruck und Überwachung sind an der Tagesordnung.

Bisher war wenig über die Arbeitsbedingungen von Content-Moderatoren bekannt. Denn die Unternehmen, für die sie arbeiten, etablieren eine Kultur der Angst und Geheimhaltung. Wer öffentlich über die Zustände spricht, riskiert seinen Job. Das bekommt auch Cengiz Haksöz zu spüren. Wenige Tage nach der Anhörung wird er freigestellt und darf das Firmengebäude nicht mehr betreten.

Das Problem, von dem Cengiz berichtet, ist allzu gut bekannt. Es nennt sich Ausbeutung. Nicht nur hier in Deutschland, sondern mit globalem Ausmaß. Content-Moderation findet vor allem in Ländern des globalen Südens statt. Das *Time Magazine* bezeichnet die kenianischen Büros der Content-Moderatoren als die afrikanischen Sweatshops von Facebook. Die Moderatoren verrichten ihre Arbeit unter mangelnden Sicherheitsmaßnahmen, schlechter Bezahlung und Missachtung ihrer Menschenrechte. Auch von Zwangsarbeit ist die Rede.

Sweatshops und Ausbeutung kennen wir aus Branchen wie der Textil- oder Fleischindustrie. Digitale Dienstleistungen haben wir in diesem Kontext nicht auf dem Schirm. Dabei würden KI, soziale Netzwerke und selbstfahrende Autos ohne die Arbeit von Zehntausenden von Clickworkern und Content-Moderatoren schlicht nicht existieren. Alleine für ImageNet, eine der größten Bilddatenbanken für das Training von KI-Systemen, haben über 49 000 Menschen Bilder kategorisiert, getaggt und annotiert.

Hoffnung für eine globale Verbesserung der Bedingungen bietet ein neues Gesetz. Das Lieferkettengesetz. Es will

ausbeuterischen Arbeitsbedingungen den Garaus machen, indem es Unternehmen für die Einhaltung von Menschenrechten in ihren Lieferketten zur Verantwortung zieht. Sie müssen dafür Sorge tragen, dass Schutz vor Kinderarbeit, das Recht auf faire Löhne und Umweltschutz in der gesamten Lieferkette umgesetzt werden. Prekäre Arbeit einfach outzusourcen und sich so der Verantwortung zu entziehen, wie es große Tech-Konzerne mit der Moderation von Inhalten machen, wird mit dem Gesetz massiv erschwert.

So weit in der Theorie. Neben den Lieferketten von Produkten wie Kleidung, Lebensmitteln und Hardware ist von digitalen Dienstleistungen bisher leider nichts zu lesen. Um an der prekären Situation Zehntausender Content-Moderatoren weltweit etwas zu verändern, müssen auch digitale Produkte wie soziale Netzwerke, KI und Co. im Lieferkettengesetz berücksichtigt werden. Das wäre für all jene, die in diesem Bereich bisher im Verborgenen arbeiten, ein großer Schritt.

Die im Dunkeln werden zunehmend gesehen. Es ist wichtig, dass neben der Sichtbarkeit nun auch Taten folgen.



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



Terror auf Roblox

Roblox ist eine der größten Gaming-Plattformen der Welt.
Millionen Kinder und Jugendliche verbringen darauf Zeit.
Dort gibt es allerdings nicht nur virale Spiele-Hits, sondern
auch rechtsradikale Propaganda. – Jan Vollmer

Oft liegen nur ein paar Klicks zwischen virtuellem Spielvergnügen und rechtsextremistischen Gruppen.

Als Pierre auf der Spiele-Plattform Roblox das erste Mal einen Spieler in einer virtuellen Nazi-Uniform traf, war er 13 Jahre alt. „Er kam mit seiner Nazi-Uniform in ein Star-Wars-Spiel und sagte, dass sein Land stolz auf diese Uniform sei“, erzählt Pierre heute, vier Jahre später. Pierre ist ein Teenager aus Den Haag. „Ich wusste, dass das Hakenkreuz das Symbol der Nazis war. Und ich wusste, dass Nazis schlecht waren“, erinnert er sich.

Er wusste auch, dass Hakenkreuz-Symbole auf der Plattform Roblox verboten waren und dass dieser Spieler einen Weg gefunden haben musste, dieses Verbot zu umgehen. „Also habe ich auf sein Profil geklickt und mir dort die Klamotten anschaut, die er trug.“ Die Uniform des Spielers war mit virtuellen, durchsichtigen Schichten so gebaut, dass sie den Roblox-Algorithmus überlistete: Der Algorithmus erkannte kein Hakenkreuz mehr, das menschliche Auge schon. „Ich habe darauf geklickt und gesehen, dass die Uniform von einer Gruppe auf Roblox gemacht worden ist. Ich habe auf die Gruppe geklickt und dort einen Link zu einem Discord-Server gefunden.“

Mit drei Klicks kam der dreizehnjährige Pierre von einem Star-Wars-Rollenspiel in eine Nazi-Chat-Gruppe auf der Kommunikationsplattform Discord. Ein Einzelfall? Oder sind diese vermeintlich harmlosen virtuellen Spielewelten eine Gefahr für Kinder und Jugendliche?

VIRTUELLE ROLLENSPIELE KINDERGEBURTSTAG

Roblox ist so etwas wie YouTube für Spiele – User können selbst Spiele bauen, die andere dann spielen können, sie können Gruppen gründen oder digitale Kleidung und Artefakte gestalten. Es gibt Creators, Influencer, virale Hits, Communitys – und Millionen Kinder und Teenager wie Pierre auf der Plattform.

Auf den ersten Blick wirkt die Plattform, als wäre sie der virtuelle Spielplatz einer Kindergartengruppe an einem viel zu langen Nachmittag: Es gibt Shooter, Jump 'n' Runs, Familien-Simulatoren, Tycoon- und Grusel-Spiele. Die User bauen aber auch Dinge wie einen Punch Wall Simulator, der 115 Millionen Besucher anzieht, – oder Profanes wie *Mähen Sie den Rasen* mit 49 Millionen Besuchern. Skurriles wie *Überlebe Michael Jackson in Area 51* hat 4,7 Millionen Besucher angelockt. Ein schlichtes *Oma: Mehrspieler* kommt auf erstaunliche 272 Millionen Besucher. Was Kinder und Jugendliche beschäftigt, findet ebenfalls auf Roblox statt. Egal ob *Squidgame*, *Fortnite*, *Titanic*, *Shreck*, *Acrylnägel* oder einkaufen in einer Shopping-Mall. Kinder und Jugendliche finden, was sie interessiert, durch Vorschläge der Plattform selbst oder durch Freunde, Gruppen, Shops oder Favoriten.

Roblox gibt an, dass weltweit täglich 60 Millionen Menschen Zeit auf der Plattform verbringen. 16 Millionen Menschen loggen sich in Europa ein –

der überwiegende Teil von ihnen sind Kinder und Jugendliche. Mittlerweile soll es auf Roblox mehr als sieben Millionen Spiele geben. 2,2 Milliarden Dollar Umsatz machte das Unternehmen im Jahr 2022 – einen Teil davon durch die eigene In-Game-Währung „Robux“. Die Währung, mit der Teenager auf der Plattform beispielsweise sorgfältig nachgebauten Uniformen kaufen können. In fast allen größeren Roblox-Spielen ist auch ein Discord-Server verlinkt. Discord ist eine Chat-Plattform, auf deren Servern ein großer Teil der Kommunikation der Gaming-Welt passiert. Auf Roblox kann man keine Bilder oder Videos verschicken, auf den jeweiligen Discord-Servern schon. Dort, in den On-Topic- und Off-Topic-Chats, trifft sich die Community.

MIT NAZI-UNIFORM IM STAR-WARS-ROLEPLAY

Pierre, der Teenager aus Den Haag, verbringt viel Zeit auf dem Discord-Server eines Zweiter-Weltkrieg-Multiplayer-Shooters. Der Chat liest sich wie ein Gespräch von Jugendlichen auf einem Schulhof, eine Mischung aus Trash-Talk und Suche nach Identität im Internet, gleichzeitig anonym und vertraut: Vielleicht 20 Jugendliche mit wechselnden Namen und Profilbildern posten Memes, geben an und schreiben, dass die anderen schwul, „Femboy“, verliebt, „Furries“ oder Idioten seien. Dazwischen posten sie Handyfotos von ihren Airsoft-Waffen, von echten Waffen, die sie gerne kaufen würden, wenn sie 18 sind, von ihren Haustieren oder Screenshots aus dem Weltkriegs-Shooter.

Pierre schreibt dort, dass er mit seiner Familie in Den Haag wohnt. Er beschreibt sich als „17. Single. Not a good look.“ Ein drei Jahre jüngeres Mädchen, schreibt er, hätte versucht, ihn in der Schule zu mobben. „Ich hab' sie weggeschickt.“ Pierre schreibt oft vormittags – er ist dann krank und nicht in der Schule, aber auf Roblox und Discord.

Als er vor vier Jahren den ersten Spieler in Nazi-Uniform im Star-Wars-Roleplay auf Roblox traf, waren sie im Geschichtsunterricht noch im Mittelalter, es ging gerade um die Pest. In der Discord-Gruppe wird er mit Hardcore-Nazi-Ideologie konfrontiert. „Das krasseste Video dort war ein Typ, dem vor einer Nazi-Fahne die Kehle durchgeschnitten wurde.“ Pierre meldet die Gruppe an Discord, der Eigentümer wird gesperrt. Aber gesperrt werden bedeutet nicht viel auf einer Plattform, auf der viele mit mehreren Accounts und Profilen unterwegs sind.

Eine, wie er es nennt, „morbide Faszination“ und ein ambivalentes Verhältnis zu allem, was mit Nazis, dem Dritten Reich und dem Zweiten Weltkrieg zu tun hat, bleibt jedoch. Über Roblox landet Pierre öfter in Chat-Gruppen, in denen rechtsextreme Inhalte geteilt werden. In einem Weltkriegs-Shooter arbeitet er als Moderator – wenn er andere Spieler in SS- oder SA-Uniformen sieht, kann er sie aus dem Spiel werfen. Er bekommt dafür ein paar Robux von dem Eigentümer des Spiels.

Mit viel Aufwand haben Spieler in ihren Profilen Zeichen untergebracht, die nur die rechte Szene versteht.

Im Internet erreichen ihn Bilder von der Macht der Nazis, alte Propaganda, digital verpackt. Als er, Jahre nach seinem ersten Kontakt mit rechtsradikaler Propaganda auf Roblox und Discord, im Geschichtsunterricht eine Rede von Hitler hört, ist er „von seinen Wörtern und seiner Energie überwältigt“. Im Chat bekommt man das Gefühl, dass Pierre auf dem Grat wandert zwischen dem, was er auf Roblox und Discord, in Memes und Kommentaren über die Nazis gehört hat, und dem, was er im Geschichtsunterricht inzwischen über den Terror der Nazis lernt.

PROPAGANDA-NETZWERKE AUF ROBLOX

Rechtsradikale Propaganda muss man auf Roblox nicht lange suchen: Die Amadeu Antonio Stiftung, die sich mit Radikalisierung in Spielen beschäftigt, konnte bei der Recherche für ein Dossier innerhalb von ein paar Tagen etliche rechtsradikale Terroranschläge auf Roblox zum Nachspielen finden: den Anschlag auf die Synagoge von Halle beispielsweise, unter dem Namen *Saale-Synagogue*. Das gemauerte Tor der Synagoge war sorgfältig nachgebaut, ebenso die dunkle Tür und die Messingplatte mit der Aufschrift „Jüdische Gemeinde zu Halle (Saale)“. Selbst das Auto des Täters mit Sprengsätzen auf der Rückbank stand vor dem Tor. Auf zwei Figuren kann man schießen. Bei dem Anschlag im Jahr 2019 tötete Stephan Balliet an Jom Kippur zwei Menschen. Mittlerweile wurde das Spiel von der Plattform gelöscht, zumindest unter diesem Namen.

Rassismus auf der Plattform ist mal subtiler, mal weniger subtil: In *Zulu Wars* erschießen Spieler als englische Kolonialsoldaten angreifende Zulu-Krieger. Es gibt auch einen digitalen Shop, in dem digitale SA-Uniformen für Roblox-

Avatare verkauft werden. Der Shop heißt „Hugo Boss AG“. Das echte Unternehmen Hugo Boss hat im Dritten Reich unter anderem Uniformen für die Wehrmacht, SS und SA produziert.

Je besser man sich in der rechten Szene auskennt, desto mehr rechtsradikales Material entdeckt man auf Roblox. Miro Dittrich, ein junger Extremismus-Experte der Initiative CeMAS, klickt sich durch rechtsradikale Propaganda auf der Plattform. Auf seinem Laptop zeigt er Profile verschiedener rechtsradikaler Strömungen. Er klickt sich von „Fashwave“ (Faschismus in Vaporwave-

Ästhetik) zu Profilbildern im blutigen Stil der amerikanischen Neo-Nazi-Organisation „Atomwaffen Division“ bis zu Symbolen der satanistisch-faschistischen Gruppe „Order of Nine Angles“. „Das ist schon die Endstufe der Radikalisierung“, sagt Dittrich.

Man kann sich durch das Material durchklicken, weil viele der Profile durch gemeinsame Gruppen, Favoriten oder Spiele miteinander verknüpft sind wie ein großes Netzwerk. Mit viel Aufwand haben Spieler in ihren Profilen auch Zeichen untergebracht, die fast nur die rechte Szene selbst versteht: Ihre Ava-

Dieser Teenager spielt das Spiel *Squidgame* auf Roblox.



tare tragen dann virtuelle T-Shirts, auf denen ein Screenshot des Attentats von Buffalo zu sehen ist. Andere haben in ihren Profilen Screenshots von dem Attentat von Christchurch oder Oslo untergebracht. Bilder, die man nur erkennt, wenn man sich auch das Original-Material der jeweiligen Attentäter angesehen hat.

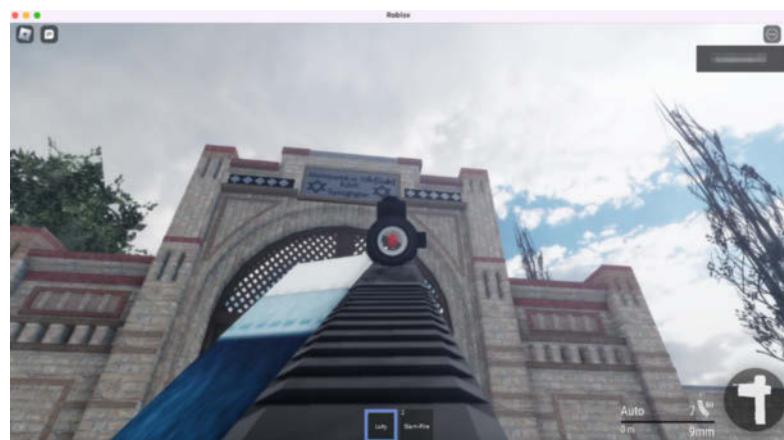
**„HEY, KOMM DOCH
IN UNSERE GRUPPE ...“**

Pierre berichtet auch davon, auf Roblox aktiv angesprochen worden zu sein. „Oft kam jemand zu mir und sagte sowas wie: ‚Hey, komm doch in unsere Gruppe.‘ Und du gehst in die Gruppe und siehst, dass es Nazis sind. Sie sagen, dass sie anderen Menschen überlegen sind und dass du großartig und besonders bist. Und sie sagen, sie kümmern sich wirklich um dich“, erzählt Pierre in einem Zoom-Call aus seinem Kinderzimmer. Was ihn davon abhalte, auf die Angebote hereinzufallen, sei vor allem seine Familie. „Mein Vater würde mir auf die Finger hauen und sagen: ‚Das ist schlecht, hör auf damit‘“, sagt er.

In einem geräumigen Büro in der Stuttgarter Innenstadt forscht Daniel Köhler zu Radikalisierung in Spielen. Er arbeitet für Konex, eine Initiative des Landeskriminalamtes Baden-Württemberg gegen Extremismus, und beobachtet, dass Online-Games eine zunehmend größere Rolle für rechtsextreme Radikalisierung spielen. Und in einem aktuellen Trendreport von Europol steht, dass Verdächtige in europäischen Terrorismus-Ermittlungen immer jünger werden. Gaming-Plattformen und Gaming-Chatforen, so Europol, werden genutzt, um rechtsterroristische Propaganda zu verbreiten.

Für eine Studie hat Köhler sich zwei Fälle von Minderjährigen angesehen, die der Polizei in Baden-Württemberg vorliegen. Die beiden unter 14-Jährigen hätten auf Roblox historische Simulationsspiele zum Zweiten Weltkrieg gespielt und seien mit offen und klar auftretenden rechtsextremistischen Personen in Kontakt gekommen, so Köhler.

„Die haben sich mit denen angefreundet, haben sich mit ihnen ausgetauscht und wurden dann von diesen rechtsextremistischen Personen eingeladen, in eindeutig extremistische Discord-Gruppen einzutreten. Dort wurden sie dann ganz stark und massiv weiter radikalisiert, indoktriniert und auch direkt dazu aufgefordert, Straftaten zu begehen – zum Beispiel in der Schule den Hitlergruß zu vollführen. Das ging tatsächlich bis hin zur Planung eines Anschlags“, so der Forscher. Der Druck der neuen Bekanntschaften aus der Chatgruppe, so Köhler, hat eines der beiden Kinder dazu gebracht, ein Manifest zu schreiben und einen Amoklauf zu planen. Aufgefallen seien die Kinder unter anderem, weil sie Hakenkreuze in WhatsApp-Gruppen gepostet und ihre Lehrkräfte gefragt haben, wo sie Waffen herbekämen.



Der Anschlag auf die Synagoge im Paulusviertel in Halle ist auf Roblox detailgetreu als Spiel nachgebaut.



Rechtsextremisten machen in ihren Roblox-Gruppen keinen Hehl aus ihrer Gesinnung. Sie tricksen die Filter der Plattform aus, die User vor Nazi-Emblemen schützen sollen.

„17. Single.
Not a good
look.“

So ähnlich soll es nach Recherchen des SWR-Investigativ-Formates *Vollbild* – aus denen auch das Interviewmaterial dieser Geschichte, schriftliche Antworten der Plattformbetreiber Roblox Corporation und Discord sowie des Innenministeriums stammen – ebenfalls in einem anderen Fall gelaufen sein. Am Landgericht in Potsdam wird der Fall eines damals minderjährigen Jungen verhandelt, dem vorgeworfen wird, eine schwere staatsgefährdende Straftat vorbereitet und gegen das Waffen- und Sprengstoffgesetz verstößen zu haben. In der Presse ist er unter dem Namen Lukas F. bekannt. Lukas F. soll eine rechtsextreme Gruppe namens „Totenwaffen“ gegründet, Propaganda-Poster geklebt und selbstgebaute Sprengsätze gezündet haben. In einem der Videos, das er hoch-

geladen haben soll, explodieren Sprengsätze auf einem ehemaligen Militärgelände in Brandenburg.

Der Berliner Extremismus-Forscher Dittrich hat die Gruppe über Jahre beobachtet. In einer Nachricht soll Lukas F. geschrieben haben: „Ich wette, ich werde irgendwann so wütend, dass ich eine Bombe in der Nähe von dem Ort platziere, an dem Jewgela ihre Rede halten wird.“ Jewgela ist ein Kofferwort, das wohl Jew, das englische Wort für „Jude“ und „Jüdin“, und „Angela“, kurz für Angela Merkel, verbinden soll.

An einem Mittwochmorgen im Frühling ist in Potsdam ein Verhandlungstag im Fall Lukas F. angesetzt. Die Verhandlung ist nicht öffentlich. Vor dem Saal sitzt seine Mutter auf einer Wartebank, sie wirkt etwas nervös. Sie erzählt davon, wie viel Zeit ihr Sohn auf Roblox verbracht hat – und wie schwer es ist, für Eltern nachzuvollziehen, was Kinder eigentlich den ganzen Tag auf ihrem Handy und am Computer machen. Besonders, wenn Eltern tagsüber arbeiten und nicht zu Hause sind, so wie sie. Auch Lukas F.s Vater sieht eine Verbindung zwischen Roblox und der Radikalisierung seines Sohnes. „Das sah irgendwie total fanatisch aus, diese Welten, die sie sich dort erschaffen haben. Das waren alles Uniformen aus dem Dritten Reich“, sagt er. Er habe versucht, den Zugang zu den Plattformen einzuschränken, aber es

habe nicht funktioniert. „Als Eltern kann man da nicht viel machen. Man kann zwar Sachen verbieten und Sperren einbauen. Das haben wir alles versucht, aber sie sind einfach schlauer. Sie umgehen das alles“, sagt er.

„... JETZT SIND WIR MÄNNER“

Der Rechtsextremismus-Forscher Miro Dittrich hat die Gruppe „Totenwaffen“, in der auch Lukas F. aktiv war, lange digital beobachtet und die Chatverläufe des mutmaßlichen Täters und seines Umfelds gesammelt. In diesem Chat sollen sich Mitglieder der Gruppe „Totenwaffen“ über ihre Zeit bei Roblox unterhalten haben, wie Screenshots zeigen:

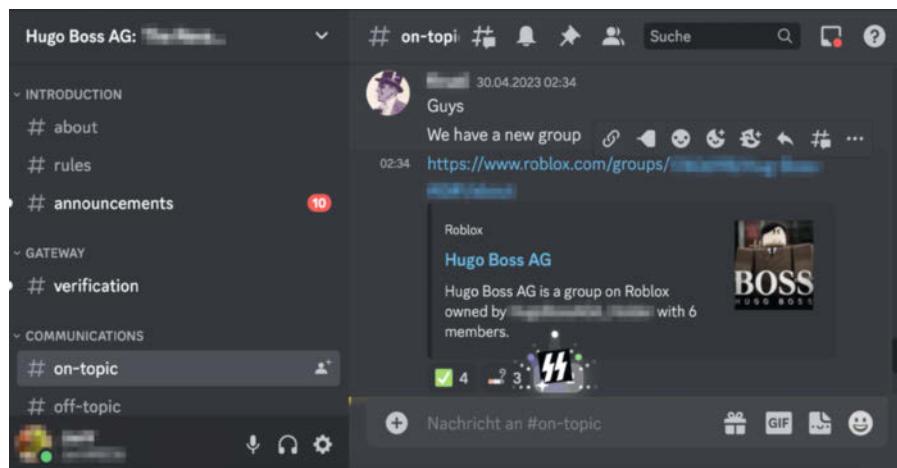
„Bevor wir richtigen Scheiß gemacht haben
Haben wir Roblox Scheiß gemacht“

„Lol
Naja, jetzt sind wir Männer.“

„Und K., der die Gruppe vorher geführt hat, wollte auf Roblox bleiben...“

Miro Dittrich beobachtet auch andere rechtsextreme Chatgruppen und stellt fest, dass das Stichwort „Roblox“ dort immer öfter auftaucht.

Hugo Boss AG hat auf Roblox nicht viel mit Männermode zu tun – der Shop verkauft SA-Uniformen für Roblox-Avatare. Nur Tage nach dem Löschen durch die Plattformbetreiber ist ein neuer Shop gegründet.



Auch der Attentäter von Buffalo, so Dittrich, habe Roblox gespielt. „Er hat auf Discord eine Art Tagebuch geschrieben, das er dann zu seinem Terroranschlag veröffentlicht hat. Darin schreibt er selbst über sich: ‚Ich wäre wahrscheinlich nicht so nationalistisch, wenn ich nicht das Spiel Blood and Iron auf Roblox gespielt hätte.‘“

Roblox und Discord haben Interview-Anfragen im Zuge dieser Recherche abgelehnt. Roblox verweist lediglich schriftlich auf die Community-Richtlinien. Das Unternehmen verfügt über ein weltweites Moderationsteam von mehreren Tausend Menschen sowie ein eigenes Team, das extremistischen Content auf der Plattform sucht. Außerdem gäbe es technische Filter, die gewisse Wörter verbieten. Roblox schreibt auch: „Wir sind uns auch darüber im Klaren, dass immer noch viel zu tun ist, da extremistische Gruppen auf eine Vielzahl von Taktiken zurückgreifen, um die Regeln auf allen Plattformen zu umgehen.“ Auf die Hinweise hin sperrt Roblox auch einige der extremistischen Inhalte. Aber Zulu Wars, das Spiel, bei dem man als Kolonialsoldat Zulu-Krieger in einer Savannen-Landschaft töten soll und das 27 Millionen Besuche zählt, bleibt online.

Discord schickt lediglich ein allgemeines Statement über eine PR-Firma: „Sobald wir darauf aufmerksam werden, ergreifen wir sofortige Maßnahmen, einschließlich der Sperrung von Nutzern sowie der Schließung von Servern.“ Doch selbst die Server mit einer Anleitung zum Bombenbau und mit rassistischen Memes, auf die Discord im Zuge der Recherchen hingewiesen wurde, sind noch Monate später online.

SPIELE ALS KRÄFTE DES GUTEN

Rachel Kowert ist es wichtig zu betonen, dass „Spiele ganz überwiegend Kräfte des Guten sind, und nicht des Schlechten.“ Sie forscht in den USA zu Games und Radikalisierung. „Wir reden hier über eine kleine Anzahl von Fällen. Aber wenn du dir das große Bild anschau, drei Milliarden Gamer, dann ist dieser kleine Anteil von Fällen eine signifikante Größe.“

Sie fordert mehr und andere Moderation auf Plattformen: „Bei Extremismus geht es in der Regel um die Suche nach Schlüsselwörtern. Aber man kommt nie ganz hinterher, weil Sprache sich stän-

Aufgefallen sind die Kinder, weil sie ihre Lehrkräfte gefragt haben, wo sie Waffen herbekommen.

Miro Dittrich ist Extremismus-Experte bei CeMAS, einer gemeinnützigen Organisation, die sich Themen wie Verschwörungsideologien, Antisemitismus und Rechtsextremismus widmet.



Die US-amerikanische Psychologin Rachel Kowert erforscht die Nutzung und die Effekte digitaler Spiele.



dig verändert. Wir müssen also eher in Richtung einer ‚sozialen Netzwerk-Moderation‘ gehen. Dabei geht es darum, einzelne Personen ausfindig zu machen, von denen man annimmt, dass sie problematisch sein könnten, und sich mit ihnen zu vernetzen, um das gesamte Netzwerk zu finden.“

Dem stimmt auch Daniel Köhler, der Extremismus-Experte aus Stuttgart, zu. Nach europäischem Recht illegale Inhalte, so Köhler, müssten selbstverständlich erkannt und entfernt werden. „Ob das technisch und inhaltlich möglich ist, sei dahin gestellt. Aber sie sind dafür verantwortlich, auch nach deutschem Recht. Was grundsätzlich offline illegal ist, sollte auch online illegal sein.“

Auch dem deutschen Innenministerium ist durchaus bekannt, dass auf Roblox und Discord rechtsextreme Propaganda zu finden ist. Aber laut Ministerium handle es „sich nicht zwangsläufig um ein neues Phänomen“, wie es schriftlich im Rahmen dieser Recherche darlegt. Auch sieht es die Schuld nicht bei den Spielern selbst, sondern beobachtet, dass Radikalisierung im Umkreis von Games stattfindet. „Dahingehend erscheint es schwer möglich, Fälle von Radikalisierung von Kindern und Jugendlichen kausal und ursächlich auf Online-Games zurückzuführen, da die Radikalisierungsprozesse im Sinne eines langwierigen, graduellen Abdriftens in rechtsideologische Kreise komplexer sind“, so das Ministerium.

Abgesehen davon verweist das Ministerium auf untergeordnete Behörden, auf das BKA, den Verfassungsschutz und die Bundeszentrale für politische Bildung. In der Praxis sieht die Arbeitsteilung unter den drei Behörden so aus: Der Verfassungsschutz analysiert Internetplattformen, Online-Subkulturen und In-

ternetphänomene (möchte jedoch nicht mehr über die eigene Arbeit auf dem Feld verraten). Die Bundeszentrale für politische Bildung hat seit Mai 2022 einen Referenten zum Themenkomplex „Games-Kultur, politische Bildung und Extremismus“. Und die Polizei reagiert, wenn sie von etwas Wind bekommt, wie im Fall des Jugendlichen Lukas F.

Der Polizei Berlin sei natürlich grundsätzlich bekannt, dass Rechtsextremisten Roblox und Discord nutzen, und es habe auch schon ein Ermittlungsverfahren wegen Bedrohung gegeben, die mit Roblox zusammenhängt, so ein Sprecher. Dabei gibt die Polizei Berlin aber zu bedenken, dass Roblox weltweit gespielt wird: In den USA beispielsweise ist das Zeigen von Hakenkreuz und SS-Symbolen von der Rede- und Meinungsfreiheit gedeckt. „Die Möglichkeit der Strafverfolgung hängt häufig unter anderem von der Frage der Strafbarkeit einer bestimmten Handlung in einem bestimmten Land ab.“

Selbst wenn Strafverfolgung möglich ist – die Beharrungskräfte dieser rechtsextremistischen Szene sind gewaltig: Kurz nach einem Hinweis an Roblox zum Shop „Hugo Boss AG“ verschwindet die Gruppe von der Spieleplattform. Der dazugehörige Discord-Server bleibt online. Ein paar Tage später schreibt einer der Macher dort: „Guys We have a new group“, und postet einen Roblox-Link zu einer neuen „Hugo Boss AG“. Seine Nachricht wird mit SS-Emojis kommentiert. Auch der Weltkriegs-Shooter, den Pierre gespielt hat, wird später von Roblox verbannt. In der Discord-Gruppe ist kurz Aufregung. Allerdings hatte jemand rechtzeitig den Open-Source-Code des Spiels runtergeladen und lädt es unter einem leicht abgeänderten Namen wieder hoch. ●



Gebäude aus dem Baukasten

Ein Haus zu bauen, dauert oft länger als geplant und wird meistens auch noch teurer. Eine neue Form des Bauens verspricht nun, Gebäude in wenigen Wochen zu kalkulierbaren Kosten aufzustellen. – Susanne Donner



Kochen, schlafen, lernen:
Studentenwohnheim Woodie
aus Holzmodulen in Hamburg-
Wilhelmsburg. Wie die 371 Holz-
module ineinander verschach-
telt wurden, gefällt auch
Architektinnen.

Anfang des Jahres bot sich auf der Baustelle des Studentenwohnheims Community Campus in Bochum ein besonderes Schauspiel: Alle dreißig Minuten hievte ein Kran eine Wohneinheit von einem Lkw aus in die Höhe und setzte sie auf das Fundament des Hochhauses. Jeder Wohnblock hatte Fenster und Türen, ja sogar Duschkabinen und Einbauküchen. Ohne Baugerüst und Betonmischer wuchs das Wohnheim, Modul für Modul, auf zwölf Geschosse in die Höhe – zum derzeit höchsten modular gebauten Gebäude Europas.

Serielles oder auch modulares Bauen heißt diese neue Art des Bauens. Ganze Wohnelemente, Module genannt, entstehen dabei in Fabrikhallen. Praktisch komplett ausgestattet, von der Steckdose bis zum Bad, bringen Schwerlasttransporter sie zur Baustelle. Dort werden sie über Zapfen und dazu passende Löcher nach dem Lego-Prinzip nur noch aufeinandergesteckt. „Mancher Bauingenieur staunt“, sagt Andreas Göbel, Manager beim niederländisch-japanischen Modulbaukonzern Daiwa House, der das Bochumer Hochhaus verantwortet. „Aber unsere Modulbauten stehen absolut sicher, auch bei Wind und Erschütterungen durch Erdarbeiten, geprüft von deutschen Statikern.“

Zwar sind in Deutschland erst fünf Prozent der Gebäude Modulbauten, aber die Branche spricht dennoch von einem Boom. Bauen, heißt es, könne nun schneller, preiswerter und nachhaltiger werden. Auch Bauten nach Passivhausstandard sind möglich. Und: Wird das Gebäude nicht mehr gebraucht, lassen sich die Wohneinheiten wieder abtransportieren, renovieren und andernorts zu einer neuen Immobilie kombinieren. Oder die verwendeten Baumaterialien, von Beton bis zu Stahl, werden recycelt und einem neuen Modul wieder zugeführt.

Für die Politik ist die Modul-Bauweise eine willkommene Lösung. Die Bundesregierung begrüßt sie in ihrem Koalitionsvertrag als „schnelle, preisgünstige und qualitätsvolle Antwort auf die wachsende Nachfrage nach Wohnungen“. Noch dazu soll die Massenfertigung in Fabriken die Digitalisierung und Standardisierung des Bauprozesses voranbringen. Bisher besteht jedes Bundesland auf einer eigenen Prüfung. Doch die Bauministerkonferenz setzt sich dafür ein, das Baurecht der Bundesländer zugunsten des seriellen Bauens anzupassen. Ist ein Bautyp einmal in einem Bun-

desland genehmigt, soll das künftig auch in den fünfzehn anderen Bundesländern Bestand haben.

Für Daiwa House ist das ein sehnlich erwartetes Signal. Der Konzern ist nach eigenen Angaben der siebtgrößte Baukonzern weltweit und der größte Anbieter modularer Gebäude – in Deutschland allerdings ein Neuling. Derzeit zieht das Unternehmen in Fürstenwalde, östlich von Berlin, eine neue Modul-Fabrik hoch. In den Hallen sollen ab Herbst dieses Jahres 2500 Gebäudeteile pro Jahr entstehen. Die Kapazität solle dann sukzessive auf 15 000 bis 20 000 Stück steigen. Über einen weiteren Standort in Süddeutschland denke man bereits nach, lässt Göbel durchblicken.

Das Auftragsbuch der Fabrik in Fürstenwalde ist bereits gefüllt. Das Unternehmen hat ein Projekt für eine modulare Immobilie der landeseigenen Gewobag in Berlin an Land gezogen: Aus 3000 Modulen sollen 1500 Wohnungen im Berliner Bezirk Lichtenberg entstehen. Über das mutmaßliche Auftragsvolumen von mehreren Millionen Euro hüllt sich Daiwa allerdings in Schweigen.

SKELETT AUS HOLZ ODER STAHL

Modulares Bauen ist nicht weniger als die Industrialisierung des Bauprozesses. Seit Jahrtausenden vollzieht sich der Hausbau überwiegend in einem archaischen Nacheinander der Gewerke. „Normalerweise kommt der Rohbau, dann schließen sich die verschiedenen Ausbaustufen an. Faktisch verzögert sich aber ständig etwas. Der Prozess wird immer wieder neu geplant und die Kosten müssen neu berechnet werden“, sagt Jutta Albus, Juniorprofessorin für ressourceneffizientes Bauen von der Technischen Universität Dortmund. Da es nie nach Plan läuft, vergeht mehr Zeit als gedacht, bis ein Gebäude steht. Auch die Kosten liegen dann höher, zum Leidwesen der Eigentümer. Und die Anwohner müssen länger mit Straßen- oder Gehwegsperrungen, Staub- und Lärmbelastung leben.

Gebäude aus Fabriken werden zu Hunderten bis Tausenden in riesigen Werkshallen zeitgleich gefertigt. Und die verschiedenen Gewerke – von Elektro- und Sanitärinstallationen bis hin zu Fliesen- und Malerarbeiten – sind in jeder Wohneinheit schon enthalten, müssen also zum Großteil nicht mehr vor Ort abgestimmt werden. Auf der Baustelle

werden die Wohneinheiten nur noch neben- und übereinander gestellt und an die Wasser- und Stromversorgung angeschlossen. Auch im Vergleich zum altbekannten Fertig-Einfamilienhaus ist der Grad der industriellen Vorfertigung und Vereinheitlichung deutlich höher.

Die verschiedenen Anbieter der Modul-Gebäude heben sich vor allem über das verwendete Baumaterial voneinander ab. Viele schwören auf den nachwachsenden Rohstoff Holz, wie das bayerische Unternehmen SpaceFounder oder die österreichische Kaufmann Bausysteme GmbH. Daiwa setzt unter anderem auf ein Stahlskelett und Betonwände.

Die Branche hebt gern hervor: Nicht etwa Leiharbeiter aus Osteuropa, sondern festangestellte Fachkräfte montieren die Wohneinheiten in den Fabriken. Das Fertigen in Hallen bei konstanter Temperatur und Luftfeuchte wirke sich außerdem günstig auf das Bauwerk aus. Laut Göbel ist eine Standardisierung und künftig auch Automatisierung das Ziel, wenn noch höhere Stückzahlen der immegleichen Module produziert werden. Im besten Fall soll der digitale Zwilling künftig schon automatisch die Bestellung der Baustoffe und die Kostenkalkulation auslösen.

Noch ist die Branche jedoch nicht an diesem Punkt. Vieles in der jungen Industrie geschieht nach wie vor in Handarbeit. Auch in der neuen Fabrik in Fürstenwalde werden Facharbeiter den Estrich legen und die Einbauküchen montieren, bestätigt Göbel. In den Werken in Japan sei man da schon weiter. Dort schweißen Roboter Stahlträger aneinander, fräsen Löcher für die Steckdosen aus und schließen Fugen. Die Wohnelemente fahren selbsttätig auf beweglichen Plattformen von einer Arbeitsstation zur nächsten. Jedes Modul erhält einen QR-Code. Die verbaute Materialien lassen sich so zurückverfolgen wie das Ei zur Hühnerfarm, eine im Lebensmittelhandel übliche Praxis. Vorstellbar ist auch, dass es in etlichen Jahren zugeht wie in der Automobilproduktion von Volkswagen, wo ein Facharbeiter in 50 Sekunden die Kabel für die Heckscheibenheizung einlegt. Im nächsten Schritt setzt ein Industrieroboter die Front- und die Heckscheibe ein.

Die Spezialmaschinen für die hoch automatisierte Fertigung von Gebäudelementen sind aber größtenteils noch nicht entwickelt und wären jeweils mit Investitionen im sechs- bis siebenstelligen Euro-Bereich verbunden. Es wird daher auf die Auftragsentwicklung ankommen,

ob tatsächlich derselbe Grad an Automatisierung erreicht werden kann wie in anderen Branchen. Einen Pluspunkt gäbe es immerhin: Die Bauindustrie leidet derzeit unter dem verheerenden Fachkräftemangel. Jeder Arbeitsschritt, den ein Roboter übernehme, wäre insofern eine Entlastung.

KOMMT DIE PLATTE 2.0?

Bisher unterscheiden sich konventionelles und modulares Bauen in erster Linie im Management, glaubt die Architekturpro-

fessorin Jutta Albus. Modulbauer nehmen den gesamten Prozess der Bauplanung und Beschaffung selbst in die Hand und geben in der Regel auch Garantien für die kalkulierten Kosten. Das Bauen wird dadurch insgesamt zuverlässiger, auch für Investoren. „Das ist ein Kostenvorteil, weil die Gebäude dadurch verlässlich früher bezogen werden können und früher Mieteinnahmen entstehen“, sagt sie.

Wenn Immobilien schnell stehen müssen und es kaum Platz für schwere Baustellenfahrzeuge gibt, sei es inzwischen selbstverständlich, dass über Mo-

Die Module für den Bochumer Community Campus entstanden in den Fertigungshallen von Daiwa in Handarbeit.



Foto: Daiwa House Modular Europe GmbH

Ein Teil der Inneneinrichtung wird schon in der Fabrik installiert, zum Beispiel das Bad.



Foto: Kaufmann Bausysteme & Primus Developement, Fotograf: © Götz Wrage

„Was bisher gebaut wurde, wirkt teils eintönig und einfallslos.“



Studentenwohnheim in Bochum: Aus Modulen gestapelt und ineinanergesteckt wie Lego.

Bauklötzte im Wortsinn:
Das Studentenwohnheim Woodie entsteht.



dulbauvarianten diskutiert werde, sagt Marian Dutczak, Städtebauprofessor an der Technischen Hochschule Köln. Die Bauweise aus vorgefertigten Elementen lohne sich besonders bei Gebäuden mit sich wiederholenden Nutzungseinheiten wie bei Pflegeheimen, Studentenwohnheimen, aber auch Krankenhäusern, Bürogebäuden, Schulen und Kitas.

Doch der Modulbau hat auch Haken, gerade wenn wenig Geld dafür zur Verfügung steht. „Was bisher gebaut wurde, wirkt teils eintönig und einfallslos“, kritisiert Albus. Es sind mitunter triste quaderförmige Bauten, die wie Klötze in der Landschaft hocken. Man dürfe nicht einen kapitalen Fehler der Architekturgeschichte wiederholen, warnt die Expertin. Man denke an die Plattenbauten in der DDR, in Hamburg Wilhelmsburg oder Bremen Nord. Ihnen haftet das trostlose Image an, soziale Probleme anzuziehen und zu mehren. Das Risiko besteht, dass der aktuell boomende Modulbau mancherorts zur Platte 2.0 wird, wenn er fantasios und an den Bedürfnissen der Menschen vorbei verwirkt wird.

Der Sachverständ von Planern und Architekten würde die neuen Lego-Bauten kreativer und ansprechender machen, ist Jutta Albus überzeugt – und hat mit ihren Studierenden im vergangenen Jahr ein Vorbild vorgelegt. Im Auftrag des Stahlmodulbauers Alho entwarf das Team einen mehrgeschossigen Wohnkomplex für das Gelände des alten Flughafens Berlin-Tempelhof. Im ersten Geschoss wählten die angehenden Architektinnen und Architekten mehr Deckenhöhe, damit Bäckereien, Geschäfte und Kitas darin Platz finden. „Der Modulbauer hat selbst gestaut: Wenn man die Module gegeneinander versetzt, kann man unterschiedliche Wohnungsgrößen realisieren und Balkonzen erzeugen. Über das Drehen eines Moduls entsteht beispielsweise ein schöner Lichthof. Wenn man so konzipierte Gebäude sieht, denkt man nicht an Modulbau“, sagt Albus. „Das macht dann auch gestalterisch Spaß.“ Gebaut wurden die Entwürfe zwar nicht, da es sich um einen theoretischen Wettbewerb handelte. Dafür gab es gleich zwei erste Preise für einige Studierende.

Gut gefällt der Architektin auch das Studentenwohnheim Woodie in Hamburg, das ein Holzmodulbauer aus der Steiermark 2017 fertiggestellt hat. Es ist der größte Holzmodulbau in Europa und erhielt mehrere Preise für seine ansprechende Bauweise mit vorspringenden und überhängenden Wohnblöcken. In einem Video sieht man, wie die 371 Wohneinheiten aus Holz in einer Fabrik gefräst wurden. Ein Schwertransporter fuhr dann je zwei bezugsfertige Module aus dem Alpenland bis nach Hamburg.

BREMSKLOTZ TRANSPORT

Bei den meisten Architekten stößt serielles Bauen allerdings auf heftigen Widerstand. Andreas Göbel jedenfalls meidet so manches Gespräch mit den

Kollegen und Kolleginnen, um nicht deren Unmut abzubekommen. Diese fürchten ihm zufolge um ihre Aufträge und Daseinsberechtigung und – wie Albus – architektonische Fantasielosigkeit.

Die Frage, wie viel Flexibilität ein einziges Modul für eine ganze Wohneinheit wirklich zulässt, ist tatsächlich noch nicht ausdiskutiert. „Aber warum kann eine vierköpfige Familie in Düsseldorf nicht denselben Grundriss ihrer Wohnung haben wie in München, wenn dieser perfekt funktioniert“, sagt Göbel. Bei der Innenausstattung seien zudem viele unterschiedlichen Varianten möglich und auch bei der Fassade kämen etwa Klinkerriemchen, Glas und Aluminium-Verbundplatten infrage. „Spätestens beim äußeren Erscheinungsbild des Gebäudes sind wir ganz flexibel. Müssen wir ja auch sein, weil dann die Städteplaner mitreden, die wollen, dass sich der Neubau in das Stadtbild einfügt.“

Der derzeit wichtigste limitierende Faktor für den Kundenkreis sind dann auch nicht die Gestaltungsmöglichkeiten, sondern die hohen Transportkosten. Ein spanisches Unternehmen liefere zwar bis in die Schweiz, weiß Albus. Die niedrigen Lohn- und Fertigungskosten im Mittelmeerraum machen offenbar den kostspieligen Transport wieder wett. Aber zumeist liegen die Baustellen doch im Radius einiger Hundert Kilometer. Wenn Schwertransporter die Baustelle nicht anfahren können, weil Tunnel, Brücken oder enge Straßen ein Hindernis sind, scheidet der Modulbau sogar ganz aus. Die Ladeflächen der Lkw geben zudem die Maße der Modulböden vor, die entweder etwa drei mal sieben Meter messen oder zehn mal zwei Meter. „Was noch breiter wäre, müsste per Nachttransport gefahren werden, mit einem Einsatzfahrzeug mit Blaulicht voraus und dahinter. Das ist so teuer, dass es sich nicht lohnt“, erklärt Hamid Farahmand, einer der Gründer des Sondermodulbauers Space Founder aus Rödental bei Coburg.

Wie die meisten Modulbauer hat Space Founder auch an die Möglichkeit einer Haus-Rückgabe gedacht. „Wenn das im Vorhinein vereinbart ist, könnten wir das Modul wieder in den Kreislauf zurückführen“, sagt Farahmand. Bei Daiwa House ist das Recycling sogar Bestandteil des Vermarktungskonzepts. Die Kunden zahlen eine Art „Pfand“ auf die erworbenen Module und erhalten dieses zurück, wenn sie die Wohneinheiten zurückgeben. Auf ungefähr fünf Prozent des Einkaufspreises beziffert Göbel diese Gebühr. Ein Kran hebt die Module dann wieder vom Gebäude, wie der Abschleppwagen das Auto entfernt. Der brutale Abriss oder das Sprengen von Bauten würden damit der Vergangenheit angehören. Das Tragwerk aus Beton und Stahl werde zu achtzig Prozent wiederverwendet, betont Göbel. Ob auch die Innenausbauten von der Duschkabine bis zur Einbauküche dem nächsten Nutzer am anderen Wohnort zuteilwerden, lässt er offen. „Eine Wiederverwendung nach Runderneuerung wäre denkbar.“ Er rechnet mit einer Nutzung der Materialien von hundert bis zweihundert Jahren.

Die ver-bauten Materialien lassen sich zurück-verfolgen wie das Ei zur Hühner-farm.



Der Leichtbau mit Bodenplatte steht auf Stützen – und kann beim Umzug einfach mitgenommen werden. In der Landschaft hinterlässt er nur wenig Spuren.

EIN HAUS WIE EINE RAUMKAPSEL

Space Founder ist einer der weniger Modulbauer, der sich seine Nische über eine ausgefallene Optik sucht. Die runden und ovalen Gebäude des bayerischen Herstellers erinnern an eine Raumkapsel. Sie haben weder Kanten noch Ecken und meist nur ein Geschoss. Das Tragwerk hinter der Verkleidung bestehe zu siebzig bis achtzig Prozent aus Holz, berichtet Farahmand. Doch die gewölbte Hülle fertigen die Bayern aus Polyurethan, einem Kunststoff, den sie so beschichten, dass er optisch als Metall durchgehen könnte. Der Kunststoff lässt sich zu geschwungenen Fassadenelementen biegen.

Dämmmaterialien wie Holzwolle und Kunststoffmatten sorgen dafür, dass die Leichtbauten die Vorgaben der Energieeinsparverordnung einhalten oder sogar zum Passivhaus ohne Heizung werden. Der größte Unterschied zum traditionellen Fertighaus ist aber: Die per Lkw angelieferten Hausteile brauchen kein Fundament. Sie haben eine Bodenplatte, die auf Stützen im Erdreich verankert wird. „Es wäre möglich, unsere Häuser bei einem Umzug in eine andere Stadt per Lkw mitzunehmen – eine Art Camper de luxe“, sagt Farahmand. Bisher sprechen die auffälligen Gebäude aber in erster Linie gewerbliche Kunden an, die darin beispielsweise Schauräume unterbringen.

„Entscheidend ist, dass die Bauten nicht dem gegenwärtigen Trend zur Beschleunigung der Nutzungszyklen und Verkürzung der Nutzungsdauer zum Opfer fallen“, sagt Albus. Wenn Kreislaufwirtschaft so aufgefasst wird, dass jedes Haus alle paar Jahre umgezogen oder neu aufgestellt wird, aber schon nach zwei Nutzungszyklen nicht mehr zu gebrauchen ist, verbraucht das Recycling womöglich sogar mehr Ressourcen als ein konventionelles Haus aus Stein, das ein Jahrhundert stehen bleibt. Denn auch für jeden Transport, jeden Anschluss ans Strom- und Wassernetz, für jeden Umbau im Inneren sind Ressourcen erforderlich.

Die Politik aber wirbt für den Modulbau, weil er Wohnraum wieder bezahlbarer machen soll. Viele Hersteller behaupten tatsächlich, billiger zu sein als der konventionelle

Sektor. Andreas Göbel von Daiwa House betont, etwa ein Fünftel unter dem Preis des Wettbewerbs zu liegen. Das Fertigen der immergleichen Module in hohen Stückzahlen könnte theoretisch tatsächlich Kosten sparen. Jutta Albus, die das prominente Argument auf seine Stichhaltigkeit untersucht hat, zieht jedoch eine ernüchternde Bilanz: „Es gibt im Moment keine Belege dafür, dass Modulbauten billiger sind. Ich bezweifle das.“

Wenige Monate, nachdem das modulare Hochhaus in Bochum aufgestellt wurde, haben die ersten Studierenden die Luxuswohnungen mit extraschnellem Internet darin bezogen. Auch Elektro-Lehräder und sogar ein „Concierge“, neudeutsch für Hausmeister, gehörten zum Hauskonzept, heißt es in der Werbung. Die Miete: überdurchschnittlich. ●

Schneiden, ‘uehəup kleben

**Mit Designer-Rekombinasen bekommt CRISPR ernsthafte Konkurrenz:
Sie schneiden das Erbgut nicht nur äußerst präzise, sondern reparieren es
auch gleich. Voraussichtlich im Herbst startet eine erste klinische Studie
mit HIV-Patienten.** – Susanne Donner

Lange bevor die Französin Emmanuelle Charpentier 2020 den Nobelpreis für die berühmte Genschere CRISPR/Cas bekam, dachte Frank Buchholz, dass er das eleganste Werkzeug zum Verändern von Erbgut eigentlich schon vor sich hätte: die Rekombinasen. Das sind Enzyme, die wie CRISPR aus der Welt der Mikroorganismen stammen. Sie gleichen einer Nagelschere, fein und präzise, wohingegen CRISPR/Cas eher wie eine Heckenschere arbeitet: Sie ist zwar schnell und effizient, durchtrennt aber radikal den DNA-Doppelstrang, den die Zelle dann wieder reparieren muss. Dabei können sich Fehler einschleichen, und der entstehende genetische Code lässt sich nicht präzise vorhersagen. Gleichwohl gibt es durch CRISPR erste Heilungserfolge, bei Patienten mit Sichelzellenanämie zum Beispiel (siehe TR 05/2023, S. 62). Weltweit laufen mehr als 50 klinische Studien zu CRISPR-Therapien.

Der Rummel um CRISPR/Cas hat Molekularbiologe Buchholz, Professor für Medizinische Systembiologie an der TU Dresden, nie beirrt. Er begann schon vor zwei Jahrzehnten, die Rekombinasen zu erforschen, und glaubt seither beharrlich an ihr Potenzial als besonders feines Schneidwerkzeug für die Genom-Editierung. Rekombinasen können die DNA spalten, Genabschnitte herausschneiden, umdrehen oder austauschen und Schnittstellen gezielt neu verknüpfen. Daher der Name: Sie rekombinieren die DNA. „Es hat mich schon damals fasziniert: Wenn man ein solches Enzym für den Menschen umprogrammieren könnte, wäre es ideal für die Gentherapie, also etwa, um krankheitsrelevante Gene herauszuschneiden“, sagt Buchholz. Seit wenigen Jahren kommen die Fortschritte in seinem Forschungsgebiet nun Schlag auf Schlag: Gleich zwei Start-ups sind aus seiner Arbeitsgruppe hervorgegan-

gen. Die erste klinische Studie mit einer Rekombinase gegen HIV soll noch dieses Jahr beginnen. Die Verfechter von CRISPR/Cas horchen auf einmal auf.

Erstmals wurden Rekombinasen in Phagen gefunden. Dieser besondere Virentyp befällt ausschließlich Bakterien, vermehrt sich mit ihrer Hilfe und vernichtet sie schließlich. Daher auch ihr Name: „phagus“ für „aufessen“. Einer der bekanntesten Vertreter ist der Phage P1. Er infiziert *Escherichia coli*, ein im Labor häufig verwendetes Darmbakterium. Um sich in *E. coli* vermehren zu können, braucht P1 eine Rekombinase. Das Enzym sorgt unter anderem dafür, dass durch Zufall gebildete DNA-Doppelsätze des Phagen-Genoms im attackierten Bakterium wieder getrennt werden. Das steigert die Vermehrungsrate.

„Cre“ (für „cyclization recombinase“ oder „causes recombination“) taufen Biotechnologen dieses Schneide-

werkzeug. Sie erkannten bald: Dieses Enzym dockt immer von zwei Seiten an die herauszutrennende DNA-Sequenz an. Die beiden Andockbereiche heißen Erkennungsstellen und tragen das Kürzel loxP. Ihr genetischer Code ist identisch, aber spiegelbildlich angeordnet – wie wenn das Wort TEXT einmal von rechts und einmal von links buchstabiert wird, also: T-E-X-T beziehungsweise T-X-E-T. Die Rekombinase bindet beide Stellen gleichzeitig, legt die herauszutrennende Einheit in eine Art Schlinge und bringt dadurch die Erkennungsstellen nebeneinander in Position. So liegen auch die Schnittstellen nebeneinander und lassen sich leicht verknüpfen.

IN K.-O.-MÄUSEN BEWÄHRT

In den 1990er-Jahren entdeckten Forschende, dass die Cre-Rekombinase auch bei Säugetieren funktioniert. Zum Beispiel lassen sich mit ihrer Hilfe ganz präzise einzelne Gene herausschneiden. Dafür muss man die Erkennungsstellen loxP links und rechts neben das Gen einschleusen, das man loswerden möchte. Trifft dann das Enzym auf das so eingefriedete Erbgut, schneidet es das Gen heraus. Die Genome vieler Knock-out-Mäuse wurden mithilfe von Rekombinasen kreiert – etwa solcher Mäuse, die gegen die schwere Gehirnerkrankung *Bovine Spongiforme Enzephalopathie*, kurz BSE, resistent sind. Heute sind sie aus den Genetiklaboren weltweit nicht mehr wegzudenken.

„Wir wissen aus dieser breiten Anwendung: Rekombinasen sind sicher. Die hervorgerufenen Genveränderungen sind stabil. Die Mäuse leben ganz

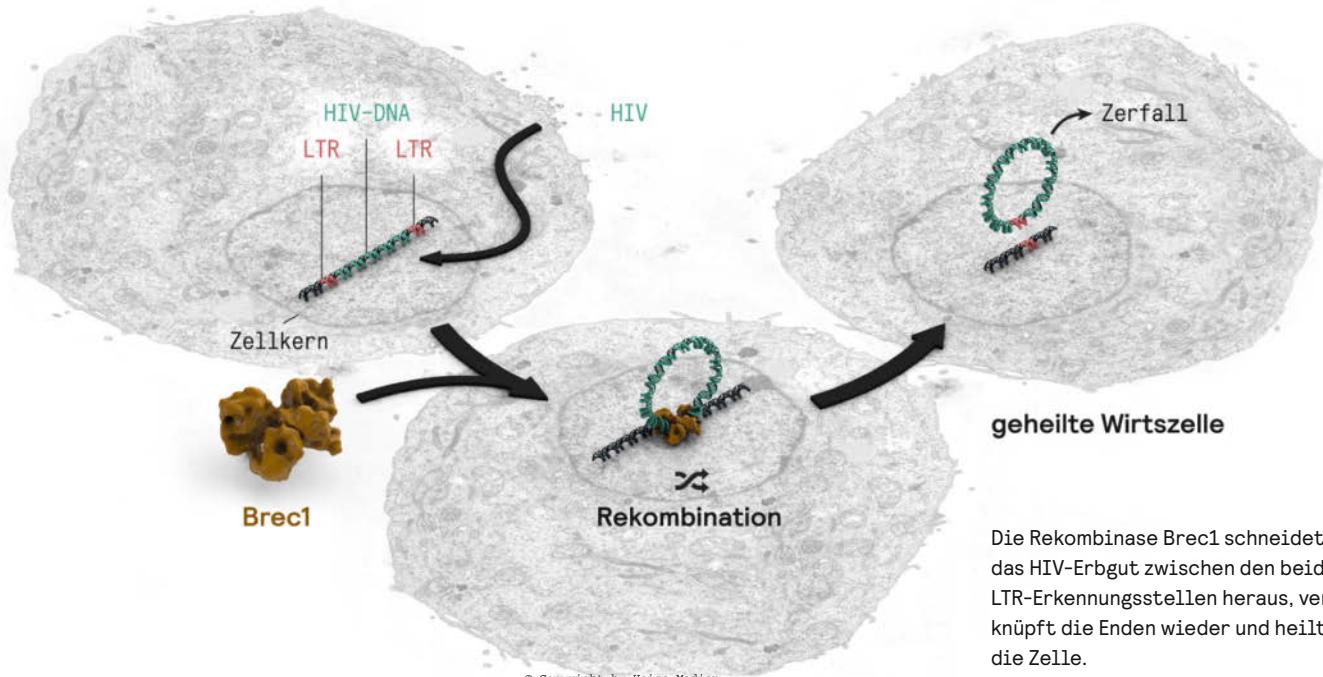
normal“, betont Frank Buchholz. Allerdings funktioniert das Editieren mit der Cre-Rekombinase nur in zwei Schritten: Erst müssen die beiden loxP-Stellen an der richtigen Stelle in das Genom der Tiere eingebaut werden. Dann erst lässt sich im nächsten Schritt das unerwünschte Gen herausschneiden. Das nimmt mehrere Tiergenerationen in Anspruch – kostet also viel Zeit und Geld.

ERKENNUNGSSTELLEN KREIEREN

Buchholz' Ziel war daher schnell klar: Für einen therapeutischen Einsatz musste eine Methode gefunden werden, mit der die loxP-Erkennungsstellen für die Arbeit der Rekombinase überflüssig werden. Es galt, das Enzym so zu verändern, dass es natürlich vorkommende Sequenzen in der menschlichen DNA als Startsignale erkennt. Zumal das Einführen der körperfremden Erkennungsstellen loxP – wie jede genetische Manipulation – nicht kalkulierbare Folgen haben könnte.

Es war seine fast stoische Beharrlichkeit, die Buchholz seinem Ziel näherbrachte. Das HI-Virus wurde sein erster Kandidat. Es schleust sein Genom mit etwas mehr als 9000 Basenpaaren in bestimmte Immunzellen, die CD4-Helferzellen, ein, damit es sich vermehren kann. Da es damit das Virenabwehrsystem des Körpers untergräbt, hat das Immunsystem kaum eine Chance, das Virus zu eliminieren. Um es wieder loszuwerden, müssten die 9000 Basenpaare aus dem Genom der CD4-Helferzellen herausgeschnitten werden. Und genau dafür stellte das Dresdner Team eine Rekombinase

infizierte Wirtszelle



her. Sie erkennt eine charakteristische Stelle im Genom des HI-Virus.

Die Wissenschaftler nutzen die Prinzipien der Evolution, um die Rekombinase an das HI-Virus anzupassen: Sie lassen die loxP-Erkennungsstellen, die für die Rekombinase der zentrale Andockpunkt sind, nach und nach mutieren und nähern ihre Sequenz dem genetischen Code des HI-Virus Schritt für Schritt an. Durch die kleinschrittige Veränderung kann die Cre-Rekombinase ihre Proteinstruktur sukzessive anpassen, bis sie schließlich Teile des HI-Virus-Genoms für ihre loxP-Stellen hält und andocken kann. 169 Evolutionszyklen waren nötig, bis Buchholz und Joachim Hauber vom Leibniz-Institut für Virologie in Hamburg einen Durchbruch erzielten. 2007 stellten sie in einer viel beachteten Arbeit zum ersten Mal das Maßschneidwerkzeug für das HI-Virus vor und nannten es Tre-Rekombinase. Die Vorsilbe „Tre“ ist eine Buchstabenspielerei der Forschenden, gemischt aus der Abkürzung LTR für die DNA-Wiederholungseinheiten (Long Terminal Repeats), die das HIV-Gen flankieren und zugleich als Erkennungsstellen fungieren, sowie der Vorsilbe „Cre“ der Ursprungs-Rekombinase.

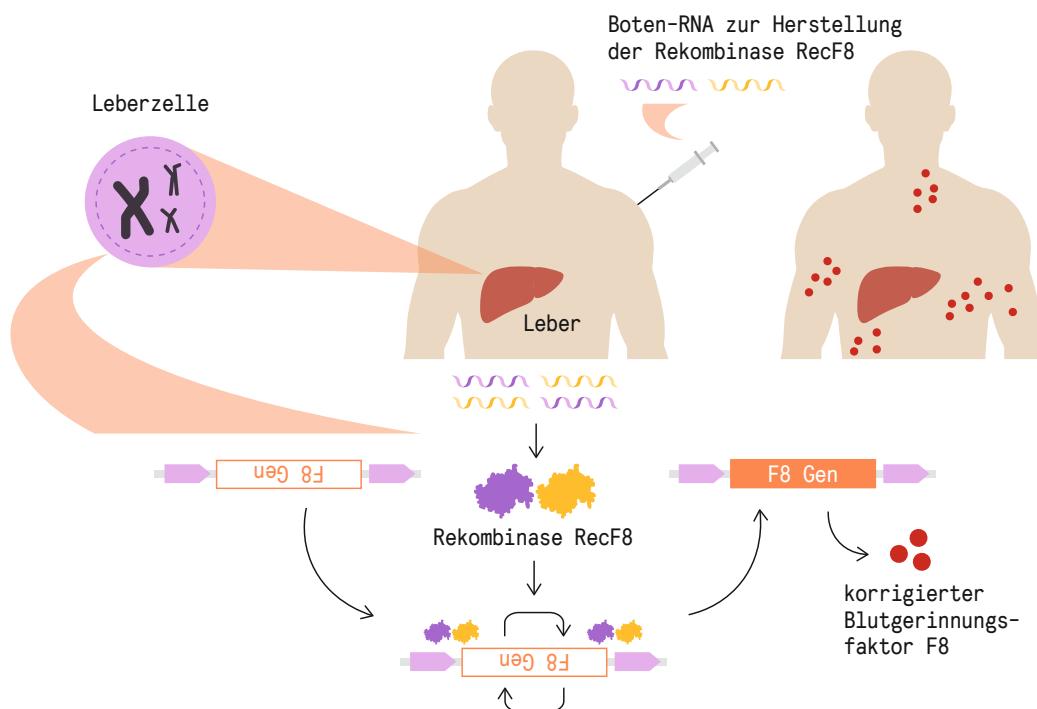
Die Tre-Rekombinase könnte nun das Virusgenom aus infizierten Immunzellen wieder herausschneiden, berichtet Buchholz. Auch genetisch manipulierte Mäuse, die mit HIV infiziert wurden, kann die Tre-Rekombinase „heilen“. Studien bestätigten: Das Enzym wirkt das Viruserbgut komplett und verlässlich aus den Immunzellen heraus. Beflügelt von diesen Erfolgen gründete Buchholz mit den Hamburger Kollegen 2019 das Unternehmen Provirex. Das Start-up will schon im Herbst eine erste klinische Studie mit einer noch verfeinerten Rekombinase namens Brec1 an acht ausgewählten Personen mit HIV-Infektion starten.

Das kranke Immunsystem der Probanden soll über eine Stammzelltransplantation durch ein neues ersetzt werden, das gegen HIV resistent ist, indem es die heilende Rekombinase selbst produziert. Dafür müssen die Stammzellen des Spenders genetisch verändert werden. In ihr Erbgut muss das Gen Brec1 eingeschleust werden. Die Genom-Editierung sei bei vierzig bis achtzig Prozent der Zellen erfolgreich, sagt der Virologe Jan Chemnitz, Geschäftsführer von Provirex. „Das haben wir ganz gut im Griff.“

Im Körper des Patienten sollen dann aus den manipulierten Stammzellen jene gewünschten Immunzellen hervorgehen, die ein HIV-Genom aus ihrem eigenen Erbgut herausschneiden und so die Vermehrung des Virus stoppen können. Die Stammzellen mit dem Rekombinase-Gen werden im Labor vermehrt. Im Körper des Patienten werden die virusbefallenen Immunzellen des Patienten mit dem Chemotherapeutikum Busulfan zerstört, und er erhält die frischen HIV-resistenten Immunzellen. „Die HIV-resistenten Immunzellen sollen dann das HI-Virus im gesamten Körper bekämpfen“, erklärt Chemnitz. Läuft alles nach Plan, soll die therapierte Person fortan gegen das HI-Virus immun sein. Als eine Art Notfallversicherung werden zudem infizierte Immunzellen des Patienten eingefroren, die er erhält, wenn die Transplantation nicht anschlägt.

ERSTE KLINISCHE STUDIE

„Wir hoffen natürlich, dass die Therapie gut anschlägt. Eine Heilung wäre fantastisch“, sagt Buchholz. „Aber uns ist klar, dass das ein dickes Brett ist.“ Das HI-Virus infiziere zwar mit Vorliebe Immunzel-



Potenzielle Therapie für Hämophilie-A-Patienten: Die Boten-RNA zur Herstellung der Rekombinase gelangt über das Blut in die Leberzellen. Dort erzeugt sie das Rekombinase-Protein, das den Gen-Code für den Blutgerinnungsfaktor 8 korrigiert. Der Trick: den Code einfach umdrehen.

© Copyright by Heise Medien.

„Heute sind Rekombinasen aus den Genetiklaboren weltweit nicht mehr wegzudenken.“

len, aber nicht nur diese. Es attackiert auch Nerven- und andere Körperzellen. Aus diesen Hinterhalten kann es womöglich auch nach dem Austausch des Immunsystems der Gesundheit zusetzen. „Aber wenn HIV-positive Menschen weniger Medikamente brauchen und wenn sie beispielsweise niemand mehr anstecken könnten, weil die Viruslast so gering ist, wäre schon viel gewonnen.“

Sollte die Rekombinase sich tatsächlich als Wunderwaffe gegen das HIV-Virus erweisen, wären theoretisch auch prophylaktische Anwendungen denkbar, etwa der Schutz von Risikogruppen wie Sexarbeitenden. Doch solchen Ideen erteilt Jan Chemnitz eine klare Absage: „Eine Stammzelltransplantation macht man nicht zwischen Einkauf und Brötchen essen. Da werden Krankenhausbetten wochenlang belegt. Immer wieder sterben einzelne Patienten daran. Wir rechnen mit wenigen Tausend Therapien pro Jahr“, erklärt er. Wegen des Risikos dürfen an der ersten klinischen Studie auch nur HIV-Patienten mit einer Vorerkrankung teilnehmen, mit einem bereits erfolgreich therapierten B-Zelllymphom.

Gleichwohl ist Frank Buchholz überzeugt, dass die Behandlung von HIV-Patienten nicht die einzige Gentherapie mit den heilenden Enzymen bleiben wird. Rekombinasen könnten auch in anderen Therapien zum Einsatz kommen, die bisher auf CRISPR/Cas gründeten, sagt er. Zwar sei ihre Entwicklung aufwendiger, doch der genetische Code, den sie erzeugten, lasse sich eben im Gegensatz zur CRISPR-Methode zuverlässig vorhersagen.

Ein Grund für den Optimismus des Forschers ist außerdem, dass ein zweites Problem der Ursprungs-Rekombinase aus dem Phagen P1 – neben der Anpassung der Erkennungsstellen – heute als gelöst gilt. Denn dieses Enzym bindet bekanntlich nur an spiegelbildlich



Der Molekularbiologe Frank Buchholz glaubte trotz CRISPR-Hype an die Rekombinasen. Der Schritt vom Labor in die Klinik steht kurz bevor.

angeordnete Erkennungsstellen (T-E-X-T beziehungsweise T-X-E-T). „Das schränkte die Anwendung der Rekombinasen lange sehr ein, weil es Erkennungsstellen mit dieser Besonderheit selten im menschlichen Genom gibt“, sagt Anne-Kristin Heninger, Molekularbiologin und Geschäftsführerin von Seamless Therapeutics, dem zweiten Start-up aus Buchholz' Gruppe. Erst 2020 gelang es, aus zwei mittels künstlicher Evolution erzeugten Rekombinasen ein Enzym zu entwickeln, das auch zwei vollkommen unterschiedlich aufgebaute Erkennungsstellen akzeptiert, T-E-X-T und W-O-R-T beispielsweise. Damit steht nun aus Heningers Sicht ein perfektes Werkzeug für Therapien verschiedenster genetischer Erkrankungen zur Verfügung – etwa das

schwere Nervenleiden Chorea Huntington, bestimmte Krebserkrankungen oder einige Formen der Demenz.

HILFE DURCH KI

Seamless Therapeutics entwickelt jedoch keine Therapien, sondern will Pharma- und Biotechunternehmen mit Rekombinasen beliefern, genauer gesagt mit den entsprechenden Gen-Codes. Erst Anfang des Jahres ist es an den Start gegangen und hat im März schon 12,5 Millionen Euro Startkapital eingesammelt. Die unternehmenseigene Enzym-Bibliothek umfasst bereits einige Hunderttausend Rekombinasen. Bei der Entwicklung hat eine Künstliche Intelligenz geholfen, die die Strukturen der Enzyme abhängig vom he-



Jenna Hoersten und Felix Lansing entwickeln neue Rekombinasen mit KI. Die genetischen Codes liefern sie an Pharmafirmen und Forschungsinstitute.

rauszuschneidenden genetischen Code ein Stück weit vorher sagen kann. Die Einschätzungen der KI werden bei der Auswahl der bestangepassten Enzyme für den nächsten Evolutionszyklus berücksichtigt. „Das beschleunigt den Entwicklungsprozess der Rekombinasen sehr“, sagt Heninger.

So groß das therapeutische Potenzial der Rekombinasen auch sein mag: Noch ist unklar, wie gut sie für die Praxis taugen. „Es heißt zwar, die Rekombinasen hätten keine unerwünschten Off-target-Effekte, schneiden also nicht versehentlich an anderen Stellen im Genom. Das muss aber in Studien erst noch gezeigt werden“, sagt Toni Cathomen, Professor für Zell- und Gentherapie an der Uni Freiburg, der an Zell- und Gentherapien, nicht aber an Rekombinasen forscht. CRISPR/Cas und weitere Instrumente zur Gentherapie, vorrangig verschiedene Nukleasen, würden hingegen schon heute in zahlreichen klinischen Studien am Menschen geprüft. „Eine weitere Herausforderung ist, eine ausreichend große Zahl an Zellen gentherapeutisch zu verändern“, gibt der Molekularbiologe zu bedenken. Denn wenn sich nur ein kleiner Anteil der erkrankten Zellen aus dem Körper entnehmen und korrigieren lässt, hat diese Zellspende es später schwer, sich gegen die Übermacht an erkranktem Restgewebe durchzusetzen.

Die ersten Therapien würden sich daher voraussichtlich gegen genetisch bedingte Erkrankungen des Blutes und der Leber richten, weil sich dort bereits eine große Zahl an Zellen gentherapeutisch korrigieren lasse, glaubt Cathomen. Schließlich verfügen die Forschenden inzwischen über Lipidpartikel, die in nahezu jede Leberzelle eindringen können und diese, beladen mit mRNA zur Produktion der Rekombinase, in großer Zahl gentherapeutisch korrigieren können. Krankheiten des Blutes wiederum sind gut geeignet, weil es einfach ist, Blut zu entnehmen, Blutzellen zu Stammzellen umzuprogrammieren und diese mit Rekombinasen zu korrigieren.

Tatsächlich verfolgt Frank Buchholz an der TU Dresden schon konkrete Pläne für eine Rekombinase-Therapie der Blutgerinnungsstörung Hämophilie A. Betroffenen fehlt der sogenannte Blutgerinnungsfaktor VIII und ihr Leidensdruck ist hoch. Ihre Gelenke können sich über die Zeit schmerhaft entzünden und es können lebensbedrohliche innere Blutungen auftreten. Menschen mit Hämophilie A müssen ihr ganzes Leben lang mehrmals wöchentlich den Blutgerinnungsfaktor VIII aus Blutplasmaspenden als Infusion zugeführt bekommen. 2022 aber war dieses lebenswichtige Therapeutikum so knapp, dass viele Patienten um ihre Versorgung bangen mussten.

Rekombinasen könnten helfen, glaubt Buchholz. Denn bei etwa der Hälfte der Betroffenen sind die 140 000 Basenpaare in jenem Gen, das den Faktor VIII produziert, lediglich falsch herum angeordnet. Und Buchholz' Arbeitsgruppe konnte mittels künstlicher Evolution in den letzten Jahren eine Rekombinase namens RecF8 entwickeln, die das fehlerhafte Gen umdreht. Schon bald wollen die Forschenden die Sicherheit und Verlässlichkeit des Werkzeugs an Mäusen testen. In vielen Jahren Arbeit haben sie dafür „Hämophilie-Mäuse“ entwickelt, die den gleichen Gendefekt haben wie menschliche Patienten.

In isolierten Leberzellen von Hämophilie-Patienten ist die Korrektur bereits in einem Drittel der Zellen gelungen. „Wir wissen aus genetischen Untersuchungen, dass es ausreicht, wenn nur fünf Prozent der Zellen den Blutgerinnungsfaktor produzieren, um ganz schwere Formen der Erkrankung abzuwenden. Dann braucht man nicht mehr so viele Medikamente“, gibt sich der Forscher zuversichtlich.

Ob sich seine Hartnäckigkeit am Ende auszahlt und Patienten künftig von Rekombinase-Therapien gegen HIV und Hämophilie profitieren werden, bleibt abzuwarten. Fallen die anstehenden Tests positiv aus, wird das neue Hoffnungen wecken. ●

Kampf der Giganten

An dieser Stelle blicken wir zurück auf frühere Artikel aus der MIT Technology Review, die heute wieder aktuell sind. Diesmal: Microsoft vs. Google. – Wolfgang Stieler

Manchmal ist Technology Review einfach ein bisschen früh dran. So wie im Februar 2005, als wir davon berichteten, dass Microsoft Google auf seinem ureigenen Feld schlagen könnte: dem Suchmaschinenmarkt. Damals war Google noch der – sympathische – Newcomer. Ein Start-up, das es geschafft hatte, mit ein paar guten Ideen, vielen Linux-Computern und noch mehr Willen zur Weltverbesserung innerhalb weniger Jahre rasant aufzusteigen.

Vor allem hat Google gezeigt, wie man mit diesem Geschäft jede Menge Geld verdienen kann. Und das rief Microsoft auf den Plan: Der Konzern schien die besten Jahre hinter sich zu haben und war auf der Suche nach neuen Geschäftsfeldern. Neben der Internet-Suche, vermutete TR damals, sei das vor allem die Suche in den riesigen, unerschlossenen privaten Datenbeständen von Unternehmen – und in Audio- und Videodateien. Genau das Richtige also für ein Unternehmen, das den Markt für Office-Software beherrscht.

2006 stellte Microsoft tatsächlich seine eigene Suche vor, Windows Live Search. Die kennt heute wohl kaum noch jemand, da Microsoft sie 2009 durch Bing abgelöste. Doch Bing blieb hinter den Erwartungen zurück und kam nur auf einen Marktanteil von unter zehn Prozent. Auch der Markt für Offline-Suchmaschinen blieb ziemlich überschaubar und die Suche in audiovisuellen Dateien erwies sich als viel schwieriger als ursprünglich gedacht. Google konnten die Microsoft-Dienste zu dem Zeitpunkt nicht das Wasser reichen.

14 Jahre später nimmt Microsoft erneut Anlauf, um Google vom Thron zu stürzen. Jetzt mithilfe von KI. Im Februar 2023 startete der Konzern eine Beta-Version von Bing, die auf ChatGPT von Open-AI zugreift, um Fragen zu beantworten.

Ähnlich wie ChatGPT erlaubt die Software dabei auch Nachfragen und lässt sich auf Diskussionen ein. Anders als ChatGPT verlinkt der Bing-Chatbot aber auch die jeweiligen Webseiten, in denen er Bestandteile der Antworten gefunden hat.

Diese Form der Suche eignet sich vor allem für Probleme und Fragen, die sich nicht einfach durch Stöbern in den Ergebnissen einer klassischen Suchmaschinen-Abfrage beantworten lassen – etwa weil die gefundenen Dokumente die Frage jeweils nur zum Teil oder nur unter bestimmten Aspekten beantworten. Die generative KI kann solche Bruchstücke zu einer in sich geschlossenen Antwort zusammensetzen. Obwohl der Bing-Chat mit seinen Ergebnissen immer mal wieder kräftig daneben liegt, setzte Microsoft den Plazhirsch Google damit kräftig unter Druck.

Dieser Druck hat möglicherweise zu einer verfrühten Einführung von Googles eigenem Chatbot Bard geführt. Besonders in Deutschland erntete die KI-gestützte Suche von Google mit Bard viel Hohn und Spott: Fragte man Bard etwa nach den neusten Nachrichten von heise online, dann antwortete die Software, die Ampelkoalition plane eine „Impfpflicht ab Herbst 2023“. Und auf die Frage „Wie flach ist die Erde?“ widerspricht Bard nicht, sondern weicht lieber aus: „Ich kann hier nicht weiterhelfen.“ Der Fairness halber muss man allerdings ergänzen, dass derzeit keine KI-gestützte Suchmaschine wirklich verlässliche Ergebnisse liefert. Auch Bing nicht.

Das Suchmaschinen-Duell wird vermutlich für sich entscheiden, wer seiner KI-Suchmaschine zuerst abgewöhnen kann, zu halluzinieren. Aber nicht nur. Sein Ausgang wird vor allem davon abhängen, wer ein neues, tragfähiges Business-Modell für die Internet-Suche findet. Wieder mal. ●



TR 2/2005: Kann Google sich gegen Microsoft behaupten?

Flüssiger Wind für Europa

In Südchile startet die weltweit erste fast CO₂-neutrale Benzinproduktion aus Windkraft. Ein Besuch. – Matthias Lauerer

Schon am Flughafen zerrt eiskalter Wind an der Kleidung und rüttelt am Nervenkostüm. Hier, vier Flugstunden von Santiago de Chile entfernt, bläst er im Schnitt mit 35 Kilometern pro Stunde, in der Spur werden es auch mal orkanartige 120 km/h. Selbst die Bäume beugen sich der mächtigen Himmelskraft und wachsen mitunter im 90-Grad-Winkel.

Dieser Wind ist eine Ressource, die auch im 14.000 Kilometer entfernten Deutschland Interesse weckt. Mit Geld von Porsche und dem Bundeswirtschaftsministerium ist tief im Süden Patagoniens eine Pilotfabrik für E-Fuels entstanden. Sie heißt „Haru Oni“ (windgepeitschtes Land). Sieht man sich das 5,7 Hektar große Fabrikgelände per Drohne von oben an, wirkt es ganz so, als hätte ein Riese ein paar Legosteine einfach so in die Pampa geworfen. Hier soll im Oktober die jährliche Produktion von 130.000 Litern synthetischem Benzin beginnen.

Diese 130.000 Liter sind – im Vergleich zum gesamten deutschen Benzinverbrauch von etwa 22 Milliarden Litern im Jahr 2022 – erst einmal nicht mehr als ein Tropfen im Tank. Doch wichtiger als die reine Menge ist das Prinzip: Die Anlage soll zeigen, dass es technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist, den Sprit für deutsche Autofahrer auf der anderen Seite der Erde zu produzieren.

Das Thema ist politisch aufgeladen. Kritiker verweisen auf den niedrigen Wirkungsgrad der E-Fuel-Herstellung und argumentieren: Würde man die gleiche Menge Strom direkt in ein Elektroauto speisen, käme man damit 700 Kilometer weit. Mit E-Fuels läge die Reichweite bei nur 100 Kilometern. Doch die Befürworter kontern, der riesige Bestand an Verbrennungsfahrzeugen sei nun einmal da und lasse sich nur durch E-Fuels dekarbonisieren.

Porsche lässt sich die ersten 130.000 Liter per Tanker nach Europa liefern. Der Autohersteller dürfte ein besonderes Interesse an der Versorgung des Verbrennerbestands haben, denn allein das Modell 911 liegt mit knapp 22.000 Exemplaren auf Platz fünf der deutschen Oldtimer-Zulassungsliste. Und den meisten der zahlungskräftigen Kunden käme niemals in den Sinn, ihre schnieken, luftgekühlten Klassiker gegen ein E-Auto einzutauschen. Dann lieber ein paar Euro mehr für klimaneutralen Sprit zahlen. Doch zunächst werden die in Haru Oni produzierten Chargen im Motorsport landen. „Der vielleicht größere Anteil Porsches liegt in der Außenkommunikation, mit der Verwendung des Treibstoffes in Marken-Cups und den Veranstaltungszentren der Porsche Experience“, schreibt Heise Autos dazu.

© Copyright by Heise Medien.



An der Südspitze Chiles können es Windkraftanlagen auf gut 6000 Vollaststunden im Jahr bringen. Auf der Nordsee sind es nur 3200 Stunden.



Die 5,7 Hektar große Fabrik soll zeigen, dass es technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist, den Sprit für deutsche Autofahrer auf der anderen Seite der Erde zu produzieren.

In Haru Oni ist es kein 911er, der die Qualität des Wind-Kraftstoffs unter Beweis stellen soll. Zur Demonstration ließ der Sportwagenbauer im Frühjahr einen Panamera Turbo S E-Hybrid zusammen mit einem halben Dutzend anderer Wagen aus Deutschland anschippern. Bei wolkenfreiem Himmel und starkem Nordostwind rollt der Wagen zur Tankstelle auf dem Gelände. Gluckernd rinnt der Kraftstoff in den Tank, der so riecht

und aussieht wie herkömmlicher Sprit. Auch eine Tour durch den „Torres del Paine“-Nationalpark verläuft ohne besondere Vorkommnisse. Die Botschaft dahinter: Wenn ein solches Auto problemlos damit fahren kann, funktioniert es auch in Millionen konventioneller Fahrzeuge.

Rodrigo Delmastro, Geschäftsführer der chilenische Betreiberfirma „Highly Innovative Fuels“ (HIF Global): „Unser Kraftstoff ist mit bisherigem Ben-

zin weitgehend identisch, enthält aber keine Schwermetalle, wie sie aus der Raffination von Öl stammen.“

VOM WIND ZUM WASSERSTOFF

Sicher, mit Strom lässt sich guter Treibstoff produzieren, doch die Frage lautet: Wie sinnvoll ist das?

Die Technik ist jedenfalls gut erforscht. Am Anfang steht der Wind. Auf

dem Gelände wurde eigens eine 150 Meter hohe Windkraftanlage von Siemens-Gamesa mit 3,5 Megawatt Leistung errichtet. An der Südspitze Chiles können es Windkraftanlagen auf gut 6000 Vollaststunden im Jahr bringen. Auf der Nordsee sind es laut Statista nahe der Küste nur rund 3200 Stunden.

Die Windböen lassen während der Begehung die obligatorischen weißen Sicherheitshelme zittern und die orangefarbenen Sicherheitswesten flattern, während sich die drei mächtigen Rotorblätter mit einem lauten Surren über einem drehen.

Vor Ort fällt vor allem die mächtige Elektrolyseeinheit ins Auge. Dort spaltet der Windstrom Wasser per Elektrolyse in Sauerstoff und Wasserstoff. In Haru Oni kommt als Elektrolytator das Modell Silyzer 200 von Siemens Energy zum Einsatz. Das Gerät besitzt allerdings lediglich eine Kapazität von 20,7 Kilogramm grünem Wasserstoff pro Stunde. Für ein Demonstrationsprojekt wie dieses reicht das zunächst aus. Der Elektrolytator arbeitet mit einer Protonen-Austausch-Membran (PEM) zwischen Anode und Kathode. Diese lässt Protonen passieren, aber keine Gase und Elektronen. Der Vorteil der PEM-Elektrolyse gegenüber anderen Verfahren: Sie arbeitet auch gut unter Teillast – also bei wechselnden Windverhältnissen, wie sie in Patagonien vorherrschen – und erzeugt hochreinen Wasserstoff. Zudem entsteht bei der Produktion „keine Kalilauge“ und die Elektroden seien langlebig, wie es vom Hersteller heißt.

Die Region Patagonien ist nicht nur wind-, sondern auch sehr regenreich. Der aktuelle Wasserbedarf der Pilotanlage lässt sich daher durch den Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung decken. Steigt der Wasserbedarf in den nächsten Projektphasen, soll eine Meerwasserentsalzungsanlage einspringen. Um den Wasserbedarf zu senken, ist zudem geplant, Kondensate aus der Fabrik aufzufangen und wieder in den Wasserkreislauf einzuspeisen.

VOM WASSERSTOFF ZUM METHANOL

Nicht weit von der hohen Windkraftanlage entfernt, wirken die drei weißen Methanol tanks, an denen sich gelbe Metalltreppe nach oben winden, fast wie Spielzeug. Später, wenn die Anlage mit der Produktion beginnt, wird sich in die Klangkulisse noch der Lärm großer Ventilatoren einreihen, die die Umgebungsluft in eine Anlage befördern, die CO₂ aus der Luft fängt. Dieses „Direct Air Capturing“ übernehmen Geräte des Herstellers Global Thermostats. In ihnen befinden sich poröse Keramikwaben mit einem trockenen chemischen Sorptionsmittel auf Aminbasis, das die Kohlendioxid-Moleküle bindet. Um sie wieder auszutreiben, werden die Waben auf 85 bis 100 Grad erhitzt. Das Ergebnis ist 98 Prozent reines CO₂.

Diese Kohlendioxid-Gewinnung ist ein entscheidendes Element für die E-Fuel-Produktion. Sie sorgt einerseits dafür, dass der gesamte Kohlenstoff, der später verbrannt wird, zuvor aus der Luft geholt wurde. Andererseits verbraucht sie aber auch viel Energie für die riesigen Ventilatoren und die Regeneration des Sorptionsmittels. Wie viel Energie pro Tonne CO₂ die Anlage dafür einsetzt, darüber wollte der Betreiber keine Angaben machen. Jedenfalls stamme die Energie dafür ebenfalls von der Windkraftanlage. Damit wäre sie im Wesentlichen tatsächlich CO₂-neutral, wenn man mal für die Energie zum Transport um den halben Globus absieht.

Aus Kohlendioxid und Wasserstoff erzeugt die Anlage im nächsten Schritt Methanol. Das Verfahren in Haru Oni basiert auf einer Entwicklung des Katalysator-Herstellers John-

son Matthey. „Die Methanolsynthese aus CO₂ und H₂ wird bereits seit längerem industriell praktiziert, auch wenn es noch keine sehr großen Anlagen gibt“, sagt Roland Dittmeyer, Direktor am Institute for Micro Process Engineering am Karlsruhe Institute of Technology.

VOM METHANOL ZUM BENZIN

Um aus diesem Methanol dann letztlich noch Benzin herzustellen, wird es durch eine Batterie von Wärmetauschern verdampft und dann in einen sogenannten Wirbelschichtreaktor geleitet, wo sich die kurzen Methanol-Moleküle zu langen Kohlenwasserstoffketten verknüpfen – vulgo: zu Leicht- und Schwerbenzin. Nachbehandelt, gemischt und mit diversen Additiven versehen, entsteht handelsübliches Super mit 97 Oktan.

Die meisten Verarbeitungsschritte sind in der Industrie bereits erprobt. In Haru Oni seien aber erstmals „die notwendigen technologischen Komponenten, von der Windkraftanlage über Elektrolyse, Methanol-Synthese bis zur Benzin-Synthese, integriert“, teilt Siemens mit. „Die Anlage läuft quasi im Inselbetrieb und liefert bereits das fertige Endprodukt.“

Dittmeyer bestätigt das: „Die Anlage integriert im Prinzip alle Schritte des Verfahrens, wobei man bei der Integration



An den Bäumen im Süden Patagoniens erkennt man: Wind ist hier eine reichlich vorhandene Ressource.

noch nicht alle Register zieht, die man bei größeren Anlagen ziehen würde, um die Energieeffizienz nach oben zu treiben. Das Ganze ist aber ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer ersten industriellen Produktionsanlage.“

Diese schafft übrigens in der Betriebs- und Wartungsphase 46 direkte und 253 indirekte Arbeitsplätze in der wenig besiedelten Region. Darüber hinaus wird an der Universidad

„Für den weltweiten Bedarf bräuchte man rund 5000 solcher Anlagen.“



Ein roter Porsche Panamera soll demonstrieren, dass der Sprit etwas taugt.

Die E-Fuel-Fabrik integriert alle Produktions-schritte vom Wind-strom bis zum ferti- gen Benzin.



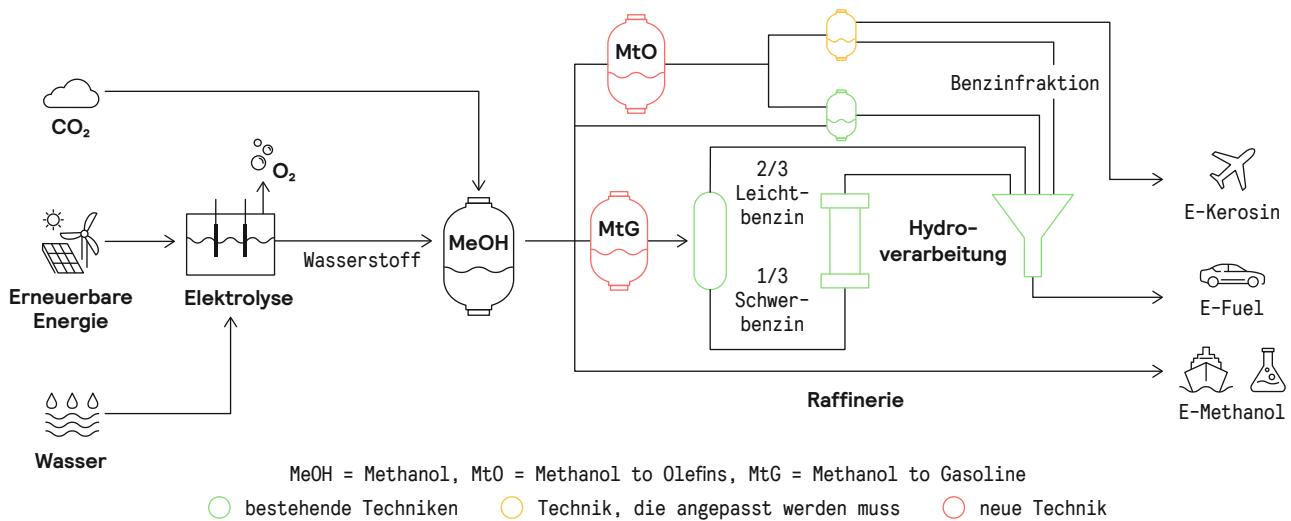
de Magallanes ein Testlabor für synthetische Kraftstoffe eingerichtet. Dort sollen acht Menschen arbeiten, wie es in einer Studie der Inter-American Development Bank aus dem März 2022 heißt.

DIE KOSTENFRAGE

Und der Preis? Wie teuer ein Liter Super aus der Pilotanlage in Haru Oni sein wird, will man dort nicht verraten. Günstig ist das alles jedenfalls nicht. So stiegen allein die Baukosten der gesamten Testanlage von geplanten 55 auf 69 Millionen Euro an. 8,23 Millionen davon gab das Bundeswirtschaftsministerium im Rahmen der Nationalen Wasserstoffstrategie dazu. Porsche beteiligte sich vor gut einem Jahr mit 75 Millionen Dollar an HIF Global. Weitere Partner sind Siemens Energy, Enel Green Power, ExxonMobil und ENAP Empresas Gasco.

Die Kosten dürften sinken, wenn die Produktion ausgebaut wird. Bereits 2026 soll eine größere Fabrik namens HIF Cabo Negro in elf Kilometern Entfernung 66 Millionen Liter jährlich produzieren. 2028 sollen es 550 Millionen Liter werden. 230 000 Tonnen CO₂ will man dann jährlich aus der Luft fischen. Dazu wird auch eigens der neue Windpark „Faro del Sur“ aufgebaut. Es sind 65 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 300 Megawatt.

Ähnliche Anlagen plant HIF in den USA und Australien. Auch das kalifornische Start-up Infinium will ein großes E-Fuel-Werk in Texas bauen. Geldgeber dahinter: Mitsubishi Heavy Industries und Amazon. Statt CO₂ aus der Luft will es dazu 18 000 Tonnen recycelten Kohlenstoffabfall nutzen. Über de-



Das Zwischenprodukt Methanol kann, muss aber nicht zu Benzin weiterverarbeitet werden.

Es lässt sich auch direkt nutzen oder zu Flug-Kerosin verarbeiten.

ren exakte Herkunft schweigt man sich noch aus. Und Ende Juli gaben die deutsche PNE-Gruppe und die S.E.T. Select Energy GmbH bekannt, bis zu 500 000 Tonnen E-Fuels an der Westküste Südafrikas erzeugen zu wollen. Windparks und Fotovoltaik-Anlagen sollen einen Elektrolyseur mit einem Gigawatt Leistung versorgen.

Für den weltweiten Bedarf bräuchte man allerdings rund 5000 solcher Anlagen. „Bisher hat mir noch niemand die Frage beantworten können, wo diese Anlagen stehen und bis wann sie die benötigten Mengen liefern werden“, sagt Maximilian Fichtner, geschäftsführender Direktor des Helmholtz-Instituts Ulm für Elektrochemische Energiespeicherung.

Insgesamt sind weltweit derzeit lediglich 60 E-Fuels-Projekte angekündigt, und von denen ist auch nur ein Prozent „mit einer finalen Investitionsentscheidung gesichert“, wie die Analyse „E-Fuels – Aktueller Stand und Projektionen“ des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) im März 2023 ermittelt hat (heise.de/s/3pkE). Alle weltweit laufenden Projekte entsprächen zusammen nur etwa zehn Prozent der „unverzichtbaren E-Fuel-Bedarfe Deutschlands“.

Wenn sich die Herstellung von E-Fuels mit „Direct Air Capturing“ – also der CO₂-Gewinnung direkt aus der Luft – in industriellem Maßstab etabliere, rechne das PIK mit Herstellungskosten von etwa zwei Euro pro Liter. Langfristig sei ein Preis von „unter einem Euro“ denkbar.

MAXIMALER NUTZEN

Angesichts dieser Knappheit stellt sich die Frage, wo die E-Fuels den größten Hebel zur Dekarboni-

sierung entfalten. Batterieforscher Fichtner glaubt nicht, dass „E-Fuels in PKWs eine größere Rolle spielen werden“ – schon allein deshalb, weil sie einen um ein Drittel größeren Klima-Fußabdruck haben als batterieelektrische Fahrzeuge und weiterhin Ruß, Stickoxide und Lärm verursachen. „Da gibt es klimaschonendere und effizientere Lösungen – die zudem bereits vorhanden sind“, sagt Fichtner. „Wir werden diese Treibstoffe als einzige mögliche Option in Anwendungen benötigen, die aus heutiger Sicht nicht elektrisch betreibbar sind, also in Schiffen oder Flugzeugen.“

Aber auch für solche Fälle könnte Haru Oni Modell stehen. Lässt man die letzten Schritte der Benzin-Synthese weg, könnten solche Fabriken das Zwischenprodukt Methanol auch direkt exportieren, etwa zum Antrieb von Schiffen oder als Grundstoff für die chemische Industrie. Oder es zu Flug-Kerosin weiterverarbeiten.

Auf diese Weise würden Industriestaaten von Wind und Sonne in anderen Gegenden profitieren. Doch wäre es nicht sinnvoller, die erneuerbaren Energien vor Ort zu nutzen, um erst einmal die lokale Stromerzeugung zu dekarbonisieren? Dem Weltklima wäre schließlich wenig damit geholfen, wenn deutsche Porschefahrer zwar CO₂-neutral mit E-Fuels aus Patagonien unterwegs sind, Chile selbst aber seinen Strom noch mit fossilen Kraftwerken erzeugt. Im Fall von Haru Oni zumindest ist dieser Einwand unberechtigt: Die dünn besiedelte Region lässt sich nicht an das chilenische Stromnetz anschließen, weil die Anden im Weg stehen. Mit anderen Worten: Würden dort keine Fabriken für flüssige Energieträger errichtet, würde der ganze schöne Wind gar nicht genutzt. ●

Projektziel: Zeigen, dass es nicht geht

Vor 40 Jahren ging die damals größte Windkraftanlage der Welt in Betrieb – und geriet zum Desaster. – Gregor Honse1

100 Meter Nabenhöhe, 50 Meter lange Rotorblätter, drei Megawatt Leistung: Auf den ersten Blick könnte Growian als Urahns aller heutigen Windräder durchgehen. Tatsächlich aber demonstrierte die „Großwindanlage“ sehr überzeugend, wie man es nicht macht. Und das war vielen damals ganz recht.

Ihre Geschichte reicht bis zur Ölkrise in den frühen Siebzigern zurück. Um die Abhängigkeit von Ölimporten zu verringern, schrieb die Bundesregierung einen Forschungsauftrag für das größte Windrad der Welt aus. Da kein Energieversorger in die Anlage investieren wollte, übernahm das Forschungsministerium selbst den größten Teil der Kosten in Höhe von 90 Millionen D-Mark. Den Auftrag zum Bau erhielt MAN. Als Betreiber hatten sich die Stromkonzerne HEW, RWE und Schleswag „eher widerwillig“ zusammengeschlossen, wie der WDR notiert. Sie wollten sich ungern das Geschäft mit konventionellen Kraftwerken kaputt machen. Die Projektleitung übernahm die Kernforschungsanlage Jülich.

Aus ihrer mangelnden Motivation machten die Beteiligten keinen Hehl. „Wir wissen, dass es uns nichts bringt, aber wir machen es, um den Befürwortern der Windenergie zu zeigen, dass es nicht geht“, sagte der damalige Forschungsminister Hans Matthöfer (SPD). Ein ähnliches Zitat wird auch RWE-Vorstandsmitglied Günther Klätte zugeschrieben: Growian sei ein „pädagogisches Modell, um Kernkraftgegner zum wahren Glauben zu bekehren“.

Am 6. Juli 1983 drehte sich die Anlage am Kaiser-Wilhelm-Koog nahe Brunsbüttel zum ersten Mal. Und es kam, wie es kommen musste: Das Projekt wurde zum Desaster. Am Anfang einer gan-

zen Kette von Fehlentscheidungen stand die Vorgabe, die Anlage müsse sich ohne Kran errichten lassen. Also musste die Gondel am Mast nach oben gefahren werden. Das ging nur mit einem entsprechend schmalen Mast. Um den Belastungen standzuhalten, musste er mit Drahtseilen abgespannt werden. Das wiederum erhöhte die Gefahr, dass die Rotoren mit der Verspannung kollidierten, wenn sie sich bei starkem Wind durchbogen. Deshalb ließen die Ingenieure den Rotor auf der windabgewandten Seite laufen. Daraus folgte, dass jedes Rotorblatt bei jeder Umdrehung in den Windschatten des

Großwindanlage „Growian“ an der Schleswig-Holsteiner Küste. Im Hintergrund zwei Windmess-Masten.



Turms geriet, was heftige Schwingungen verursachte – verstärkt durch die Tatsache, dass sich die Entwickler für zwei statt der heute üblichen drei Rotorblätter entschieden hatten.

Der zentrale Geburtsfehler war aber die schiere Größe. In Dänemark hatte man zwar schon viel Erfahrung mit Windrädern gesammelt, aber die hatten meist nur wenige Kilowatt Leistung. Wollte man mehr, stellte man halt viele davon auf. Die Deutschen wollten aber gleich, ohne Zwischenschritte, das ganz große Rad drehen. „Als hätte man Otto Lilienthal nach seinen ersten Flugversuchen mit dem Bau eines Überschalljets beauftragt“, kommentierte die Zeit seinerzeit.

In vier Jahren ist Growian insgesamt nur 17 Tage gelaufen. Als 1985 dann wegen Materialermüdung zehn Millionen Mark an Sanierungskosten anstanden, stoppte der damalige Forschungsminister Heinz Riesenhuber (CDU) das Projekt. 1987 wurde die Anlage abgerissen.

Immerhin: Eines hatte man daraus gelernt. Solch große Anlagen lassen sich nicht auf Kommando entwickeln, sondern nur evolutionär. Am selben Standort folgte schon 1987 ein Forschungs-Windpark für „Kleinwindanlagen“ mit 10- bis 15-Meter-Rotoren und Leistungen im zweistelligen Kilowatt-Bereich. Von dort tasteten sich die Ingenieure langsam voran. Und als das EEG Anfang der 2000er eine feste Einspeisevergütung für Windstrom einführte, erwachte auch das wirtschaftliche Interesse der Betreiber. Wenige Jahre später kamen die ersten praxistauglichen Anlagen in Growian-Größe auf den Markt. Seitdem ging es stetig weiter. Heute leisten die größten Offshore-Windräder mehr als das Fünffache von Growian. ●

Unsere Tops und Flops

2003 erschien die erste deutschsprachige Ausgabe der MIT Technology Review, dem Magazin des Massachusetts Institute of Technology. Folgen Sie uns durch die Treffer und Irrtümer aus zwei Jahrzehnten Technikjournalismus. – Gregor Honsel

Im Januar 2005 warnten wir vor einem „ganz neuen Virus, das auf den Menschen überspringt und unserem Immunsystem noch vollkommen unbekannt ist und das sich dann besonders schnell ausbreiten kann“. Ein solcher Kandidat wäre zum Beispiel das Vogelgrippevirus H5N1 – oder ein anderes Virus, das „aus dem Hinterhalt schießt“, schrieben wir. „Wie damals bei SARS, nur sehr viel aggressiver.“ Wenn sich ein solcher „Seuchen-GAU“ ereigne, passiere er schnell. „So schnell, dass man einen guten Plan in der Tasche haben sollte. Vor allen Dingen

aber eine wirksame Waffe. Am besten einen Impfstoff.“

Wir erinnern uns: Auch das Coronavirus gehört, wie die offizielle Bezeichnung SARS-CoV-2 schon nahelegt, zur SARS-Familie. Hat die TR also immer schon alles vorher gewusst? Gemach. Erstens ist es vergleichsweise einfach, aus einem Fundus von mittlerweile 20 Jahren passende Prognosen herauszusuchen. Zweitens waren wir damals nicht die Einzigsten, die auf eine drohende Pandemie aufmerksam machten. Und drittens liegen wir auch ziemlich oft daneben.

© Copyright by Heise Medien.

Das zwanzigjährige Jubiläum der deutschen TR-Ausgabe ist eine gute Gelegenheit, sich die alten Prognosen noch einmal vorzunehmen. Diese sind nicht nur von historischem Interesse: Der Blick zurück hilft, den Blick voraus besser zu kalibrieren. Er gibt uns ein Gefühl dafür welche Trends wir – und andere – gerne unter- oder überschätzen, wo blinde Flecken lauern, wo sich die Geschichte wiederholt, wo Trends schneller oder langsamer ablaufen als erwartet, was wirklich disruptiv ist und was nur Hype.

VIREN

Auftritt Christian Drosten

„So schnell kam noch kein Virus-Test auf den Markt“, schrieb MIT Technology Review 2003 in einer Geschichte über die Lungenkrankheit SARS. In „Rekordzeit“ habe das Hamburger Unternehmen Artus den „weltweit ersten Schnelltest auf den Markt gebracht, der den Erreger binnen Stunden in einer Probe Patientenspucke ausfindig machen kann“.

Warum Ihnen der Name Artus nichts sagt? Weil Artus, ein Spin-off des Bernhard-Nocht-Instituts für Tropenmedizin (BNI), zwei Jahre später von Qia-

gen übernommen wurde. Der damals beschriebene Test aber sollte später noch eine wichtige Rolle spielen. Und noch ein weiterer Protagonist der damaligen Geschichte dürfte Ihnen bekannt sein: Ein gewisser Christian Drosten, damals noch beim BNI beschäftigt. „Schneller als die Artus-Forscher war nur Drosten“, hieß es in unserer Geschichte.

„Der Mediziner bekam am 22. März kultivierte SARS-Viren und begann zu arbeiten. Vier Tage später präsentierte er einen molekularbiologischen Test, mit dem sich eine SARS-Infektion nachweisen lässt.“ Sein „Gesellenstück“ verschaffte Drosten Aufsätze in renommierter Fachjournals und Jobangebote aus aller Welt.

„Schneller war nur Drosten.“

VERNETZUNG

Von der Kuriositätsammlung zum iPhone

Wer sich einen Text über „Mobiltelefone“ von 2004 durchliest (den Begriff „Smartphone“ gab es noch nicht), dürfte kaum ahnen, dass schon drei Jahre später das erste iPhone auf den Markt kommen sollte. Der Text steigt ein mit einem Usability-Test für Tasten und beklagt, dass die Geräte immer kleiner und gleichzeitig mit Features überladen werden. „Nach Jahren quasi automatischen Wachstums muss sich die Industrie jetzt richtig anstrengen, um die längst grundversorgte Kundschaft bei Kauflaune zu halten“, schrieben wir damals. „Der Funktionsumfang von Mobiltelefonen ist dadurch fast schon zur Kuriositätsammlung geraten: Spiele, Fotoapparat, Videokamera, Diktiergerät, Minisynthesizer, Taschenfernseher – und wann kann man per Vibrationsalarm die Milch aufschäumen?“

Geräte mit Bluetooth und WLAN kamen damals gerade auf den Markt. Spätestens in der „zweiten Hälfte des Jahrzehnts“ werde das Mobiltelefon aber wieder, prophezeiten wir, „in erster Linie als Funkgerät fungieren. Wie eine universelle Fernbedienung für die Welt wird es seinen Träger drahtlos auf alle erdenklichen Geräte und Systeme zugreifen lassen. Vernetzt mit Unterhaltungselektronik, mit Garagentoren, Supermarktkassen und medizinischen Datenbanken soll es künftig verbinden, messen, steuern, abrufen und bezahlen:

Aus dem überladenen Fernsprecher wird ein handlicher Konnektor“. Und mit UMTS werde es „selbstverständlich, unterwegs im Web zu surfen oder E-Mails zu lesen.“ 2007 kamen dann das iPhone und die Apps. Der Rest ist Geschichte.

Wenig später, im Juli 2010, berichteten wir über eine weitere Umwälzung aus dem Hause Apple: das iPad.

TR 7/2010: Nachrichten vom Tod des PCs waren stark übertrieben.



„Der PC, das bewährte Arbeitstier der vergangenen 20, 30 Jahre, wird an Bedeutung verlieren“, schrieben wir damals. Und Microsoft-Chef Steve Ballmer sagte: „Ich glaube, wir werden 2010 einst als das Jahr sehen, in dem wir begonnen haben, statt Maus und Tastatur natürliche Formen der Bedienung einzusetzen“ – womit er wohl vor allem Wisch- und Zeigegesten auf einem Touchscreen meinte.

Beides war offenbar voreilig – zumindest, wenn man nicht nur den Desktop-PC betrachtet, sondern auch Notebooks. 2022 kauften deutsche Privatnutzer laut *Home Electronics Market Index* etwa gleich viele PCs und Notebooks wie Tablets. International rechnen die Marktforscher von IDC gar damit, dass der Umsatz mit Desktop-PCs und Notebooks in den kommenden Jahren mehr als doppelt so hoch bleiben werde wie der von Tablets.

Aber eigentlich ging es bei der Geschichte gar nicht nur um Hardware. „Heimarbeit wird normal“, schrieben wir 2010, und welche Geräte für welche Aufgaben genutzt werden, werde zunehmend zweitrangig. „Weil die Geräte ohnehin immer online sind, holen sie sich die Daten dann, wenn sie gebraucht werden. Selbst Anwendungen und Programme werden bald nicht mehr einzeln auf jedem Gerät installiert, sondern laufen zentral auf einem Server.“ So ist es dann auch gekommen.

VIRTUELLE WELTEN

Nach dem Hype ist vor dem Hype



TR 7/2007: Wie viele Leben hat Second Life?

Beim Thema 3D-Internet sah es lange so aus, als seien wir vorschnell einem Hype aufgesessen. 2007 riefen wir die virtuelle Welt Second Life zum Anfang eines „3D-Internets“ aus – und zitierten einen Marktforscher von Gartner mit der Aussage, die Entwicklung virtueller Welten sei „genauso bedeutsam wie die Entwicklung des Internets selbst“. Bis 2016, sagte eine Studie seinerzeit voraus, sollten 1,5 Milliarden Menschen virtuelle Welten besuchen.

Davon sind diese Welten im Moment noch ungefähr 1,5 Milliarden Menschen entfernt. Und ob das Facebook-Metaverse nun das umsetzt, was Second Life versprochen hat, ist noch offen. Vielleicht bringt ja Apples kürzlich vorgestellte VR-Brille den entscheidenden Schub – wer weiß?

Allerdings ging es bei dem Second-Life-Artikel von 2007 gar nicht ausschließlich um 3D-Welten, sondern auch um ein Problem, dessen Relevanz erst jetzt immer deutlicher wird: „Der Betreiber einer Online-Welt ist Geschäftspartner weiß?“

„Der Betreiber einer Online-Welt ist Geschäftspartner weiß“, schrieben wir damals und zitierten den Ökonom Edward Castranova mit den Worten: „In virtuellen Welten findet man nicht den Hauch eines Schattens einer Spur von Demokratie. Es herrschen isolierte Momente der Tyrannie, eingebettet in Anarchie.“ Die Folge: „Schlechtes Benehmen wird viel weniger als in der echten Welt reguliert.“

Das lässt sich mühelos auch auf andere soziale Plattformen übertragen. Der Platzhirsch hieß damals übrigens MySpace; Facebook und Twitter waren gerade erst gegründet worden. Als eine Lösung stellten wir damals einige Pilotprojekte für die „Interoperabilität“ von sozialen Plattformen vor, also die Möglichkeit, mit allen Kontakten zwischen verschiedenen Welten zu wechseln. Kaum eines dieser Projekte hat bis heute überlebt. Aber ausgerechnet Branchenriese Meta belebt die Diskussion nun neu: Sein Twitter-Konkurrent „Threads“ soll auch offene Schnittstellen zu anderen Plattformen bekommen.

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Kreativ, dumm oder gefährlich?

Keine Frage, das Bild ist ausdrucksstark: Ein Mann schaut ins Leere, seine Augen sind nachtblau, rot umrändert, wie verheult. Die Striche sind kurz, gerade, wie abgehackte Bewegungen. Nur über Mund, Nase und Augen fangen sie zu fließen an – wie Tränen im Regen. Doch handelt es sich dabei wirklich um Kunst, um wahre Kreativität? Erschaffen wurde das traurige Porträt von einer Software namens Painting Fool.

Im Dezember 2012 haben wir dieses und andere Programme vorgestellt, die zeichnen, schreiben und musizieren können. Es sei „nur noch eine Frage der Zeit, bis der Mensch auch in der Kunst, der Musik und der Schriftstellerei seine Vormachtstellung verliert“, glaubten Fachleute damals. Spätestens mit dem Aufkommen großer Sprachmodelle dürf-

te diese Zeit nun gekommen sein: Maschinelles Output ist heute kaum noch von menschlichem zu unterscheiden.

Dahinter steht auch ein weitgehend anderer Ansatz im Umgang mit Künstlicher Intelligenz. Painting Fool bekam zum Beispiel einen ziemlich geradlinigen Prozess vorgegeben: Zunächst nahmen seine Erschaffer kurze Videos von zu porträtierten Menschen auf. Dann analysierte die Software, welche Emotion diese Menschen zeigten. Für seine Bilder wählte Painting Fool anschließend die Technik und die Farbpalette aus, die am besten zum erkannten Gefühl passten. „Künstlerische Freiheit“ hatte die Software also, wenn überhaupt, nur in eng umgrenzten Schaffensphasen.

Aktuelle Bildgeneratoren wie Dall-E, Stable Diffusion oder Midjourney arbeiten

hingegen sehr viel freier. Sie basieren auf großen Diffusionsmodellen – neuronale Netzwerke, die darauf trainiert sind, ein zufälliges Pixelrauschen so lange zu verändern, bis es zur vorgegebenen Beschreibung („Prompt“) passt. Der Trick dabei: Ein Sprachmodell lenkt das Diffusionsmodell auf Bilder, die nach Ansicht des Sprachmodells gut mit dem Prompt übereinstimmen.

Sprachmodelle wie ChatGPT und Bildgeneratoren wie Midjourney tauchten allerdings nicht so plötzlich aus dem Nichts auf, wie es vielen heute erscheint: Bereits im Juni 2021 stellten wir das zugrunde liegende Sprachmodell GPT-3 vor – und warnten vor „Fake News auf Knopfdruck“, vor „gefährlichen und dummen“ Systemen, die menschliche Vorurteile lernen und weiterverbreiten können.

Unsere Prognose mit der „wiederaufladbaren Batterie“ war im April 2006 noch ziemlich gewagt.

TR 10/2012: ChatGPT kam nicht aus dem Nichts.



WASSERSTOFF UND BATTERIEN

Und ewig lockt der Durchbruch

Schon 2006 hatten wir zwei eng miteinander verknüpfte Themen im Heft, die uns seitdem durchgängig beschäftigten: Wasserstoff (4/2006) und E-Mobilität (10/2006). Schon vor 17 Jahren schrieben wir: „Anhand der vielen geplanten Wasserstoff-Projekte könnte man meinen, das Zeitalter der sauberen Fortbewegung mittels schadstofffreiem Wasserstoff sei nun endlich greifbar nahe. Doch der Eindruck könnte falscher nicht sein. Während allerorten öffentlich geförderte Projekte ihren gefeierten Fortgang nehmen, kommen kühl kalkulierende Experten zunehmend zu dem Schluss, dass die Reise in die Wasserstoffwirtschaft in Wirklichkeit ein Holzweg ist.“

Die Argumente waren damals wie heute die gleichen: Bei der Herstellung von Wasserstoff geht viel Energie verloren, Speicherung und Transport sind schwierig, die Brennstoffzellen teuer. Was sich seitdem allerdings verändert hat: Heute wird über einen sehr viel breiteren Einsatz von Wasserstoff diskutiert. Als Energieträger für den Import (siehe S. 93), bei der Stahlerzeugung, in der chemischen Industrie.

Seinerzeit drehte sich die Debatte hingegen vor allem um den Verkehr. „DaimlerChrysler-Entwickler gehen davon aus, dass die ersten Brennstoffzellenautos zwischen 2015 und 2020 auf den Markt kommen werden“, hieß es in Heft 4/2006. „Vieles spricht dafür, dass Wasserstoff noch lange, vielleicht für immer, eine Technologie bleiben wird, deren endgültiger Durchbruch jeweils für das nächste oder übernächste Jahrzehnt versprochen wird. Wenn ihr nicht vorher noch eine alte Bekannte den Todessstoß versetzt: die wiederaufladbare Batterie.“

Im Rückblick war das noch zu zurückhaltend formuliert. Daimler hat die Brennstoffzellenentwicklung für PKW inzwischen komplett eingestellt. „Die Absatzzahlen der verfügbaren [Wasserstoff]-Fahrzeuge: desaströs. Pläne für neue Serienmodelle: kaum vorhanden. Das Tankstellennetz: äußerst dünn. Das Urteil von Fachleuten über das Potenzial der Technik: vernichtend“, fasste der Spiegel kürzlich die aktuelle Lage zusammen.

Unsere Prognose mit der „wiederaufladbaren Batterie“ war im April 2006 noch ziemlich gewagt: Bis auf die Nickel-

Metallhydrid-Akkus des Toyota Prius war nichts dergleichen auf der Straße; Lithium-Ionen-Antriebe gab es nur als Prototypen. Doch im Oktober brachten wir den Tesla Roadster auf den Titel, zwei Jahre vor dessen Serienstart. „Fortschritte in der Batterietechnologie sorgen dafür, dass ausschließlich mit Elektromotoren bestückte Autos wieder ernst zu nehmen sind“, urteilten wir damals ziemlich vorsichtig. Der Tesla-Chef hieß damals noch nicht Elon Musk, sondern Martin Eberhard. Musk tauchte in der Geschichte nur am Rande als Geldgeber auf. 2008 zerstritt er sich mit den Tesla-Gründern und übernahm selbst das Ruder. In diesem Jahr überholte Tesla sowohl Mercedes-Benz als auch Toyota als wertvollste Automarke der Welt.

TR 10/2006: Elon Musk tauchte nur am Rande auf.



AUTONOME UND FLIEGENDE AUTOS

Jetzt aber wirklich

Der Titel „Die autonomen Autos kommen“ (9/2013) war im Rückblick hingegen etwas zu mutig. Damals erwarteten viele von uns befragte Experten, dass „autonomes“ oder „teleoperiertes“ Fahren sich in den nächsten zehn Jahren durchsetzen werde. Das ist bis heute nicht passiert. Mercedes hat zwar schon Autos mit Autonomie-Level 3 auf den Markt gebracht, doch auch dabei muss immer noch ein Mensch hinter dem Lenkrad sitzen, um zur Not eingreifen zu können.

Noch weiter daneben lagen wir mit dem fliegenden Auto (10/2007). Es ist so etwas wie der Running Gag der Technikgeschichte. „Man hat uns fliegende Autos versprochen, und wir haben 140 Zeichen bekommen“, lautet ein gern zitiert Spruch des Investors Peter Thiel (mit Anspielung auf die damals noch geltende Zeichenbegrenzung auf Twitter).

Trotzdem glaubten wir damals, dass es „jetzt aber wirklich“ etwas werden könnte mit dem uralten Traum: „An erfolglosen Versuchen und technischen Herausforderungen mangelt es nicht, doch eine Reihe von Unternehmen arbeitet weiter an Autos, die auch fliegen können. Denn die Rahmenbedingungen werden besser – und so könnten Flug-

Fahrzeuge erstaunlich bald die Markt-reife erlangen.“

Im Zentrum stand der niederländische Pal-V, ein Tragschrauber, der sich wie ein Motorrad in die Kurve legen kann. Er sollte „vom Jahr 2011 an zu kaufen sein – erst zu Preisen um 100 000 Euro für Spezialnutzer wie Rettungsdienste, später billiger für alle“, hieß es in unserer Geschichte. Zu diesem Zeitpunkt hatte PAL-V allerdings noch „wenig vorzuweisen – keinen Prototypen, keine Finanzie-rung, keine angestellten Entwickler“.

Mit etwas Wohlwollen könnte man PAL-V tatsächlich als Erfolgsstory durchgehen lassen. Der Jungfernflug fand zwar erst 2012 statt, aber immerhin existiert das Unternehmen noch heute. Derzeit können Kunden die Geräte vorbestellen – zu einem Preis von 300 000 bis 500 000 Euro.

Auch andere Hersteller sind noch im Spiel: Das slowakischen Aircar hat bereits eine Flug-, aber noch keine Straßenzulassung. Und aus den USA kam kürzlich die Nachricht, dass der Senkrechtstarter Aska A5 für Erprobungsflüge zugelassen wurde. Er bräuchte keine Start- und Landebahn mehr, sondern könnte vom Fleck weg abheben.

Die Entwicklung kocht auf kleiner Flamme weiter.

Die Entwicklung kocht also auf kleiner Flamme weiter. Dass solche komplexen Vorhaben später kommen und teurer werden als angekündigt, ist ja nichts Ungewöhnliches. Möglicherweise kann eines der Start-ups irgendwann – nun aber wirklich – die technischen und rechtlichen Schwierigkeiten überwinden. Doch wenn es so weit ist, dürfte sich die dahinter stehende Vision bereits überlebt haben: Flugautos stehen für eine Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs in die dritte Dimension. Mit ihren Verbrennungsmotoren und ihrer Handsteuerung wirken die aktuellen Projekte schon heute anachronistisch – vor allem im Vergleich mit autonomen elektrischen Flugtaxis. Denn wer würde noch einen Flugschein machen wollen und mit seinem eigenen Vehikel zum nächsten Flugplatz rollen wollen, wenn sich per App jederzeit eine Personendrohne herbeiziehen ließe?

Das deutsche Start-up Volocopter, über das wir im April 2014 erstmals berichtet haben, beginnt in Kürze mit der Serienproduktion. Bei den Olympischen Spielen im Sommer 2024 in Paris will es in den kommerziellen Passagierverkehr einsteigen. Als Nächstes soll ein Taxidienst in Rom starten. Konkurrent Lilium (siehe TR 11/2015, S. 26) hat sich kürzlich fast eine halbe Milliarde Dollar an frischem Kapital besorgt, um seine Elektrojets bis zur Zulassung weiterzuentwickeln. Der erste bemannte Start des Serienmodells ist für Ende 2024 geplant, die europäische Flugzulassung für Ende 2025.

TR 10/2007: Ohne Übergang vom Futurismus zum Anachronismus

TR 9/2013: Die autonomen Autos kommen ... und kommen ... und kommen.



DROHNEN

Löten lernen heißt Fliegen lernen

Drohnen waren 2007, als wir die Geschichte über die fliegenden Autos brachten, selbst als Vision kaum in den Köpfen präsent. Und als wir ihnen zwei Jahre später eine Titelgeschichte widmeten, gab es sie nur als Bastelprojekt für Nerds oder als hochpreisiges Produkt von Spezialanwendungen. Der heutige Marktführer DJI sollte sein erstes Phantom-Modell erst vier Jahre später auf den Markt bringen. Angehenden Drohnepiloten empfahlen wir damals, „ein paar Lötkenntnisse“ zu erwerben sowie eine Stunde im Flugsimulator zu verbringen, um „Frustrationen und abgebrochene Propeller zu vermeiden“.

Das hielt uns aber nicht davon ab, uns eine ganze Reihe möglicher professioneller Nutzungen auszumalen: Kontrolle von Windrädern und anderen technischen Anlagen; Erkundungsflüge für Polizei, Feuerwehr und Katastrophenschutz; Aufklärungs- und Kampfeinsätze für das Militär; Spionage für Privatdetektive und Überwachungsfirmen. Schon

damals warnten wir: „Die kleinen Fluggeräte werden zunehmend auch für zivile Anwender erschwinglich. Neben eher harmlosen Beobachtungen des Straßenverkehrs können auch hochaufgelöste Bilder vom Nachbargrundstück entstehen.“ Wie wir heute wissen, war dies nur eine kleine Auswahl dessen, was sich alles per Drohne erledigen lässt.

In der chinesischen Millionenstadt Shenzhen etwa hat Meituan, Chinas beliebtester Essenslieferant, allein im Jahr 2022 mehr als 100 000 Bestellungen per Drohne ausgeliefert – und das in dicht besiedelten Stadtvierteln. Wer möchte, kann sich einen Becher Eistee auf die Minute genau herbeifliegen lassen. Abgeliefert wird er allerdings nicht direkt an der Haustür, sondern an spezialisierten Abholkiosken. Auch die Google-Schwester Wing bietet Drohnenlieferungen auf drei Kontinenten an. Und Walmart unterstützt mehrere Drohnen-Start-ups, um mit der Auslieferung seiner Produkte zu experimentieren.



TR 12/2009: Noch nicht einmal als Vision präsent

RAUMFAHRT

Die Russen kamen nicht

Ziemlich daneben klingt eine Prognose aus Heft 4/2008: Bis etwa 2020 wollte Richard Bransons Raumfahrtunternehmen Virgin Galactic rund 50 000 Touristen in eine suborbitale Umlaufbahn bringen. Die tatsächliche Zahl der zahlenden Passagiere: 3. Der bisher einzige kommerzielle Flug fand am 29. Juni 2023 statt.

Trotzdem lag unser Stück über private Raumfahrt in der Tendenz richtig. Es stellte bereits 2008 Unternehmer wie Elon Musk und Jeff Bezos vor, die das Raumfahrtgeschäft effizienter und schlanker machen wollten. Mit Erfolg: Lagen die inflationsbereinigten Kosten für Satellitenstarts seit Jahrzehnten immer deutlich über 5000 Dollar pro Kilo Nutzlast, konnte SpaceX sie mit der teilweise wieder verwendbaren Falcon Heavy auf 1500 Dollar drücken. Die neue Starship-Rakete, die bisher allerdings noch nicht erfolgreich gestartet ist, soll die Kosten noch

weiter senken, weil nicht nur die Booster, sondern auch die Oberstufe wiederverwendet werden können.

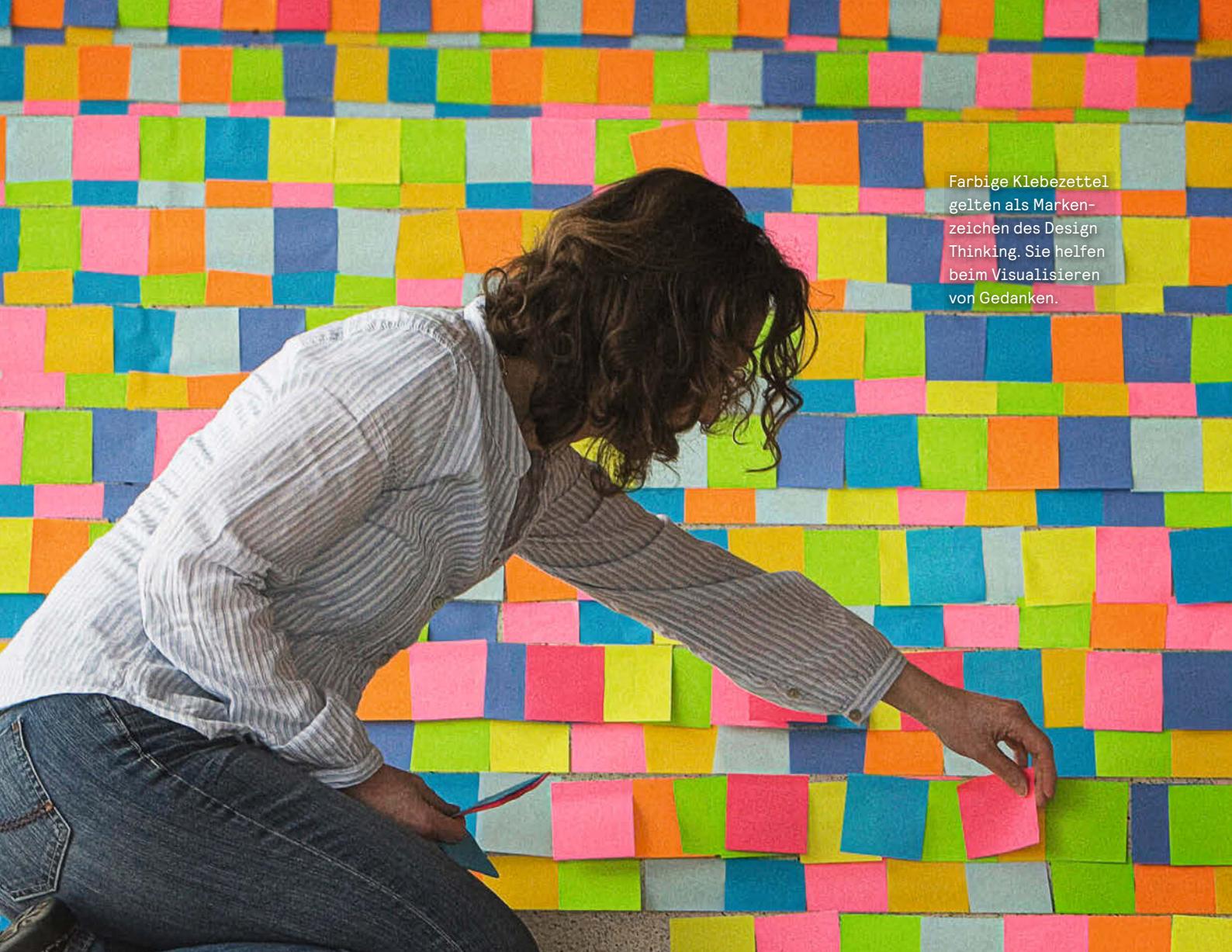
Schlechter gealtert ist unser Titel über russische Raumfahrt („Die Russen kommen“). Nach vielen Pannen glaubten wir im November 2011, Anzeichen für deren Renaissance ausmachen zu können – mit „erstmals seit Langem wieder anspruchsvollen Missionen, neuen Raumschiffen und Raketen“. Zum Beispiel ...

- das neue sechssitzige Raumschiff des Raumfahrtkonzerns RKK Energija, dessen Start für 2015 geplant war,
- die Mars-Mission Fobos-Grunt, die im August 2014 Bodenproben des Mars-Mondes Phobos zur Erde zurückbringen sollte,
- die für 2013 geplante Luna-Glob-Mission zum Aufspüren von Wassereis am Südpol des Mondes,

- die modularen, für 2013 angekündigten Angara-Raketen,
- die private Raumstation von Orbital Technologies, die 2016 in Betrieb gehen sollte.

Doch vom sechssitzigen Sojus-Nachfolger war nichts mehr zu hören; Fobos-Grunt verglühete wenige Wochen nach unserer Titelgeschichte in der Erdatmosphäre; der erste Flug von Luna-Glob soll nun im August 2023 stattfinden; die kommerzielle Raumstation existiert weiterhin nur als Idee. Insgesamt keine besonders hohe Trefferquote. Immerhin: Angara-Raketen haben mittlerweile wirklich ab, wenn auch verspätet und in abgespeckter Form.

Unsere Prognose für die nächsten 20 Jahre? Es wird weitere Fehlprognosen geben. Aber wir tun unser Bestes, die Trefferquote hochzuhalten. ●



Farbige Klebezettel gelten als Markenzeichen des Design Thinking. Sie helfen beim Visualisieren von Gedanken.

Viele Post-its, wenig Ertrag

„Design Thinking“ versprach, Innovationen zu demokratisieren. Doch möglicherweise hat der Ansatz das Gegenteil bewirkt. Was ist schiefgelaufen? – Rebecca Ackermann (Übersetzung: Veronika Szentpétery-Kessler)

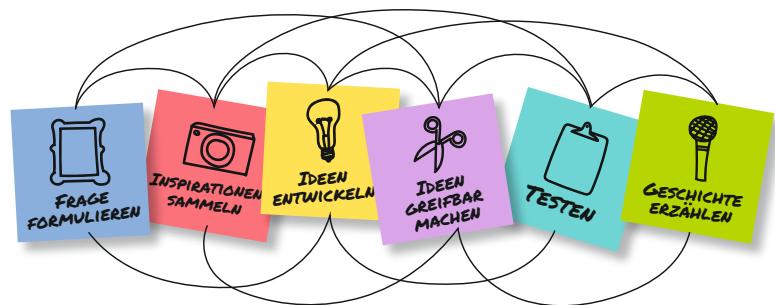
© Copyright by Heise Medien.

Als die US-Amerikanerin Kyle Cornforth 2011 zum ersten Mal die Geschäftsräume des internationalen Design- und Beratungsunternehmens Ideo in San Francisco betrat, fühlte sie sich in einer völlig neuen Welt. Damals leitete sie das gemeinnützige „Edible Schoolyard Project“, das Schülern eine umweltfreundliche und gesunde Ernährung über Schulgärten und Kochprojekte näherbringen wollte. Mithilfe von Ideo.org, einem sozial ausgerichteten Spin-off von Ideo, wollte Cornforth die gängigen Konzepte für das Mittagessen in Schulen überdenken.

Die als „Design Thinking“ bezeichnete Denkmethode für disruptive Innovationen ist eine Variante des erforderlichen Denkens, die unter anderem Airbnb (siehe Kasten S. 86) zum Erfolg verholfen hat, in den letzten Jahren aber zunehmend in die Kritik geraten ist. Ziel des sechsstufigen Prozesses ist es, komplexe Probleme zu lösen und bahnbrechende Ideen für Produkte oder Dienstleistungen zu entwickeln. Im Zentrum des Konzepts steht Empathie. Sie soll helfen, die wahren Bedürfnisse der Nutzer herauszufinden. Diesen Fokus auf den Menschen will Design Thinking mit den unter Ingenieuren und Managern üblichen Zielen der technischen Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit verbinden – und damit den Weg zu Innovationen gewissermaßen demokratisieren.

Als Vorbild für Design Thinking gilt die Arbeit des Apple-Teams um Steve Jobs in den 1980er-Jahren, das schon damals auffallend benutzerfreundliche Computer entwickelte. In den 1990ern bekam das Konzept seinen Namen und gewann nach der Jahrtausendwende zunehmend an Beliebtheit, vor allem in den Bereichen Technologie, Wirtschaft und Soziales. Design Thinking wurde von Krankenhäusern und Arztpraxen genutzt, von Regierungsbehörden in Washington wie von Unternehmen im Silicon Valley. Auch Stadtverwaltungen beauftragten Design-Thinking-Agenturen, um Lösungen für komplexe Herausforderungen zu finden, vom Verkehrswesen bis zum Wohnungsbau. Bildungsdienstleister und Eliteuniversitäten wie das MIT und Harvard boten Kurse oder Studiengänge an. Sie zeigten eindrucksvoll, dass sich schon allein mit der Lehre von Design Thinking viel Geld verdienen ließ.

Das Unternehmen Ideo und das Hasso Plattner Institute of Design in Stanford mit seiner d.school („Ein Ort, an dem Menschen Design nutzen, um ihr kreatives Potenzial zu entfalten“) spielten eine wichtige Rolle bei der Verbreitung des Konzepts. Geholfen hat auch ihre Kernbotschaft, dass im Grunde jeder ein Designer sein kann, auch ein Manager aus einer designfernen Branche, wenn er nur dem vorgegebenen Prozess folgt. „Vielleicht ist Design zu wichtig geworden, um es allein den Designern zu überlassen“, schrieb Ideos Geschäftsführer Tim Brown 2009 in seinem Buch *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. Das kam Agenturen wie Ideo sehr zugute, denn viele Unternehmen beauftragten eher sie, um die Methodik zu lernen, als sel-



In sechs Stufen zu innovativen Produkten und Dienstleistungen – und Geschichten, mit denen sich gut Werbung machen lässt.

ber ein eigenes Designerteam einzustellen. Verführerisch war zudem das Selbstbild hinter dem Konzept. „Wir sind alle Kreative und können jedes Problem lösen, wenn wir nur empathisch genug vorgehen“, so das Versprechen von Design Thinking.

Ein weiterer möglicher Erfolgsfaktor ist ganz profan: der hohe Wiedererkennungswert von Whiteboards und farbigen Post-its, die schnell zu einer Art Markenzeichen der Methode wurden. Die quadratischen Klebezettel stehen für einen schnellen, kooperativen und gleichberechtigten Prozess, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Die Visualisierung von Ideen und Gedanken ist ein zentrales Element des Design Thinking. Auch der Schulexperten Cornforth fielen die Post-its während des Ideo-Workshops sofort ins Auge. „Sie waren wirklich überall. Mir gefiel das sehr, weil sie wie ein Netzwerk für das Zusammenarbeiten und das Kreieren wirkten“, sagt sie.

Doch als es um die konkreten Ideen ging, kamen Cornforth Zweifel: „Ich dachte mir: ‚Die haben wohl mit niemandem gesprochen, der wirklich in einer Schule arbeitet, oder?‘ Sie kannten den Kontext des Problems nicht.“ Der Wissensaustausch mit Pädagogen und Verwaltungsangestellten, wie sie ihn aus ihrem beruflichen Umfeld kannte, passte so gar nicht zu der disruptiven Kreativität des Design-Thinking-Prozesses, wie er für Start-ups üblich ist. „Ich fühlte mich wie eine Ewiggestrige“, erinnert sie sich, „und ich hatte auch das Gefühl, dass sie den Bezug zur Realität verloren hatten“.

MAGISCHE VERSPRECHEN

Tatsächlich haben Designer im Konzept des Design Thinking fast den Status eines spirituellen Mediums. Schließlich sollen sie in der Lage sein, sogar die unausgesprochenen Bedürfnisse der Menschen zu erkennen und mit diesem Wissen innovative Lösungen auch für hochkomplexe Probleme zu entwickeln.

Dies soll in sechs Schritten erreicht werden. In den ersten beiden geht es darum, aus einem Wust von Fakten und Interessen das eigentliche Problem herauszufiltern und neu zu formulieren. Und es gilt – mit empathischer Intelligenz, durch Befragung und

Beobachtung – herauszufinden, was die potenziellen Nutzer, etwa eines Produkts oder einer Dienstleistung, wirklich bewegt. Aus einer Vielzahl Perspektiven werden dann einige Varianten dieses sogenannten Problemraums selektiert und weiter abstrahiert. Potenzielle Lösungen werden anschließend in einem Brainstorming entwickelt. Wieder erfolgt eine Selektion. Schließlich werden Prototypen entworfen, getestet, Fehler und Probleme eruiert, beseitigt und das Ergebnis wird implementiert. Diesen letzten Schritt übernehmen Design-Thinking-Agenturen in der Regel allerdings nicht selbst, sondern sie liefern dem Auftraggeber eine Reihe von Empfehlungen für die Umsetzung.

Eine wichtige Größe im Design Thinking ist die Zusammenarbeit von Menschen unterschiedlicher Disziplinen in einem Team. In den Neunziger- und Nullerjahren, als das Konzept aufkam, war das fast schon ein revolutionärer Gedanke. In den USA arbeiteten die meisten Menschen in Großraumbüros mit durch Stellwände abgeschirmten Arbeitsplätzen. Trotz überzeugender Forschungsergebnisse zu den Chancen vom Arbeiten in Teams – die ersten stammten aus den 1960er-Jahren – war das Einzelkämpfertum in vielen Branchen die vorherrschende Arbeitsform. Erst das Design Thinking brachte die Zusammenarbeit nach vorne. Es versprach, dass sich Arbeiten dadurch besser anfühlen und mehr Spaß machen könnte.

Für den Autor und Start-up-Berater Jake Knapp, der in den Nullerjahren als Designer bei Mi-

Ein Team um Steve Jobs arbeitete schon nach den Prinzipien des Design Thinking, bevor die Methode ihren Namen bekam. Ein Ergebnis: der Apple IIc (1984), der erste tragbare Computer.



© Copyright by Heise Medien.

crosoft und später bei Google arbeitete, machte die „radikale Zusammenarbeit“ einen großen Teil der Anziehungskraft von Design Thinking aus. Denn für viele war es das erste Mal, dass Kollegen verschiedener Disziplinen gleich zu Beginn eines Projekts zusammenkamen, um Lösungen für Probleme zu besprechen.

Angela McKee, die vom Schulbezirk San Francisco eingestellt worden war, um die Ideen von Ideo zur Verbesserung der Schulkantinen umzusetzen, sieht vor allem die motivierende Wirkung positiv. Der Design-Thinking-Prozess und die Empfehlungen der Agentur hätten selbst unter Bürokraten aus der Stadtverwaltung einen neuen Willen zur Verbesserung entfacht, der bis heute anhalte. „Entscheidend war, dass uns eine Geschichte erzählt wurde, die den Menschen den Wert des Projekts vermittelte“, sagt McKee. „Die Leute glaubten daran.“

NACHLASSENDE STRAHLKRAFT

Doch die Strahlkraft des Denkkonzepts hat in den letzten Jahren nachgelassen. Kritiker monieren, die kurzfristige Konzentration auf neue, ausgefallene Ideen habe zu unrealistischen Empfehlungen geführt. Außerdem sei das „Innovationstheater“ – das Ankreuzen von Kästchen, ohne sinnvolle Veränderungen zu bewirken, – über Jahre in Unternehmen endemisch geworden. Zahlreiche soziale Initiativen sind kaum über Pilotprojekte hinausgekommen. Zudem haben Bewegungen wie #MeToo oder Black Lives Matter und die politischen Turbulenzen der Trump-Regierung gezeigt, dass viele große Probleme deutlich tiefer gehen, als dass man sie mit dem Zauberstab des Design Thinking auslöschen könnte.

Jake Knapp, der bei Google mehrere Design-Thinking-Workshops leitete, stellte fest, dass die Brainstorming-Sitzungen in der Regel gar nicht zu Produkten oder Lösungen führten – trotz hohen Engagements zu Beginn und jeder Menge Post-its. Erkundigte er sich bei den Teams, welche Workshop-Ideen es am Ende in die Produktion geschafft hatten, erfuhr er, dass Entscheidungen immer noch auf die zuvor übliche Art getroffen wurden: auf der Basis von Ideen, die ein paar einsame Genies erarbeitet und dann zur Wahl gestellt hatten.

Aber auch die Umsetzung eines im Design Thinking entwickelten Projekts ist ein heikles Thema. Schließlich ist die Beratung durch die Agenturen zeitlich begrenzt, je nach Zeitplan und Budget des Auftraggebers. In der Regel zieht sich die Agentur vor oder kurz nach der Pilotphase zurück. Die Instrumente zielen daher nur auf den Beginn, nicht aber auf den Abschluss der Produktentwicklung ab – und vernachlässigen mögliche unerwünschte Nebenwirkungen.

Auf kommunaler Ebene, so Cyd Harrell, Leiterin der Abteilung für digitale Dienste der Stadt San Francisco, bestehe das größte Problem darin, herauszufinden, wie die Ideen am Ende unter realen Bedingungen umgesetzt und finanziert werden



Brainstorming am Hasso-Plattner-Institut: Design Thinking hat das Arbeiten in interdisziplinären Teams populär gemacht.

können. „Es gibt eine Diskrepanz zwischen den kurzen Evaluierungszyklen im kommerziellen Design und den längeren Evaluierungszyklen in der Politik“, sagt sie.

Dass eine mangelnde Finanzierungsplanung selbst preiswürdigen Projekten den Todesstoß versetzen kann, zeigt das Projekt Diva Centres in Lusaka, Sambia, das Ideo.org und eine Partnerorganisation vor Ort entwickelt haben. Es galt, Jugendliche sexuell aufzuklären und ihnen den Zugang zu Verhütungsmitteln zu erleichtern. Mithilfe der Design-Thinking-Methode kam das Team auf die Idee, Nagelstudios einzurichten, in denen sich die Jugendlichen in einer entspannten Umgebung beraten lassen können. Das Team baute drei Modellstandorte auf und erklärte die Arbeit zum Erfolg; das Projekt Diva Centres gewann 2016 einen Core77 Service Design Award und ist als Fallstudie immer noch auf der Ideo.org-Website zu finden.

MANGELNDES FACHWISSEN

Doch das Modell setzte sich nicht durch, wegen der Randbedingungen vor Ort. Ein komplexes Netzwerk aus Finanzierungs- und Dienstleistungskanälen des öffentlichen Gesundheitswesens in der Region machte die Skalierung des Pilotprojekts „unerschwinglich teuer und kompliziert“, wie die Verantwortlichen von Ideo.org später schrieben. Bis 2017 sollten eigentlich zehn Nagelstudios als Zentren sexueller Aufklärung entstehen. Dieser Meilenstein wurde bis heute nicht erreicht.

Ideos Ideen für die Schulbehörde in San Francisco aus dem Jahr 2013 wiederum, die Angela McKee später mit umsetzen sollte, bereiteten im Nachgang viel Ärger. Ideo hatte zehn

Empfehlungen geliefert, darunter gemeinschaftliche Esstische, Verkaufsautomaten mit Mahlzeiten zum Mitnehmen, kommunale Lebensmittelpartnerschaften für frischere Produkte sowie eine App und ein interaktives Webportal, damit Schüler und Familien sich an der Auswahl des Mittagessens beteiligen können. Auf der Ideo-Website war von „einhelliger Begeisterung“ der Schulverwaltung für die Empfehlungen zu lesen.

Doch das Happy End für die Agentur war keines für die Kunden. Für sie begann die eigentliche Arbeit, nachdem Ideo die Beratung abgeschlossen hatte. McKee sah, dass die Empfehlungen oft weder die Komplexität der Abläufe noch den Aufwand für die Umsetzung berücksichtigt hatten. Zum Beispiel nicht, dass es Auflagen gibt, wenn ein Loch in eine asbesthaltige Schulwand zu bohren ist. Die vorgeschlagenen Verkaufsautomaten zur Verpflegung der Schüler wiederum hätten eine stabile Internetverbindung gebraucht, über die viele der Zielstandorte schlicht nicht verfügten. Auch die App dafür wurde nie umgesetzt, da sie eine ganz neue Abteilung für das Aktualisieren der Software und ihres Inhalts erfordert hätte.

Eine spätere Analyse ergab, dass sich trotz zunehmender Schülerzahlen immer noch gleich viele oder sogar weniger Kinder für das Schulsehen entschieden. Das kann zwar auch an der Qualität des Essens gelegen haben, die sich nicht wesentlich verbessert hat. Doch das Ziel, mehr Kinder zum Essen in der Schule zu bewegen, wurde nicht erreicht.

Einige der Empfehlungen aus dem Design-Thinking-Prozess wirkten McKee zufolge aber doch nachhaltig: Mehr als 70 von 114 Schulcafeterien des Bezirks wurden renoviert und nach mitunter jahrzehntelanger Baufälligkeit endlich einladen-



Prototypen-Entwicklung mit Lego-Steinen:
Es gilt, möglichst früh Fehler im Prozess zu entdecken und zu beseitigen.

Der Stuhl auf Rollen „Node“ wurde mithilfe der Design-Thinking-Agentur Ideo entwickelt. Er hat Tisch und Taschen immer dabei und ermöglicht einen schnellen Wechsel zwischen Frontalunterricht und Gruppenarbeit.



AIRBNB: DURCHBRUCH DANK DESIGN THINKING

Als die beiden Kunsthochschulabsolventen Joe Gebbia und Brian Chesky aus San Francisco 2007 begannen, in ihrer WG Luftmatratzen als Schlafplätze an Touristen zu vermieten, war noch nicht abzusehen, dass sich daraus einmal ein erfolgreiches Unternehmen entwickeln würde. Die Plattform, die heute unter dem Namen Airbnb weltweit bekannt ist, hatte durchaus Startschwierigkeiten. Zeitweise drohte die Pleite. Die Ideen des Design Thinking sollen schließlich den Durchbruch gebracht haben. Das Team erforschte die Bedürfnisse der Kunden, klapperte Vermieter ab, die oft nur Handyfotos ihrer Wohnungen lieferten, und bot einen kostenlosen Fotografen-Service an. Es führte Interviews zur Benutzerfreundlichkeit der Website und zur Preisgestaltung durch und verbesserte das Angebot. Die Jahreseinnahmen stiegen danach rasant, bis in den Milliardenbereich. Mit Design Thinking allein wäre der Erfolg aber wohl nicht zu erreichen gewesen. Ein Investor half über die finanzielle Durststrecke. (Andrea Hoferichter)

Design-Thinking-Produkt für Entwicklungs- und Schwellenländer: 2008 entwickelten Studierende am Stanford Institute of Design eine Art Wärmesack für Frühgeborene, der mobil und kostengünstiger ist als ein Inkubator im Krankenhaus. Das Produkt ist in Zusammenarbeit mit Ärzten und Müttern in Nepal entstanden.



© Copyright by Heise Medien.

„Wir sind alle Kreative und können jedes Problem lösen, wenn wir nur empathisch genug vorgehen.“

der gestaltet. Design Thinking hatte offenbar geholfen, den Entscheidungsträgern den Wert von ansprechend gestalteten Schulkantinen zu vermitteln.

EMPATHIE ODER PROFITSTREBEN

Kritik am Design Thinking kommt auch von Lilly Irani, außerordentliche Professorin an der University of California in San Diego. Sie monierte vor einigen Jahren, die Methode sei ein Auswuchs der Geschäftsinteressen und Kultur des Silicon Valleys. Das Konzept verorte westliche – und oft weiße – Designer auf einer höheren Hierarchieebene und behandle sie wie Zauberer, die Erfahrungen von Arbeitern in kapitalistische Möglichkeiten umsetzen könnten, sagt sie.

Der ehemalige Ideo-Designer George Aye bestätigt Iranis Bedenken, insbesondere wenn es um Projekte in Regionen mit tief verwurzelten, systemischen Problemen geht, beispielsweise in ärmeren Ländern. Er war selbst bei solchen Vorhaben dabei. Die Designer seien dort eher wie Touristen aufgetreten, moniert er. So aufrichtig sie auch helfen wollten, am Ende sei es darum gegangen, als Nachweis für die Beratung „ein paar gute Fotos zu machen, auf denen sie neben typisch dunkelhäutigen Menschen mit bunter Kleidung standen“.

Heute leitet Aye das Greater Goods Studio, das ausschließlich mit gemeinnützigen Organisationen zusammenarbeitet. Er möchte hervorheben, was lokale Gemeinschaften schon erreicht haben, und sie unterstützen, wichtige Ressourcen zu organisieren. „Wenn Designer nicht die Menschen vor Ort in den Mittelpunkt stellen, dann ist es profitorientiertes Design“, sagt er. „Anders kann man es nicht ausdrücken.“

Agenturen und Bildungsinstitutionen sind die Probleme bekannt. Nicht umsonst arbeiten sie gerade daran, die Prinzipien und Methoden des Design Thinking zu reformieren. An der d.school in Stanford ist die Ästhetik des Konzepts – Whiteboards, Pappmöbel und Post-its – zwar noch immer präsent, aber die Begriffe und Ideen klingen neu. Der Begriff „Design Thinking“ taucht in keinem Infomaterial für die neu gestalteten Grund- oder Aufbaustudiengänge mehr auf. Statt Empathie sollen nun „Make“ (Tun) und „Care“ (Fürsorge) die Designausbildungen prägen. Im Gegensatz zu Empathie beinhaltet Fürsorge die möglichen langfristigen Nebenwirkungen einer Innovation, sagt die akademische Leiterin Carissa Carter. „Was ist das Vermächtnis, das wir hinterlassen werden? Was sind die beabsichtigten und unbeabsichtigten Folgen?“

Der Kreativdirektor Scott Doorley ist seit über 15 Jahren an der d.school und hört immer öfter, dass auch die Studierenden selbst nach grundlegenden Veränderungen fragen. „Sie sagen etwa: ‚Ich möchte etwas tun, das nicht nur etwas verändert, sondern etwas verändern, ohne alles andere zu ver-

masseln‘“, sagt Doorley. Das sei eine „wirklich großartige Kombination aus Aufregung und Bescheidenheit“. Und tatsächlich hat die d.school bereits Änderungen im Lehrplan vorgenommen. So findet ein Ethikkurs statt am Ende des Grundstudiums nun am Anfang statt. Auch Lösungen zu planen, die über die Fertigstellung eines Projekts hinausgehen, ist Teil der neuen Lehre.

GUTE GESCHICHTEN

Für das Design Justice Network (DJN), ein Kollektiv von Designpraktikern und -pädagogen, sind Entschleunigung und die Akzeptanz von Komplexität der Schlüssel dazu, um Praktiken wie Design Thinking in Richtung Gerechtigkeit zu bewegen. „Wenn wir wirklich über Stakeholder nachdenken wollen, wenn wir beim Entwerfen von Dingen mehr Möglichkeiten haben wollen, dann können wir nicht mit der Geschwindigkeit der Industrie arbeiten“, sagt Wes Taylor von der Virginia Commonwealth University, der zu den DJN-Leitern gehört.

Auch Ideo-Chef Tim Brown räumt Fehler ein. „Wir haben damals zu wenig darauf geachtet, unseren Kunden zu helfen, selbst Fähigkeiten aufzubauen“, sagt er. Jetzt, wo die Fragen an die Designer tiefer gehen und komplizierter seien – zum Beispiel, wie Ford zu einem menschenzentrierten Unternehmen werde, und nicht mehr, wie sich ein besseres digitales Armaturenrett bauen lasse –, hätten die Ideo-Manager erkannt, dass eine Kombination aus Designprozess und Aufbau der Kapazitäten bei den Kunden und Kommunen entscheidend für den Erfolg sei. In der Praxis bedeute das allerdings auch: mehr Zeit vor Ort, mehr Partnerschaften und mitunter auch mehr Geld. „Es geht darum, anzuerkennen, dass die Kunden über das meiste Fachwissen verfügen, und weniger arrogant zu sein“, sagt Brown.

Ideo hat außerdem Autoren und Filmemacher eingestellt, um noch besser Geschichten erzählen zu können. Das ist laut Brown inzwischen die Schlüsselaktivität schlechthin, um gesellschaftliche Änderungen zu bewirken.

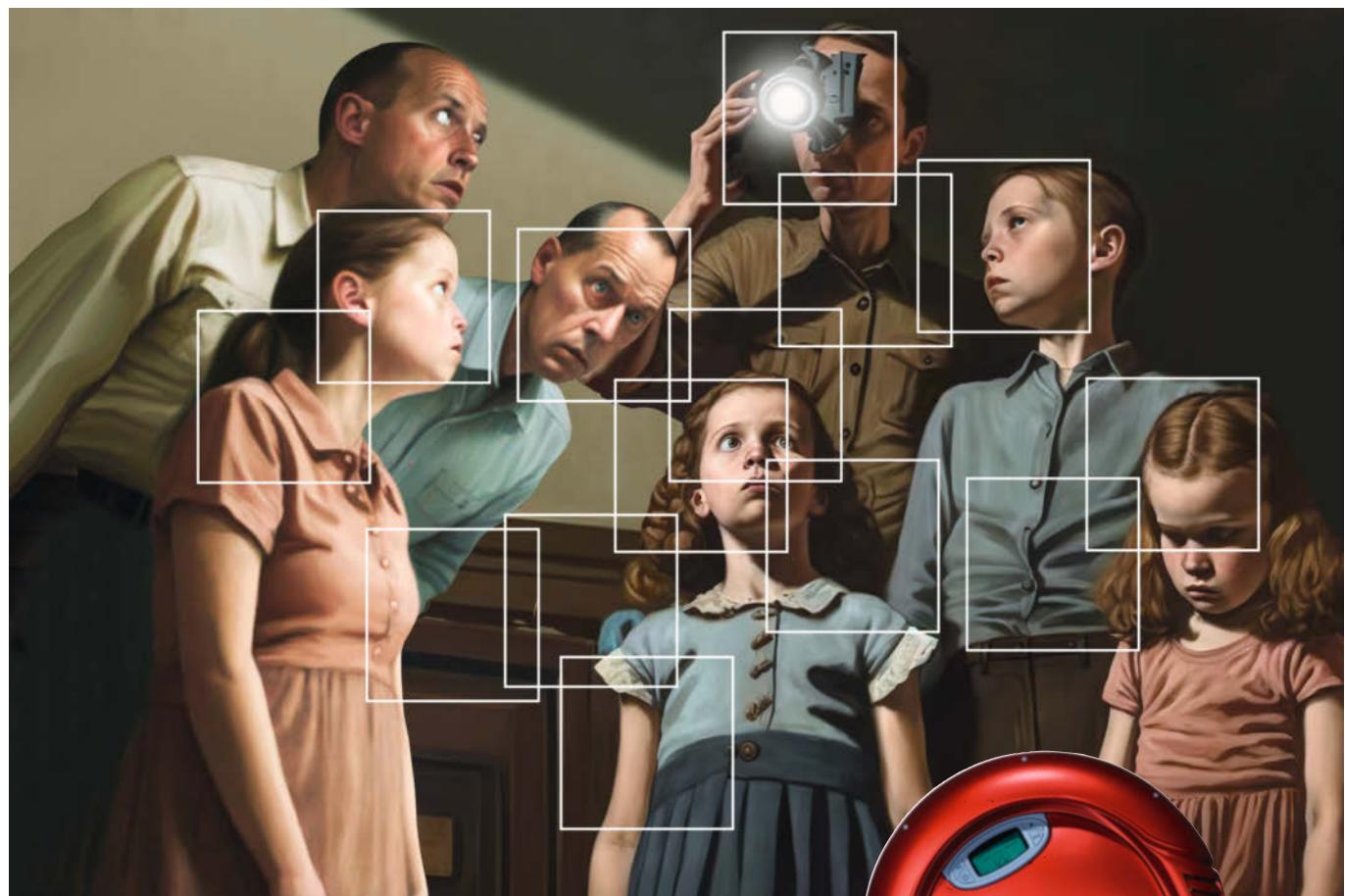
Tatsächlich lag der größte positive Einfluss des Design Thinking wohl immer in den Geschichten, die es erzählen half. Sie machten den Wert der interdisziplinären Zusammenarbeit in Wirtschaftskreisen bekannt, Organisationen sichtbarer und halfen, privaten wie öffentlichen Quellen Geld für teure langfristige Projekte zu entlocken. Dennoch sollte nicht vergessen werden, dass Menschen, denen Agenturen viel versprochen hatten, nach der Beratung oft im Stich gelassen wurden. Ob sich das in Zukunft ändern wird, bleibt abzuwarten. Solange die Verantwortlichen in Beratungsagenturen und Elfenbeinturm-Institutionen sitzen, wird es vermutlich schwer, die Interessen der ohnehin Mächtigen und Privilegierten aus dem Fokus zu rücken. ●



Wenn der Staubsauger uns ausspioniert

Smarte Geräte versprechen Bequemlichkeit. Doch der zusätzliche Komfort wird durch mehr Überwachung erkauft. – Eileen Guo und Wolfgang Stieler

Smarte Geräte wie autonome Staubsauger sind äußerst praktisch. Doch je mehr diese Geräte mit Sensoren wie Kameras ausgestattet werden, desto mehr sensible Daten fallen an – die immer öfter auch in die falschen Hände geraten.



Für Menschen wie mich – technikaffin, wenig Zeit, wenig Lust auf Hausarbeit – sind Staubsaugerroboter eine tolle Sache. „Robbie“, wie wir ihn liebevoll nennen, saugt und wischt die Wohnung fast ohne Aufsicht. Sollte sich die Maschine doch einmal unter dem Sofa verfangen, herumfliegende Kleinteile verschluckt oder sich in losen Kabeln verheddet haben, sorgt unsere eingebaute Antenne für Anthropomorphismus dafür, dass wir „den Kleinen“ schnell aus seiner „misslichen Lage“ befreien. Und nach getaner Arbeit fährt die Maschine brav in ihre Absaug- und Ladestation.

Für Sicherheitsforscher ist ein Saugroboter eine mobile Sensorplattform, die mit einem Server im Internet verbunden ist und diesem jede Menge Daten schickt: Grundrisse von Wohnungen zum Beispiel, Kamerabilder oder Punktwolken, aus denen sich Objekte in der Wohnung rekonstruieren lassen. Mit anderen Worten: ein hochinteressantes Angriffsziel.

SPIONE IM SMART HOME

Dass diese Gefahr nicht hypothetisch ist, haben Forscherinnen und Forscher in den vergangenen Jahren immer wieder gezeigt: Sie knackten die Software verschiedener Staubsaugerroboter, sodass die Geräte jederzeit von außen in Betrieb genommen werden konnten. Sie brachten Staubsauger dazu, Musik von Spotify abzuspielen, oder luden Wohnungsgrundrisse und Kamerabilder herunter. 2021 konnte ein Forscherteam aus Singapur sogar zeigen, dass sich ein eingebauter Lidar-Scanner auch als Abhörmikrofon nutzen lässt.

Haben wir in naiver Technikbegeisterung unsere Wohnungen mit Spionagegeräten zugeplastert? Die Antwort ist kompliziert, sagen Experten – aber nicht unbedingt beruhigend.

„Smarte“ Haushaltsgeräte sollen ein altes Fortschrittsversprechen einlösen: auf die Wünsche des Nutzers zu reagieren, ohne dass dieser sie explizit oder im Detail ausdrücken muss – elektronische Heinzelmännchen sozusagen. Allerdings sind es Hausgeister, die eine ganze Menge über uns wissen. Und während Heizungs- und Lüftungssteuerungen, Sprachassistenten und intelligente Displays meist an ihrem Platz bleiben, fahren intelligente Staubsauger selbstständig durch die Gegend, um Daten zu sammeln und in die Cloud zu schicken.

WOZU BRAUCHEN STAUBSAUGER EINE KARTE DER WOHNUNG?

Der Urvater der autonomeren Staubsaugerroboter von iRobot, der Roomba, fuhr einfach zufällig durch die Räume.. So lange, bis seine Sensoren meldeten, dass der Boden sauber genug war. Die minimalistische Steuerung war Absicht: Der Robotikforscher Rodney Brooks, Mitbegründer von iRobot, war der festen Überzeugung, dass autonome Roboter nur gerade so viel Intelligenz brauchen, wie nötig ist, um ihre Aufgaben zu erfüllen. Alles andere sei überflüssig. Tatsächlich war der Trilobite von Electrolux, der bereits damals Karten der Räume erstellte und nach Plan reinigte, weder wesentlich schneller noch gründlicher – aber deutlich teurer.

In der Praxis hatte das minimalistische Prinzip allerdings auch Nachteile. Die Roombas konnten maximal drei Räume bedienen, fanden nach einer Unterbrechung ihrer Routine den Startpunkt nicht wieder, schleppten gelegentlich Schmutz mit sich herum – und brauchten relativ lange. Nach und nach setzten sich Roboter durch, die per Sensor einen Plan der zu reinigenden Wohnung erstellten und diesen dann nach einer optimalen Strategie abarbeiten. Auch iRobot hat 2017 auf dieses Prinzip umgestellt. Bei einigen Modellen kommen mittlerweile Kameras dazu, die beispielsweise Haustiere oder spielende Kleinkinder erkennen sollen.



Der Trilobite von Electrolux war der erste Staubsaugerroboter für Privatkunden.

Er kam 1997 auf den Markt.

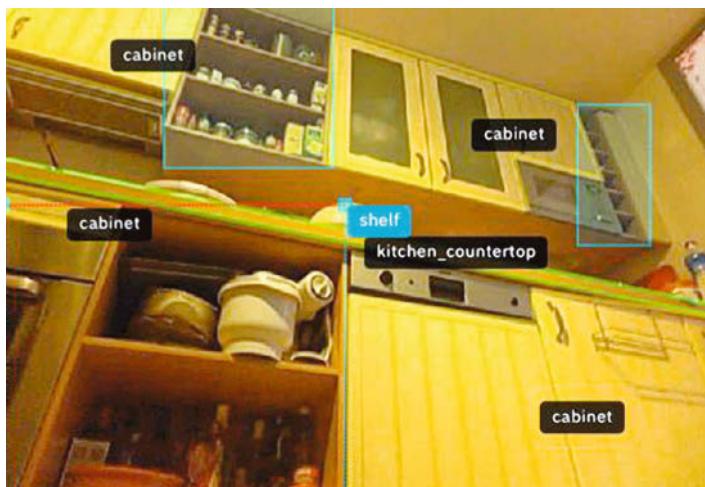
Dieses Zusammenspiel von Mobilität, Sensoren, Cloud und Server macht die Geräte zu attraktiven Angriffszielen. Denn die Maschinen sind darauf ausgelegt, auf Befehle von außen zu reagieren. Ein Angreifer, der der Software vorgaukelt, einen legitimen Server zu betreiben, kann die Maschine steuern oder Daten abgreifen. Eine andere weit verbreitete Angriffsstrategie besteht darin, die Firmware des Roboters durch eine eigene Software zu ersetzen, die dann natürlich nur mit dem eigenen Webserver kommuniziert. Dazu ist allerdings physischer Zugriff auf das Gerät erforderlich.

STAUBSAUGER HÖRT MIT

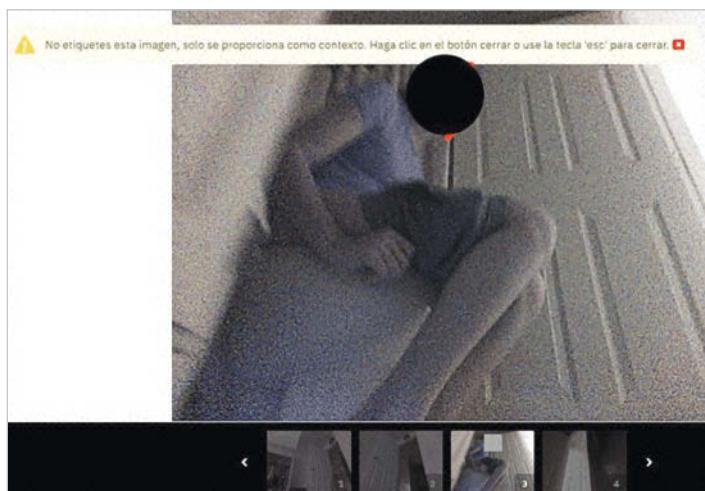
Mit dieser Technik gelang Sriram Sami von der University of Singapore mit seinen Kollegen im Jahr 2021 der bereits erwähnte besonders spektakuläre Hack: Sie kaperten einen Xiaomi-Staubsauger und zapften die Daten des Lidar-Sensors an, um Nutzer abzuhören (heise.de/s/6ILG).

Es klingt wie bei James Bond: Lidar-Sensoren senden einen Infrarot-Laserstrahl aus und messen, wie lange es dauert, bis der reflektierte Strahl zurückkommt. Das Ergebnis ist eine dreidimensionale „Punktwolke“ der Umgebung. Daraus – und manchmal auch aus Kamerabildern oder anderen Sensordaten – erstellt der Roboter normalerweise eine Karte der Umgebung. Schwingt ein Objekt, zum Beispiel eine Fensterscheibe, weil Schallwellen darauf treffen, lassen sich diese Schallwellen theoretisch aus den Lidar-Daten wieder rekonstruieren.

In der Praxis war die Attacke allerdings nicht ganz so beeindruckend: Sami und seine Kollegen mussten den normalerweise rotierenden Infrarot-Laserstrahl stoppen, um überhaupt Audiosignale zu erhalten. Doch selbst dann reichte die Qualität nicht aus, um Personen abzuhören. Deshalb ließen die Sicherheitsspezialisten ein tiefes neuronales Netz nach Mustern in den Daten suchen. So konnten sie mit einer Genau-



Menschliche Clickworker haben Kamerabilder eines Roomba beschriftet. Mit den so angereicherten Daten wird Bildverarbeitungssoftware trainiert. Offenbar sollen die Roboter mehr über ihre Umgebung lernen.



Hätte eigentlich nie ins Internet gelangen dürfen: Kamerabild eines iRobot-Testroboters, der Daten sammelt, mit denen Software trainiert werden soll.

igkeit von 70 Prozent gesprochene Zahlen (zum Beispiel Pins), Musik aus Trailern bestimmter Fernsehsendungen oder das Geschlecht der sprechenden Person erkennen.

Seither sind keine weiteren Artikel erschienen, die über ähnlich spektakuläre Hacks berichten. Haben die Hersteller daraus gelernt? Ja und nein, sagt Prof. Ahmad-Reza Sadeghi, Leiter des System Security Lab an der TU Darmstadt, der mit seinem Team seit vielen Jahren zur Sicherheit im Internet der Dinge (IoT) forscht. Im Jahr 2019 hatte ein Dok-

„Die Tester haben der Datensammlung ja zugestimmt.“

torand von Sadeghi selbst über den erfolgreichen Hack eines damals populären Staubsaugerroboters berichtet. Die Sicherheitsspezialisten konnten die Roboter über das Internet aktivieren und Wohnungsgrundrisse herunterladen.

„Natürlich haben wir daraufhin den Hersteller kontaktiert“, sagt er. „Aber die haben zunächst nur geschrieben, das würde sie nicht interessieren. Erst als sich die Geschichte in den sozialen Medien verbreitete und es erste negative Reaktionen von chinesischen Kunden gab, haben sie etwas geändert.“ Generell habe sich das Sicherheitsniveau der Geräte verbessert, aber es gebe noch viel zu tun. „Viele Lücken werden geschlossen, ohne dass die Öffentlichkeit davon etwas mitbekommt.“

„Es sind eher die kleinen Firmen mit besonders innovativen Produkten, die Sicherheit manchmal vernachlässigen“, sagt Sadeghi. Insgesamt gäbe es aber mehr Material und viel mehr Erfahrung in Sicherheitsfragen. Generell würden die großen Anbieter immer besser darin. Doch genau diese Entwicklung sei auch zweischneidig: „Die großen Firmen bekommen immer mehr Datenmacht. Und wir haben ja gesehen, was passieren kann, wenn ein Konzern wie Facebook alle unsere Daten kontrolliert.“

VERLORENE DATEN

Tatsächlich sind es nicht immer Hacks, die smarte Geräte zu Überwachungsmaschinen machen. Im Herbst 2020 posteten Gigworker in Venezuela eine Reihe von Fotos in Onlineforen, in denen sie sich über ihre Arbeit austauschten. Die Fotos zeigten alltägliche, wenn auch manchmal intime Szenen aus dem Haushalt, aufgenommen aus niedrigen Blickwinkeln – darunter auch einige, die man eigentlich nicht im Internet sehen möchte. Auf einem besonders freizügigen Bild sitzt eine junge Frau in einem lavendelfarbenen T-Shirt auf der Toilette, ihre Shorts sind bis zur Mitte der Oberschenkel heruntergezogen.

iRobot bestätigte, dass diese Bilder von seinen Roombas im Jahr 2020 aufgenommen wurden. Sie stammten alle von „speziellen Entwicklungsrobotern mit Hardware- und Softwaremodifikationen, die es bei iRobot-Verbraucherprodukten nicht gibt und nie gegeben hat“, hieß es in einer Erklärung des Unternehmens. Die Bilder wurden dann an das Start-up Scale AI geschickt, das weltweit Clickworker einsetzt, um beispielsweise Audio-, Foto- und Videodaten von Einrichtungsgegenständen zu markieren und mit einem entsprechenden Label zu versehen. Mit den so aufbereiteten Daten wird dann Künstliche Intelligenz trainiert.

Eigentlich hätten diese Daten nie an die Öffentlichkeit gelangen dürfen. Dass die Clickworker, die für das Datenleck verantwortlich sind und damit gegen die Vertragsbedingungen von Scale AI verstößen haben, keine Aufträge mehr erhalten, dürfte für die Betroffenen nur ein schwacher Trost sein. Rein formell ist iRobot aber ohnehin fein raus, denn die Tester hätten der Datensammlung ja zugestimmt.

Laut iRobot waren die Geräte mit einem hellgrünen Aufkleber mit der Aufschrift „Videoaufnahme läuft“ versehen, und es sei Aufgabe der bezahlten Tester, „alles, was sie für sensibel halten, aus dem Raum zu entfernen, in dem der Roboter arbeitet, einschließlich Kindern.“

Wer befürchtet, dass iRobot zu leichtfertig mit Daten umgeht, den dürfte die Nachricht, dass Amazon iRobot für 1,7 Milliarden Dollar übernehmen will, nicht beruhigen. Die Zustimmung der US-Aufsichtsbehörde Federal Trade Commission (FTC) steht noch aus, und auch in Europa wird die Übernahme kartellrechtlich geprüft.

Doch so oder so, der Appetit auf Daten wird in den kommenden Jahren noch zunehmen. Staubsauger sind nur eine winzige Untergruppe der vernetzten Geräte, die sich in unserem Leben ausbreiten. Die größten Hersteller von Staubsaugerrobotern – darunter iRobot, Samsung, Roborock und Dyson – haben Ambitionen, die weit über die automatische Bodenreinigung hinausgehen.

Mario Munich, damals Senior Vice President of Technology bei iRobot, erklärte 2018 die Ziele des Unternehmens in einer Präsentation zum Roomba 980, dem ersten Staubsauger des Unternehmens mit Kamera und Bildverarbeitung. Darin zeigte er unter anderem, wie eine Küche mit Tisch, Stühlen und Hockern vom Gerät wahrgenommen und etiket-

„Viele Lücken werden geschlossen, ohne dass die Öffentlichkeit davon etwas mitbekommt.“

tiert wird. „Die Herausforderung ist nicht das Staubsaugen“, erklärte Munich. „Wir wollen die Umgebung kennen, um die Arbeitsweise des Roboters zu verändern.“

Was das bedeuten könnte, wird deutlich, wenn man sich anschaut, was die Clickworker von Scale AI zu beschrifteten hatten – nicht etwa Gegenstände auf dem Boden, die zu meiden sind (eine Funktion, mit der iRobot wirbt), sondern auch Schränke, Arbeitsplatten und Regale. Sie sollen Roombas der J-Serie helfen, den gesamten Raum zu erkennen, in dem sie arbeiten.

Hersteller von Staubsaugerrobotern investieren bereits in weitere Funktionen und Geräte, die uns einer robotergestützten Zukunft näherbringen werden. Die neuesten Roombas können über Nest und Alexa sprachgesteuert werden und erkennen über 80 verschiedene Objek-

te im Haus. Der Deebot X1 von Ecovacs verfügt über ein eigenes Sprachassistentensystem, und Samsung ist eines von mehreren Unternehmen, die „Companion Robots“ entwickeln, die dem Menschen Gesellschaft leisten. Miele bringt neben dem Robot-Sauger RX2 Scout Home Vision auch andere intelligente Geräte wie den kamerabestückten Backofen auf den Markt.

„Was wir heute sehen, ist erst der Anfang“, sagt Sicherheitsexperte Sadeghi. „In Zukunft werden intelligente Geräte mehr und mehr direkt in die Häuser integriert – nicht einzelne Geräte agieren dann, sondern die gesamte smarte Umgebung. Mit intelligenter Konnektivität und KI, die auf cyber-physische Systeme zugreift, werden wir ein viel größeres Problem haben als heute mit separaten Geräten.“ ●

DEEP TECH AWARD 2023

Das sind die Preisträger:innen



Am 6. Juli 2023 fand zum achten Mal die Preisverleihung des Deep Tech Awards im Spindler & Klatt in Berlin statt. Wirtschaftssenatorin Franziska Giffey überreichte die Auszeichnung in den fünf Kategorien an folgende Berliner Unternehmen.

Weitere Informationen zu den Gewinner-Teams sowie allen 13 Finalists erhalten Sie unter:

berlin.de/deeptech

<https://twitter.com/deeptechberlin>

<https://www.linkedin.com/company/deep-tech-berlin/>

- Künstliche Intelligenz:
Bearcover GmbH
- Social & Sustainable Impact:
Yonicore by CoreCreation UG
- Web3 – DLT, Blockchain, NFT & Metaverse:
LI.FI Service GmbH
- IoT / Industrie 4.0:
AssistMe GmbH
- IT-Security:
Neofonie GmbH

Woher bekommt Europa künftig seine Energie? 20 Millionen Tonnen Wasserstoff werden 2030 voraussichtlich für Heizungen, Kraftwerke und Basischemikalien benötigt. Grüner Wasserstoff soll vor allem aus Afrika importiert statt vor Ort produziert werden. Auch die Stromgewinnung an Verkehrswegen hierzulande ist dürftig – an der Technik liegt es nicht.

Dossier

THEMA

STROMERZEUGUNG

- 93 ENERGIEWENDE • Wer liefert grünen Wasserstoff?
- 96 INTERVIEW • Muster des Kolonialismus
- 98 VERKEHRSWEGE • Energieerzeugung erschreckend unambitioniert

© Copyright by Heise Medien.

Wer liefert Wasserstoff?

All der grüne Wasserstoff, den Europa für seine Energiewende braucht, soll vor allem aus Afrika kommen – wünscht sich zumindest die Bundesregierung. Doch das ist riskant. Grüner Wasserstoff aus Deutschland könnte eine bessere Lösung sein. – Bernd Müller

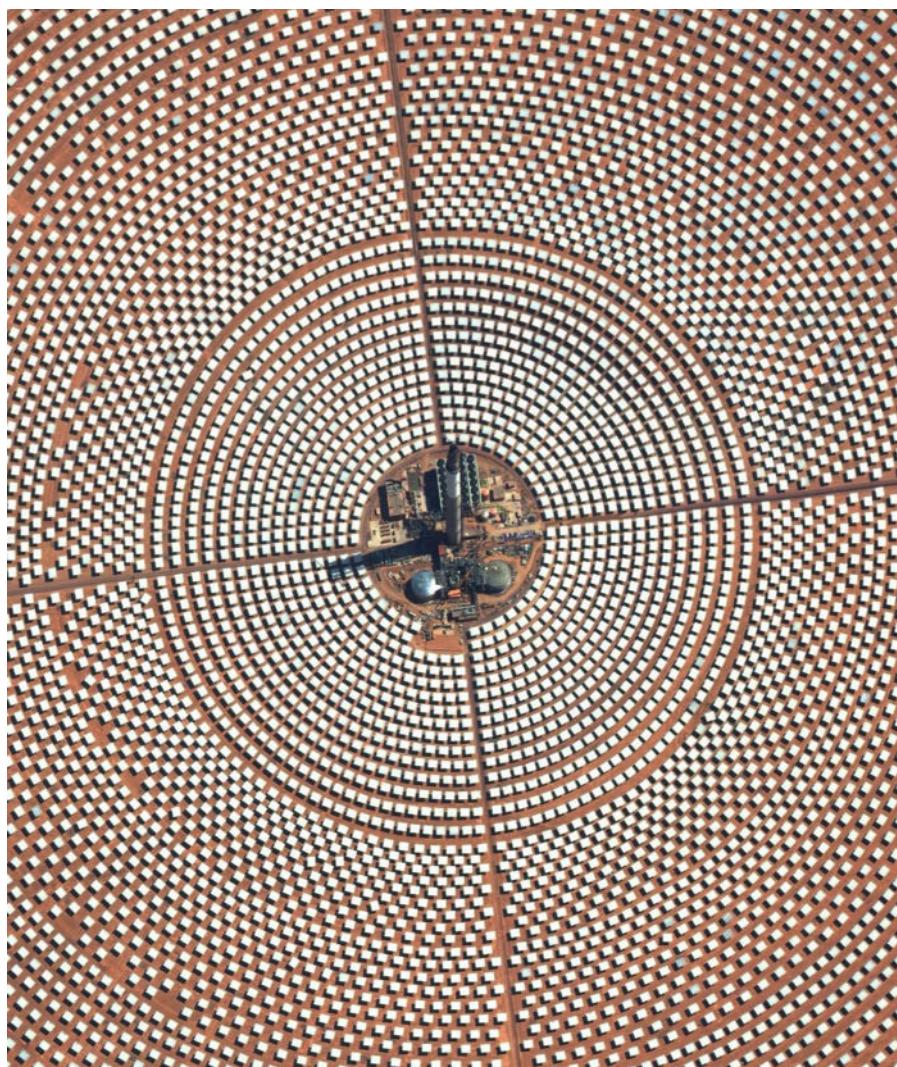


Foto: AFP / Getty Images

Foto: Maxar / Getty Images



Das Solarkraftwerk Ain Beni Mathar, ebenfalls in Marokko, erzeugt mit Parabolrinnen auf knapp 90 Hektar rund 20 Megawatt.

Beim Solarturmkraftwerk Noor III in Marocco reflektieren Spiegel auf mehr als 600 Hektar das Sonnenlicht auf einen 240 Meter hohen Turm. Es kann bis zu 140 Megawatt erzeugen. Mit dem Strom ließe sich auch Wasserstoff erzeugen und exportieren.

„Länder des globalen Südens sollten grünen Wasserstoff erst exportieren, wenn sie selbst klimaneutral sind.“

Europa braucht Wasserstoff. Viel Wasserstoff. Rund 20 Millionen Tonnen im Jahr 2030 – zur Feuerung in Heizungen und Kraftwerken oder als Basis für Ammoniak oder synthetische Kraftstoffe vor allem für die Luftfahrt. Das leichte Gas muss dazu in Elektrolyseuren mit erneuerbarem Strom hergestellt werden. In Europa gibt es diesen grünen Wasserstoff bisher nur in homöopathischen Mengen.

Dann importieren wir ihn halt, zum Beispiel aus Nordafrika, sagen viele. Energie aus Nordafrika? Das klingt nach Desertec. Das ambitionierte Projekt wurde 2009 mit großem Tamtam aus der Taufe gehoben und als Lösung vieler europäischer Energieprobleme gefeiert. Ein Ideengeber war Franz Trieb vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Stuttgart, der mit der Studie TRANS-CSP die Basis für Desertec legte (heise.de/s/dKg6).

Aber etwas lief schief. „Viele haben unsere Studie nicht verstanden“, klagt Jürgen Kern, der am DLR zusammen mit

Trieb Konzepte zu vernetzten Energiesystemen erforscht. So sei das Konzept eines riesigen Strom-Verbundnetzes, das Nordafrika mit Europa verbindet, kein Vorschlag aus der Studie gewesen. Der Anfang vom Ende von Desertec kam schon 2011 mit dem Arabischen Frühling, der einige Länder Nordafrikas ins Chaos stürzte und der bis heute Planungen für alternative Energieerzeugung riskant macht.

MOLEKÜLE STATT ELEKTRONEN

Desertec ist tot. Oder doch nicht? Kern kann sich eine Auferstehung des Projekts gut vorstellen. Statt Strom nach Europa zu liefern, könnte in den Ländern auch Wasserstoff erzeugt und verschifft oder per Pipeline transportiert werden. „Sollten wir Moleküle oder Elektronen transportieren?“, fragt Kern in der Studie *MENA-Fuels*, die das DLR mit Partnern Anfang des Jahres publiziert hat (heise.de/s/orxA). MENA steht für Naher Osten

und Nordafrika. Die Studie stellt die Frage: Wo soll Europa Anlagen bauen, um grünen Strom für die Herstellung von Wasserstoff und Folgeprodukten wie Synfuels und Ammoniak zu erzeugen?

Zunächst haben die Autoren untersucht, wo es überhaupt Flächen gibt, um genügend Strom und daraus Wasserstoff zu erzeugen. Dieser Teil liefert die beste Nachricht: Die MENA-Region kann viel mehr davon exportieren, als Europa verbrauchen könnte, und dennoch ihren Eigenbedarf decken. In der Studie wurde das für den Verkehrssektor durchgerechnet: Allein Photovoltaik und solarthermische Kraftwerke könnten rund 200-mal mehr Energie liefern, als alle Fahrzeuge in Europa im Jahre 2050 bräuchten. Der weitaus höhere Wasserstoffbedarf für die Industrie ist darin allerdings noch nicht enthalten.

Die Euphorie wird allerdings gedämpft, wenn die Autoren die Länderrisiken in der MENA-Region bewerten. Die hängen vor allem von den Investi-



Länderrisiken für erneuerbare Energien. In den Risiko-Score fließen unter anderem regulatorischer Rahmen, erfolgreich realisierte Großprojekte, Stromgestehungskosten sowie politische Stabilität ein. Das günstigste Risiko hat Marokko mit 75 Punkten, gefolgt von Jordanien mit 77 Punkten. Die Abschätzung des Wuppertal Instituts beruht auf einem „Business as usual“-Szenario, also der Annahme, dass sich an den Rahmenbedingungen künftig wenig ändern wird.

tionskosten ab, mit denen ein Unternehmen rechnen müsste, das an einem bestimmten Ort zum Beispiel eine Photovoltaikanlage plus Elektrolyseur plus Transportkapazität für Wasserstoff bauen möchte. Die Schwankungsbreite ist enorm. Während sich das Unternehmen in einem politisch stabilen Land wie Spanien das Geld für etwa sechs Prozent Zinsen leihen könnte, müsste es in manchen Ländern mit bis zu 30 Prozent rechnen. Auch wenn die Sonne lacht: In Syrien würde heute niemand auch nur einen Cent in so etwas investieren.

DOPPELAUKTIONEN FÜR HERSTELLER UND ABNEHMER

Und selbst wenn der Wasserstoff bald nach Europa fließt: Es gibt hier derzeit kaum Abnehmer und damit keinen Markt für grünen Wasserstoff. Timo Bollerhey und Markus Exenberger haben da eine Idee: Auktionen. Genauer: Doppelauktionen. Dazu haben die beiden die Stiftung H2Global gegründet. In einer ersten Auktion kauft sie außerhalb Europas grünen Wasserstoff oder Folgeprodukte wie Ammoniak oder Synfuels. Den Zuschlag erhält, wer die größte Menge dauerhaft für einen bestimmten Preis liefern kann. Die Plattform garantiert die Abnahme für zehn Jahre, das schafft Planungssicherheit für Investoren.

In einer zweiten Auktion werden der Wasserstoff und seine Derivate an die Nutzer in Europa weiterverkauft. Die Fristen dort sind kurz, in der Hoffnung, dass die Preise in den kommenden Jahren steigen werden. Dennoch: Die Einkaufspreise in der ersten Auktion werden erst mal höher sein als die Verkaufspreise in der zweiten, weshalb die Bundesregierung die ersten Auktionsrunden mit Subventionen unterstützen wird. Die EU hat nachgezogen und die Europäische Wasserstoffbank gegründet. Diese wird mit H2Global verzahnt, beide werden gemeinsam Auktionen anbieten und die EU-Länder können eigene Auktionen über H2Global starten.

WASSERSTOFF AUS DEUTSCHLAND

Die Bemühungen um grünen Wasserstoff aus aller Welt sind so intensiv, dass kaum jemand fragt, ob dieser nicht auch in Deutschland erzeugt werden könnte. Tatsächlich spräche vieles dafür, unter anderem ein konkurrenzfähiger Preis, wie das Wuppertal Institut kürzlich in einer Meta-Studie berechnet hat (heise.de/s/3pDo). Ove Petersen, Mitgründer und CEO von GP Joule, wirft der Politik vor, zu sehr am alten Denken zu kleben: Bisher mussten wir Erdgas importieren, weil wir selbst keines haben, in Zukunft importieren wir Wasserstoff, weil wir den auch nicht haben, weil uns der Strom fehlt. Doch das stimme nicht, rechnet Petersen vor. Aus seinem Büro in Husum blickt der Agraringenieur auf einen Windpark, der seit 15 Jahren immer häufiger abgeregelt wird, weil das Stromnetz all die elektrische Energie gar nicht transportieren kann. Das Netz in Deutschland



Ein Brennstoffzellenbus tankt an der „eFarm“ im nordfriesischen Bosbüll aus Windstrom erzeugten Wasserstoff.

Die Schwankungsbreite der Zinsen ist enorm – je nach politischer Stabilität eines Landes liegen sie zwischen 6 und 30 Prozent.

schafft in der Spitzte eine Leistung von 80 Gigawatt, bis 2040 sollen Wind und Sonne aber 450 GW Strom erzeugen – derzeit sind Projekte für rund 100 GW in der Entwicklung, die in den nächsten Jahren ans Netz gehen werden.

Wie soll das funktionieren? „Nur mit Wasserstoff“, sagt Petersen. Der erbringe in Deutschland künftig wichtige Systemdienstleistungen, indem er überschüssigen Strom speichere und Wärme für Fernwärmennetze liefere. „Wasserstoff aus Namibia leistet das nicht, doch das blendet die Politik einfach aus.“

Dabei könnte Wasserstoff aus Deutschland sogar wertvolle landwirtschaftliche Fläche freimachen. Derzeit werden auf 2,6 Millionen Hektar Energiepflanzen für Biodiesel, Ethanol und Biogas angebaut. Ein Drittel davon mit Wind- und Photovoltaikanlagen bebaut, würde reichen, um den gesamten Energiebedarf Deutschlands zu decken – für Strom, Wärme, Mobilität und jede Menge Wasserstoff. 40 Wasserstoffprojekte hat GP Joule derzeit in der Entwicklung, nach dem Vorbild der „eFarm“ in Nordfriesland. Fünf Elektrolyseure an vier Standorten in der Nähe von Windparks beliefern zwei Wasserstofftankstellen in Husum und Niebüll. Dort tanken zwei Brennstoffzellenbusse und 30 Pkw, weitere 10 Busse und ein Lkw kommen bis Ende des Jahres hinzu. Die Abwärme fließt in ein Nahwärmennetz, das ein Dorf und einen Schweinestall beheizt.

Einen Import von Wasserstoff lehnt Ove Petersen nicht generell ab, als Mittel der Außenpolitik habe das seine Berechtigung. Doch die Länder des globalen Südens sollten grünen Wasserstoff erst exportieren, wenn sie selbst klimaneutral seien. „Sonst geht unsere Energiewende auf Kosten dieser Länder und für das Klima ist nichts gewonnen.“ ●

Muster des Kolonialismus

Franziska Müller ist Politikwissenschaftlerin und Professorin für Globalisierung und Klima-Governance an der Universität Hamburg. Zusammen mit der Doktorandin Johanna Tunn untersucht sie im Projekt H2Politics die sozioökologischen Risiken einer grünen Wasserstoffproduktion im globalen Süden. – Bernd Müller

Worum geht es in H2Politics?

Müller: Wir machen eine Risikobewertung zu 29 Ländern, die von der Bundesregierung als Standorte für die Produktion von grünem Wasserstoff favorisiert werden. Risiken sind zum Beispiel die Wasserversorgung, denn die Herstellung von Wasserstoff braucht große Mengen Wasser, was zu Wasserknappheit und zu steigenden Wasserpreisen führen kann. Auch Landkonflikte untersuchen wir, etwa den Bau von Anlagen in Naturschutzgebieten, wie es gerade in Namibia passiert. Dort hat Johanna Tunn jeweils 20 Interviews geführt mit Vertretern der Zivilgesellschaft, Gewerkschaften, Politik. Im Zentrum unserer Forschung steht die Frage: Wie sieht eine sozial und ökologisch gerechte Versorgung mit Wasserstoff aus?

Was verstehen Sie unter „gerecht“?

Müller: Gerecht bedeutet: Die Produktion von Wasserstoff darf nicht zu Wasser- und Energiearmut der Bevölkerung führen oder bestehende Landkonflikte verschärfen. Diese Ge-

fahr besteht zum Beispiel in Niger, wo die Versorgung mit Wasser und Energie kritisch ist. Unsere Forschung thematisiert auch unsere historische Verantwortung. Wenn wir die Landflächen afrikanischer Länder nutzen, weil wir eine Dekarbonisierung nicht auf anderem Wege für machbar halten, kann das eine koloniale Note haben. Afrikanische Länder sehen sich auf die Rolle von Rohstoffproduzenten reduziert, wenn sie nur geringfügig an der Wertschöpfung beteiligt sind. Keinesfalls dürfen wir in alte Muster des Kolonialismus zurückfallen.

Das sehen die Politiker in Deutschland doch bestimmt genauso?

Müller: Wasserstoff-Diplomatie und eine gerechte Wasserstoff-Transition sind gerade ein Hype-Thema in der deutschen Politik. Schaut man aber genauer hin, welche Verträge vor Ort geschlossen werden, sieht es anders aus. Diese Verträge sind sehr von Eigeninteressen getrieben, sozioökologische Aspekte fallen unter den Tisch. Erst kommt der Wettbewerb, dann die technische Energiesicherheit und erst zuletzt die Nachhaltigkeit. Und bei Nachhaltigkeit wird hauptsächlich an technische Kriterien gedacht und an die Reduktion von CO₂, nicht aber an sozioökologische Aspekte. Deutschland ist international führend beim Abschluss solcher Verträge und verfolgt dabei eine expansive Politik.

Frau Tunn, Sie sind gerade aus Namibia zurückgekehrt. Wie ist die Situation dort?

Tunn: In Namibia werden aktuell mehrere große, exportorientierte Wasserstoff- und Ammoniakprojekte sowie der Bau von Häfen und dazugehörigen Infrastrukturen geplant. Zum Beispiel hat ein Konsortium namens Hyphen eine Absichtserklärung mit der namibischen Regierung unterschrieben. Beteiligt am Konsortium sind die deutsche Enertrag und die Nicholas Holdings, ein Infrastrukturinvestor, der auf den britischen Virgin Islands ansässig ist. Für die Hyphen-Anlage sind 4000 Quadratkilometer im Tsau-||Khaeb-Nationalpark vorgesehen. Dort sollen ab 2026 pro Jahr 175 000 Tonnen Wasserstoff und eine Million Tonnen Ammoniak produziert werden, zwei weitere Ausbaustufen in dem Gebiet folgen. Neben



Landkonflikten und Wasserknappheit ist vor allem der große Bedarf an Entsalzungsanlagen für den Elektrolyseprozess ein bislang unterthematisiertes Problem, da diese zusätzliche Energie verbrauchen und ihre Schadstoffe im Meer und im Grundwasser landen könnten. Die sozial-ökologischen Kosten, wie Versalzung der Böden und Verlust endemischer Arten und Lebensräume, trägt die namibische Bevölkerung.

Warum macht Namibia das?

Tunn: Weil sich das Land davon Industrialisierung und Arbeitsplätze erhofft. Man möchte einer der ersten sein und die historische Gelegenheit nutzen, die sich durch den globalen Handel mit Wasserstoff eröffnet. Außerdem gibt es derzeit weltweit eine Düngemittelkrise, dafür möchte man das Ammoniak liefern. Es besteht jedoch die Gefahr, dass es sich um kurzfristige, prekäre Arbeitsverhältnisse handeln wird. In der neuen Wasserstoffstrategie wird zudem fast ausschließlich auf den Export nach Europa gesetzt und eine lokale Wertschöpfung scheint nicht geplant zu sein. Auch die Zivilgesellschaft wird in diese Prozesse nicht eingebunden.

„Erst kommt der Wettbewerb, dann die technische Sicherheit und erst zuletzt die Nachhaltigkeit.“

Gibt es Wasserstoff-Projekte im globalen Süden, wo alle diese Kriterien einer gerechten Transition erfüllt sind?

Müller: Bisher ist das nicht der Fall. Was mir aber Hoffnung macht: Die Bundesregierung befasst sich mit der Zertifizierung von grünem Wasserstoff, um entlang der Produktionskette für Transparenz zu sorgen. Das ist eine Forderung vieler umwelt- und Entwicklungspolitischer NGOs. Außerdem hat das Auswärtige Amt ein Projekt zur Wasserstoff-Diplomatie eingerichtet. Was weiterhin fehlt, ist ein intensiveres multilaterales Engagement sowie Kriterien, wie man das in praktische Politik umsetzt, etwa in Form von sozialen und ökologischen Klauseln für bilaterale Verträge mit den Lieferländern.

Kennen Sie Beispiele, wo das funktioniert?

Müller: Kanada und Australien könnten Vorbilder sein. Die Wasserstoffstrategien beider Länder legen großen Wert auf demokratische Entscheidungsprozesse, die insbesondere indigene Akteure einbeziehen. Gewerkschaften wirken ebenfalls mit und stellen Wissenstransfer und Arbeitsplatzbeschaffung in den Vordergrund. ●



Transforming Energy

husumwind.com

12. bis

› Onshore und Offshore

15. Sep

› Digitalisierung

2023

› Wasserstoff



Bundesverband WindEnergie



Power Systems



© Copyright by Heise Medien.



In Kooperation mit

Erschreckend unambitioniert

Energieerzeugung an Straßen, Schienen und Wasserwegen: Alle sind dafür, aber kaum einer macht's. An der Technik liegt es nicht. – Bernd Müller



Auf den Südportalen des Bosrucktunnels auf der A9 liefert eine 265-kW-Anlage künftig mehr als 240 000 Kilowattstunden Ökostrom pro Jahr. Der Strom wird direkt in den Tunnel eingespeist und dort verbraucht.

„Photovoltaik an und auf Bundesfernstraßen ist für die Bundesregierung ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Klimaneutralität.“ Wie sich Bundesverkehrsminister Volker Wissing das vorstellt, präsentierte er bei einem Pressetermin an der Rastanlage Hegau-Ost an der A81. Wissings Beitrag zur Verkehrswende ist ein 12 mal 14 Meter großes Solardach über einer Zufahrt zum Rasthof. 40 000 Kilowattstunden soll die Anlage pro Jahr liefern, ausreichend für zehn Vier-Personen-Haushalte. Mit solchen Anlagen möchte die Autobahn GmbH bis 2040 Klimaneutralität bei der Unterhaltung und dem Betrieb von Autobahnen erreichen.

Wissings Vorzeigeprojekt ist mit seinen 168 Quadratmetern einerseits erschreckend unambitioniert. Dass an Autobahnen, Gleisen und Wasserstraßen große Flächen brächten, die man für die Energieerzeugung nutzen könnte, betonen Experten seit Jahren. Andererseits ist es ein Schritt in die richtige Richtung. Wie es weitergehen könnte, sagt die Studie „Verkehrsträgerübergreifender Austausch von Erneuerbarer Energie“, die Ende letzten Jahres herauskam. Im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) haben die Autoren zusammengetragen, welche Optionen und Projekte es bereits gibt, von Lärmschutzwänden bis zu Autobahnparkplätzen. „Die Energieerzeugung in der Verkehrsinfrastruktur darf nicht länger ein Zusatz oder gar ein Gegensatz zur Aufgabe sein, Mobilität zu ermöglichen“, fordert Mitautor Ole Langniß. Sie sei vielmehr „selbst ein Ermöglicher von Mobilität“.

In der Studie gehen er und seine Mitautoren auch auf die Hemmnisse ein, warum bisher wenig mehr gebaut wurde als das PV-Dach in Hegau. Die Betreiber der Verkehrsinfrastruktur dächten nicht energiewirtschaftlich, für sie gehe es ausschließlich um störungsfreien Verkehr und um die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer. Gibt es nur die leisensten Zweifel, werden Maßnahmen zur Energieerzeugung geblockt. Das trifft dann etwa Lärmschutzwände, die den Lärm nicht schlucken, sondern reflektieren, wenn sie mit PV-Modulen bestückt werden. Oder es gibt bürokratische Hürden. So dürfen Ladesäulen ohne Baugenehmigung errichtet werden. Möchte man aber ein Dach darüber bauen, braucht man eine Baugenehmigung. Dabei wäre die Kombination aus Photovoltaik auf dem Dach und Ladeinfrastruktur eigentlich naheliegend.

BILANZKREISE FÜR DEN VERKEHR

Vielleicht fehlt den Besitzern und Betreibern von Verkehrsinfrastruktur auch einfach die Fantasie, was sie mit dem Strom anfangen können. In der BASt-Studie haben sich die Autoren deshalb auch mit dieser Frage befasst. Die Antwort ist einfach: Am besten wird der Strom dort verbraucht, wo er erzeugt wird, also zum Beispiel an Ladesäulen, Autobahnmeistereien oder Parkplätzen. Direktabnahme nennen es die Autoren – und so ist es auch in der Rastanlage im Hegau geplant.



Bei dieser Photovoltaik-Anlage an der Autobahn A94 im Landkreis Altötting sind die Module so flach auf einem Wall montiert, dass sie den Verkehr nicht blenden.



Die Photovoltaik-Straßenüberdachung „Demonstrator PV-SÜD“ an der Rastanlage Hegau-Ost ist Volker Wissings Vorzeigeprojekt.

Überhaupt ist Baden-Württemberg hier Vorreiter. Das Land hat ein Gutachten erstellt, ob und wie man die Eingänge von Straßentunneln zur Energieerzeugung verwenden kann. Die Antwort: Ja, kann man. Und am besten nutzt man den Strom für die Beleuchtung und die Belüftung im Tunnel. Photovoltaik ist dafür ideal, weil die Beleuchtung im Tunnel tagsüber heller sein muss als nachts, damit sich die Augen nicht zu sehr anpassen müssen. Um diese These zu überprüfen, werden nun zwei Tunnel mit Photovoltaik bestückt, die etwa 80 Prozent des Stroms liefern soll.

Die Direktabnahme ist nur eine Option. Die Studie schlägt auch „Bilanzkreise“ für den Verkehrs-

**„Mittler-
weile geht
es sogar uns
Projektent-
wickeln zu
schnell...“**

Gibt es nur die leisesten Zweifel, werden Maßnahmen zur Energieerzeugung geblockt.

sektor vor. Das sind virtuelle Gebilde, in die so viel Strom hineinfließt, wie verbraucht wird – die Bilanz muss zu jedem Zeitpunkt null sein. Alle Netzbetreiber in Deutschland wie auch alle Stromlieferanten haben solche Bilanzkreise – und auch größere Unternehmen. Diese Betriebe haben meist einen hohen Strombedarf, etwa in der Stahl- oder in der Chemieindustrie. Sie betreiben häufig eigene Kraftwerke und versuchen, die Erzeugung und den Verbrauch in ihrem Bilanzkreis so aufeinander abzustimmen, dass möglichst wenig Energie ins öffentliche Netz fließt oder von dort bezogen wird.

Geradezu dafür prädestiniert, das Konzept auf die Verkehrsinfrastruktur zu übertragen, wäre die Autobahn GmbH. Seit 2021 ist sie für Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung, Finanzierung und Vermögensverwaltung der Autobahnen zuständig. Solaranlagen an Rasthöfen oder Autobahnmeistereien würden einen Bilanzkreis bilden, der geografisch zum Beispiel ein Bundesland umfasst. Ein weiterer Kandidat für einen Bilanzkreis wäre die Binnenschiffahrt, die an Land einen hohen Energiebedarf hat, etwa für Schleusen oder in Häfen.

Komplizierter liegt der Fall bei der Deutschen Bahn, die seit jeher einen eigenen Bilanzkreis bildet. Das liegt daran, dass der Bahnstrom mit 16,7 Hertz eine andere Wechselstromfrequenz hat als das öffentliche Stromnetz mit seinen 50 Hertz. Der Strom wird eigens für diesen Zweck erzeugt. Das macht es für die Bahn unattraktiv, Photovoltaik-Kraftwerke für den Eigenverbrauch zu betreiben. Auch ist der Energiebedarf so hoch, dass die Bahn Strom nur erzeugt oder einkauft, wenn die Leistung über 20 Megawatt liegt. Die Strukturen der Bahn seien auf kleinteiligen Einkauf nicht ausgelegt, so Ole Langniß, und er fordert: „Dann sollte sie diese Flächen verpachten.“

Christian Mayr, der an der BASt-Studie beteiligt war, kennt weitere Fallstricke. Als Geschäftsführer von Kumantra Energy in Traunstein entwickelt er

Projekte für erneuerbare Energien – bei seinem vorigen Arbeitgeber MaxSolar etwa Photovoltaik-Anlagen an Straßen. Vorschläge für kleine PV-Anlagen zur Versorgung etwa von Signalanlagen würden regelmäßig mit der Begründung abgelehnt, dass die staatlichen Betreiber keinen Gewinn machen dürften und daher den Strom nicht verkaufen könnten. Auch hier könnte ein Bilanzkreis helfen. Der Stromverbrauch sei darin so hoch, dass ohnehin kaum Energie übrig bleibe. Liefere die Anlage zu viel Strom, würde sie abgeregelt. Sie lohne sich trotzdem.

TÜCKEN DER UMSETZUNG

Neben solchen bürokratischen Hürden gibt es auch Sicherheitsbedenken. So reflektieren Solarmodule Sonnenlicht so stark, dass Autofahrer geblendet werden könnten. Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg hat Module mit einer Antireflexschicht entwickelt. Bei herkömmlichen Modulen müssen Planer genau auf den Montagewinkel achten. Gelungen ist das bei einem Lärmschutzwand an der A94 nahe Neuötting, wo MaxSolar die Module so flach montiert hat, dass sie das Sonnenlicht zum Himmel spiegeln.

Unangenehm ist auch der Lärm, den PV-Module reflektieren. Eine Lärmschutzwand schützt zwar die Anwohner dahinter, der Schall wird aber durch die Module auf die Straße zurückgeworfen und kann die Anwohner auf der anderen Seite stören. Ebenfalls in Neuötting gibt es eine PV-Lärmschutzwand gegenüber eines Walds, der den Lärm schluckt. Hinter der Wand sind eine Siedlung und eine Schule, die den Strom direkt verbrauchen. „So eine Konstellation ist ideal, aber leider selten“, sagt Mayr.

Die größte aller Hürden sei allerdings die Akzeptanz der Bevölkerung, so Mayr. Der Ingenieur ist öfter bei Diskussionsrunden in Gemeinden und erlebt, woran es hakt. „Die Politik möchte die Erneuerbaren fördern, vergisst aber, die Be-

völkerung mitzunehmen“, so Mayr. Der gehe die Entwicklung zu schnell, sie fühle sich übergangen. In landwirtschaftlich geprägten Regionen sei die Konkurrenz um Flächen eine große Sorge. „Mittlerweile geht es sogar uns Projektentwicklern zu schnell, weil ständig neue Gesetze kommen, auf die wir reagieren müssen.“

Nicht immer hilft es, die Bürger mitzunehmen. Ein negatives Beispiel dafür ist Frasdorf im Landkreis Rosenheim. Dort wurde über Jahre ein Solarpark geplant und mit den Bürgern intensiv diskutiert. Die Stimmung schien gut und Bürgermeister Daniel Mair war optimistisch, dass der Gemeinderat das Vorhaben durchwinken würde. Dann der Schock: Mit sieben zu sieben Stimmen lehnte der Gemeinderat im Juni das Projekt ab. Es hätte Frasdorf rechnerisch zur ersten zu 100 Prozent mit erneuerbarer Energie versorgten Gemeinde im Landkreis gemacht. Das Gegenargument der Kritiker war auch hier der Verlust landwirtschaftlicher Fläche.

Der Solarpark sollte allerdings auf einer „privilegierten“ Fläche errichtet werden. Das „Gesetz zur sofortigen Verbesserung der Rahmenbedingungen für die erneuerbaren Energien im Städtebaurecht“ sieht vor, dass Flächen innerhalb von 200 Metern um Autobahnen und Schienen mit Photovoltaik bebaut werden dürfen, und zwar durch einen Bauantrag direkt beim Landratsamt. Das muss zustimmen, wenn keine öffentlichen Belange oder Ziele der Raumordnung entgegenstehen. „Im Zweifel bräuchten wir die Zustimmung des Gemeinderats gar nicht“, meint Albert Pastötter, Vorstand der VR Energie Genossenschaft Oberbayern Südost, denn an Frasdorf führt die Autobahn A8 unmittelbar vorbei. „Trotzdem wollen wir unser Projekt unbedingt nur gemeinsam und mit der Genehmigung des Rates umsetzen.“

Das Beispiel zeigt: Vielleicht ist das Ziel Klimaneutralität an Verkehrswege bis 2040 doch nicht so unambitioniert wie gedacht. ●

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

Redakteure/-innen: Aylin zur Borg (Social Media), Gregor Honsel, Andrea Hoferichter, Jennifer Lepies (Online), Dr. Jo Schilling, Dr. Wolfgang Stieler

Redaktionsassistent: Carmen Lehmann

Mitarbeiter dieser Ausgabe: Rebecca Ackerman, Susanne Donner, Eileen Guo, Alex Cameron Hall, Will Douglas Heaven, Manuel Heckel, Arian Khamene, Julia Kloiber, Holly Korbey, Eike Kühl, Matthias Lauerer, Jan Oliver Löfken, Jens Lubbadeh, Bernd Müller, Joy Lisi Rankin, Ben Schwan, Veronika Szentpétery-Kessler, Jan Vollmer

Coverillustration: Matthias Timm

Infografiken: Matthias Timm, Daria Yelistratova

Fotoredaktion: Marei Stade (Ltg.), Lara Bögner

DTP-Produktion: Matthias Timm (Ltg.), Vanessa Bahr, Dörte Bluhm, Lara Bögner, Beatrix Dedek, Madlen Grunert, Lisa Hemmerling, Steffi Martens, Marei Stade, Ninett Wagner, Daria Yelistratova, 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 Mühle, Falko Ossmann

Anzeigenleitung: Michael Hanke, Telefon: 0511/53 52-167, Fax 0511/53-200, 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; ermäßigtes Abo für Auszubildende, Schüler und Studenten (gegen Vorlage eines Nachweises) inkl. Versandkosten: Inland € 51,60, Österreich € 56,80, Schweiz CHF 103,20, restl. Europa € 60,80, restl. Ausland € 63,60. Das Plus-Abonnement – inkl. Zugriff auf die App für iOS und Android, auf Heise Magazine (www.heise.de/magazine/tr) sowie das Artikel-Archiv von Technology Review kostet pro Jahr € 9,10 (Schweiz CHF 11,50) Aufpreis. Der Bezug der Zeitschrift Technology Review ist im Mitgliedsbeitrag des Verbandes BVIZ e.V., des hightech presseclub e.V. und des Vereins Munich Network e.V. enthalten. Für VDI-, VBIO-, VDE-, GI- (Gesellschaft für Informatik), bdvb e.V., /ch/open und JUG Switzerland-Mitglieder gilt ein 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



c't MINIABO PLUS AUF EINEN BLICK:

- 6 Ausgaben als Heft, digital in der App, im Browser und als PDF
- Inklusive Geschenk nach Wahl
- Zugriff auf das Artikel-Archiv
- Im Abo weniger zahlen und mehr lesen



Jetzt bestellen:

ct.de/angebotplus



„Die Idee, mithilfe einer KI immer neue, sich endlos wandelnde Abenteuer zu entwerfen, hat Potenzial. Aber die Realität ist – noch – eher ernüchternd und nichts, was mich nächtelang wach halten könnte.“

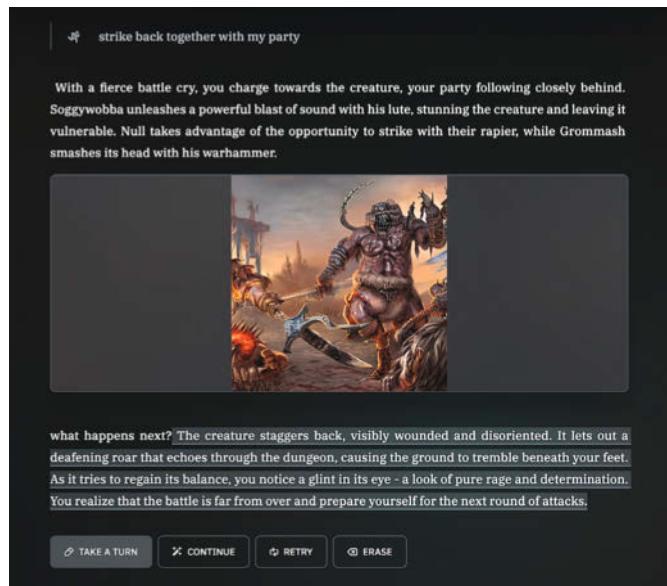
Wolfgang Stieler, TR-Redakteur, über das von GPT-3 gesteuerte Text-Adventure *AI Dungeon* (Seite 103)

Review

- 103 AUSPROBIERT • Das Rollenspiel *AI Dungeon* hat eine generative KI als Spielleiter
- 104 HARDWARE • Sterne im Smartphone • Robo-Hund für kleines Geld
- 108 MEDIEN • *Hyperschallbahn*, A. Scholz • *Die unheimliche Stille*, H. Lesch, H. Zaun
- 110 MEINUNG • Grüne Gentechnik macht noch keine grüne Wende
- 114 DER FUTURIST • Rock-'n'-Roll-Inkubator

Unendliche Geschichte

Bei *AI Dungeon* erfindet und leitet eine generative KI Spieler in Text-Adventures. Wohin führt sie mich?



Screenshot aus *AI Dungeon*. Der Text in der Mitte beschreibt die Situation. Über „Take a Turn“ kann man seine nächste Aktion auswählen. Das Kommando „Do“ gefolgt von einer Beschreibung der eigenen Aktion („Ich nehme mein Schwert“) interpretiert die KI als Prompt, um die Geschichte weiterzuspinnen. Mit „See“ erzeugt man ein Midjourney-Bild der aktuellen Situation.

„Pen and Paper“-Rollenspiele wie *Dungeons and Dragons* sind so etwas wie Urformen von Computerspielen. Es gibt einen – menschlichen – Spielleiter, der den Spielern sagt, wo sie gerade sind und was aus ihren Handlungen folgt. Die Grundlage für solch ein Abenteuer ist ein Modul: Ein schmales Heft, in dem das Szenario, die Raumpläne und natürlich alle Gegner beschrieben sind – und das nur der Spielleiter, der „Dungeon Master“, kennt. In den 1980er-Jahren entstanden daraus erste Text-Adventures am Computer, aber das ursprüngliche Genre ist bis heute lebendig.

Als OpenAI 2020 ausgewählten Unternehmen per API einen Zugang zu seinem Sprachmodell GPT-3 gewährte, ergriff auch das Start-up Latitude seine Chance. Die Idee: In *AI Dungeon* sollte GPT-3 die Rolle eines Dungeon Masters übernehmen. Technisch funktionierte das System wie erwartet, allerdings hatten weder die Entwickler noch OpenAI damit ge-

rechnet, dass für manche Fans der Reiz eines solchen Spiels in besonders bizarren Szenarien liegt – voller Sex und Gewalt. Nachdem OpenAI zwischenzeitlich den Zugang komplett gesperrt hatte, nutzt *AI Dungeon* nun eine gefilterte Version von GPT-3.5 und auch eigene Sprachmodelle.

Wie spielt sich das jetzt? Obwohl die meisten Sprachmodelle mehrsprachig sind, ist das Spiel nur auf Englisch verfügbar. Eine Basis-Version ist gratis. Für bessere Modelle, erweiterte Einstellungsmöglichkeiten und Bilderzeugung per Midjourney muss man zahlen.

Nach dem Einloggen kann ich zwischen Basis-Szenarien wählen: Fantasy oder Cyberpunk, Mistery oder vielleicht doch lieber was mit Zombies? Ich entscheide mich für den Klassiker, eine typische Fantasywelt mit Drachen, Kriegern und Zauberern, erstelle einen Charakter, und los geht es. Das System begrüßt mich mit einem kurzen Einführungstext, dann muss ich sagen, wie es weitergehen soll.

Eines gleich vorweg: Man darf keine Angst vor Klischees haben. Mein Charakter steht natürlich am „Eingang einer Höhle“, an deren Wänden „geheimnisvolle Schriftzeichen“ eingraviert sind. Es geht nach unten ins Dunkle, ich muss ein „magisches Buch“ finden, das wohl sehr mächtig ist, auf dem aber auch irgendein „schrecklicher Fluch“ lastet. Aber da unten ist nicht viel los. Ich versuche ein anderes Abenteuer. Wieder eine klassische Fantasywelt mit vielen „schrecklichen Kreaturen“. Diesmal ist es ein Multiplayer – ich gehe als Teil einer Gruppe in eine Höhle. Da taucht auch gleich ein erstes Monster auf, das wir gemeinsam bekämpfen. Die Kampfszenen werden wortreich beschrieben, aber echte Spannung will nicht aufkommen.

Die Idee, mithilfe einer KI immer neue, sich endlos wandelnde Abenteuer zu entwerfen, hat Potenzial. Aber – noch – ist die Realität eher ernüchternd. *AI Dungeon* ist eine interessante Idee, die man im Auge behalten muss. Im Moment aber nichts, was mich nächtelang wach halten könnte.



Wolfgang Stieler, TR-Redakteur, hat schon zu Uni-Zeiten Fantasy-Rollenspiele gemocht, findet die KI-Version solcher Spiele aber noch ausbaufähig.

ROBOTIK

Hunde für Hacker

Gute Nachrichten für alle, die gerne mit dem Roboterhund Spot von Boston Dynamics experimentieren würden, aber keine 75 000 Dollar übrig haben. Der XGO Mini2 von Luwu Dynamics ist eine kleine Open-Source-Variante für Bastler und Heimanwender.

Im Kopf des Roboters sitzt ein Raspberry Pi 4 Compute Module, das über ein Erweiterungsboard zwölf Servomotoren anspricht und Anschlüsse für weitere Sensoren bietet.

Die Software des XGO Mini2 basiert auf Python. Zwei Python-Bibliotheken ermöglichen es, sämtliche Sensoren und Motoren des Roboters direkt anzusprechen. Um das Programmieren zu erleichtern, hat der Hersteller eine grafische Programmieroberfläche entwickelt, die direkt im Webbrowser genutzt werden kann.



Produkt: XGO Mini2
Hersteller: Luwu Dynamics
Preis: 1152 Euro

Produkt: Hestia
Hersteller: Vaonis
Preis: 189 Dollar
(ohne Stativ),
229 Dollar
(mit Stativ)



ASTRONOMIE

Sterne sehen

Das Vaonis Hestia macht aus einem Smartphone ein Teleskop. Im Gehäuse des Gerätes befinden sich sechs Linsen, die das Licht auf den Kamerasensor lenken. Weil das Teleskop auf ein Okular verzichtet, misst es nur $17 \times 25 \times 5,5$ Zentimeter, ist damit etwa so groß wie ein Buch und kostengünstig. Das Smartphone wird durch Magneten auf dem Teleskop fixiert. Montiert wird das Ganze dann auf einem normalen Kamerastativ. Die Qualität der geschossenen Sternenbilder ist naturgemäß von der Kamera des Smartphones abhängig.

Eine mitgelieferte App vereinfacht das Finden bestimmter Himmelskörper. Sie führt den Benutzer durch die Ausrichtung des Teleskops, um beispielsweise eine bestimmte Galaxie einzufangen. Das Projekt hat sein Finanzierungsziel auf Kickstarter übertroffen. Erste Exemplare sollen ab Dezember 2023 geliefert werden.

VERKEHR

Verteilte Lasten

Die Koblenzer Fahrradschmiede Ca Go Bike hat für ihr elektrisches Lastenrad CS ein ungewöhnliches Design gewählt. Das Bike hat drei Gepäckträger: einen vorne, einen hinten und einen besonders geräumigen Träger mittig zwischen Schaltung und Vorderrad. Dieser eignet sich aufgrund seiner niedrigen Position besonders gut für schwere Lasten. Da der Lenker um eine Radlänge zurückversetzt wurde, setzt ein Seilzugsystem die Lenkimpulse um. Fahrgefühl und Wendekreis des CS sollen sich jedoch kaum von einem normalen Zweirad unterscheiden.

Insgesamt ist das Bike für 75 Kilogramm Zuladung ausgelegt. Angeboten wird es mit 545 oder 725 Wattstunden-Akkus und einem Motor von Bosch mit kräftigen 85 Newtonmetern.

Produkt: Ca Go CS 100/150/200
Hersteller: Ca Go Bike
Preis: Ab 5590 Euro



© Copyright by Heise Medien.

FREIZEIT

Kleine Wasserwerfer

Früher gab es Wasserpistolen. Heute gibt es Minikanonen mit elektronischer Steuerung und Display. Das Start-up Spyra arbeitet seit 2017 an solchen „Wasserpistolen der Zukunft“. Die aktuellen Modelle des Herstellers, Spyra Two und Spyra Three, versprühen Wasser in kompakten Stößen, sogenannten Water Blasts, die das Ziel auf bis zu 15 Meter treffen.

Dafür ist in der Spyra allerlei Elektronik verbaut: Der Akku der Wasserpistole wird mittels USB-C-Ladekabel an der unteren Seite des Griffstücks geladen. Er speist eine elektrische Pumpe, mit der die Pistole eine Gummiblase in zehn Sekunden mit Wasser füllt. Ein Display zeigt den „Ladestand“. Ein pneumatischer Zylinder liefert den notwendigen Druck für die Wassergeschosse. Ein Treffer ist nach Angaben des Herstellers „spürbar, aber haut Dich nicht um“. Für kleinere Kinder ist das eher nicht geeignet.



Produkt: Spyra Two / Three

Hersteller: Spyra

Preis: Spyra Two: 139 Euro, Spyra Three: 143 Euro

Produkt: Vaha S / Vaha X

Hersteller: Vaha

Preis: Vaha S 199 Euro / Monat,

Vaha X 249 Euro / Monat



FITNESS

Training on Demand

Der Fitness-Spiegel von Vaha soll Online-Live-Workouts von zu Hause aus vereinfachen. Ausgestattet ist der smarte Spiegel mit einem Full-HD-Touchscreen von 32 oder 43 Zoll, auf welchem Live-Workouts, Videos oder Videocalls angezeigt werden. Um diese Videocalls zu ermöglichen, ist eine Full-HD-Weitwinkelkamera im oberen Rahmen verbaut. Das größere Modell kann an der Wand befestigt werden, während der kleinere Spiegel nur frei stehen kann.

Das Produkt ist auf eine monatlich bezahlbare Mitgliedschaft ausgelegt, in der Livestreams mit Fitnessstrainern, aufgezeichnete Videos und ein monatlicher Videocall mit einem Personal Trainer enthalten sind. Zusätzliche Personal Trainings können für 49 Euro pro Session dazugebucht werden.

ENERGIE

Auf Empfang ohne Strom

Fällt im Katastrophenfall der Strom für längere Zeit aus, ist ein Kurbelradio ein praktischer Helfer. Man kann sich so nicht nur über die Situation informieren, sondern auch andere Geräte aufladen.

Das Noxon Dynamo Solar 411 ist solch ein Digital- und UKW-Radio mit Kurbeldynamo, Solarzellen und eingebauter – großzügig dimensionierter – Powerbank mit 4000 mAh. Sollte der Akku einmal entleert sein, reichen nach Angaben des Herstellers zwei Minuten Kurbeln für zehn Minuten Radiowiedergabe.

Das Radio ist nach IPX5 gegen Spritzwasser geschützt und gummiert, um es vor Schäden bei einem Sturz zu bewahren. Zudem hat es eine integrierte LED-Taschenlampe mit drei Helligkeitsstufen und ein Thermometer auf der Oberseite des Radios. Über Bluetooth 5.0 lässt es sich als Lautsprecher nutzen, und richtig laut wird es, wenn die Sirene der SOS-Funktion anspringt.



Produkt: Dynamo Solar 411

Hersteller: Noxon

Preis: 83,99 Euro

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



35394 Gießen

u.a. Biotechnologie, IT, Kreativwirtschaft, Social Entrepreneurship, Umwelt- und Nachhaltigkeit, Kommunikation u. Marketing

Technologie- und Innovationszentrum Gießen GmbH

Büro-, Labor- und Lagerflächen für Startups, Beratung, Weiterbildung, Events, Coworking, Foto- und Videostudio, Prototyping, Makerspace, kostenfreie Seminarräume und Parkplätze.

Tel.: +49 641 948226-0

Fax: +49 641 948226-29

E-Mail: info@tig-gmbh.de

www.tig-gmbh.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

Wasserstofftechnologie, Carbonfaser-technologie, Luft-/Raumfahrt, Mechatronik, Automation, Robotik, 3D Druck, Umwelttechnologie, Ressourceneffizienz.
Der Augsburg Innovationspark:
 Wir beschleunigen Innovationen in Produktionsfirmen! 70 Hektar Flächen neben der Universität, 14 Technologie-Forschungseinrichtungen, ein Technologiezentrum mit 3000 m² Technikumsflächen 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

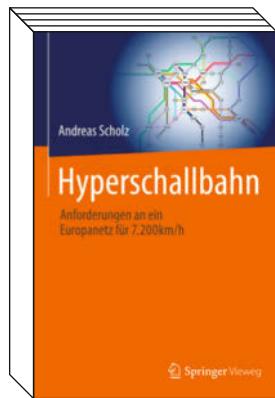
Umweltschutz/-technik, Technische Dienstleistungen, Informationstechnologie, Produktions- und Verfahrenstechnik
Technologie- und Innovationszentrum Ansbach
 Individueller Ausbau – Büros ab 16 m²
 Tel.: 0981 953838-0
 Fax: 0981 953838-38
 E-Mail: info@tiz-ansbach.de
www.tiz-ansbach.de

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.

Ein DB-Ingenieur hat sich ein Bahnsystem ausgedacht, gegen das Elon Musks Hyperloop Kinderkram ist. – Gregor Honsel

Mal eben nach Tokio



Andreas Scholz:
Hyperschallbahn – Anforderungen
an ein Europanetz für 7200 km/h,
Springer Vieweg, 271 Seiten,
24,99 Euro (E-Book: 19,99 Euro)

Vergessen Sie den Hyperloop. Vergessen Sie Überschallflieger. Hier kommt eine richtig große Vision: Ein weltumspannendes Netz aus großenteils unterirdischen Vakuumröhren, durch die Magnetschwebebahnen mit Überschallgeschwindigkeit schießen. Klingt wie technikverliebte Science-Fiction aus den Fünfzigern, ist aber eine ernst gemeinte Studie mit vielen Formeln und Tabellen im drögen Ingenieursduktus.

Der Autor Andreas Scholz ist als Ingenieur bei der DB Netz für die Investitionsplanung zuständig. Er kennt sich also bestens aus. Entsprechend detailverliebt sind seine Ausführungen, etwa bei der Berechnung der möglichen Spitzengeschwindigkeit: Will man den Passagieren nicht mehr als eine Längbeschleunigung von 3 m/s^2 zumuten (etwa vergleichbar mit einem Mittelklassewagen) und legt man einen Stationsabstand von 300 bis 400 Kilometern zugrunde, ergibt sich daraus ein maximales Tempo von 7200 km/h (knapp sechsfache Schallgeschwindigkeit). Das ist schnell genug, um praktisch jede Station der Welt innerhalb von 150 Minuten zu erreichen, täglich von Paris nach London zu pendeln oder mal eben zu einem Meeting nach Tokio zu rauschen.

In diesem Stil geht es weiter: Aufgrund der maximal zumutbaren Fliehkräfte berechnet der Autor mögliche Kurvenradien für die Trassen und bezieht dabei sogar die Erdkrümmung mit ein (negative g-Kräfte, die den Passagier aus dem Sitz ziehen, sind schließlich besonders unangenehm). Er beziffert die Größe der Züge, ihre Zahl und ihre Taktung. Er stellt Überlegungen an, bei welchem Luftdruck das System am effizientesten ist (zwei Millibar) und wie oft die Röhren gewartet werden müssen (täglich 172 Minuten in den Nachtstunden). Bereits 2060 soll, so seine Vorstellung, ein europaweites Kernnetz in Betrieb gehen, bis

2085 soll es weltweit auf 58 Stationen und 59 807 Kilometer ausgebaut werden. Gegenüber Interkontinentalflügen könne man dann 43 Prozent an Zeit einsparen, wodurch der Luftverkehr weitgehend überflüssig werde, schreibt Scholz.

Das Buch ist ein Monument des Glaubens an die Berechenbarkeit der Welt. Scholz gibt zwar zu, dass einige Prognosen „mit großen Unsicherheiten behaftet“ seien. Das hindert ihn aber nicht daran, die Kosten für Bau und Betrieb des europäischen Netzes bis 2160 mit genau 25 278 Milliarden Euro zu veranschlagen. Diese „äußerst hohen Kosten“ seien „mit einem dauerhaft hohen Ertragspotenzial verbunden“, glaubt Scholz. Um diese Einnahmen zu ermitteln, extrapoliert er einfach das Passagieraufkommen der entsprechenden Flugstrecken über fast 140 Jahre hinweg. Dies gleicht dem Versuch, schon aus dem Auto-Patent von Carl Benz die heutigen Kosten des Autoverkehrs einschließlich Straßenbau, Umweltschäden, Kreditzinsen, Spritpreisen und Ölwechselintervallen vorhersagen zu wollen.

Bei der Lektüre wechseln sich Bewunderung und Kopfschütteln miteinander ab. Bewunderung, weil sich jemand traut, eine wirklich große Vision bis in die kleinsten Einzelheiten zu durchdenken. Kopfschütteln, weil nichts von der schnöden Realität verkehrspolitischer Großprojekte zu diesem hübsch durchkalkulierten Zahlengespinst durchzudringen vermag. Wenn schon der Bau eines schlichten Flughafens ein Jahrzehnt länger dauert als geplant, wenn eine Industrieland wie Deutschland nicht einmal ihre bestehenden Gleise in einem befahrbaren Zustand halten kann, und wenn selbst die Einführung des Deutschlandtakts offenbar nicht vor 2070 zu machen ist – wäre da nicht etwas prognostische Demut angebracht?

GESCHICHTE

Die Freiheitsmaschine

Evgeny Morozov ist bekannt als brillanter Analytiker und scharfer Kritiker von Big Tech. In seinem neuen Podcast *The Santiago Boys* kann man einen ganz anderen Morozov kennenlernen. Einen begeisterten Erzähler einer großen Geschichte.

Und was für eine: Die „Santiago Boys“, eine Gruppe junger Ingenieure, entwarfen 1970 für den damaligen chilenischen Präsidenten Salvador Allende ein kühnes Projekt: Cybersyn. Während die USA alles daran setzen, Allende zu stürzen, engagieren die Chilenen den britischen Business-Berater Stafford Beer, der die Theorie des kybernetischen Managements entworfen hatte. Sie wollen eine neue Wirtschaftsordnung etablieren, eine soziale und demokratische Alternative, in der Computer keine Instrumente zur Überwachung und Unterdrückung sind, sondern „Liberty Machines“, Maschinen, die Freiheit produzieren.

Morozov erzählt die Geschichte bis zum blutigen Ende – dem Militärputsch von 1973 – in neun Episoden. Ein Stück Geschichte, das auch etwas über eine mögliche Zukunft verrät. – Wolfgang Stieler



Evgeny Morozov:
The Santiago Boys,
the-santiago-boys.com

ASTRONOMIE

Ist da jemand?

Sind wir allein im Universum? Wenn wir uns die ungeheure Größe des Weltalls und die riesige Vielzahl von Sternen und Planeten vor Augen halten, scheint das ziemlich unwahrscheinlich. Aber warum hören und sehen wir dann nichts von außerirdischen, intelligenten Zivilisationen?

In *Die unheimliche Stille* erzählen Harald Lesch und Harald Zaun von den Wissenschaftlern, die seit mehr als 50 Jahren versuchen, diese Frage zu beantworten: vom Astronomen Frank Drake etwa, der eine Formel entwickelte, um die mögliche Anzahl außerirdischer Zivilisationen abzuschätzen – und der 1974 auf eigene Faust vom Radioteleskop Arecibo eine Botschaft ist All senden ließ. Oder von Carl Sagan, der als begnadeter Sachbuchautor die SETI-Initiative für die Suche nach Außerirdischen bekannt und populär gemacht hat.

Dass Lesch und Zaun selbst ganz tief in dieser Szene drinstecken, ist dem Buch auf jeder Seite anzumerken. Doch die Lektüre lohnt sich auch für Skeptiker, denn ganz nebenbei erfährt man eine ganze Menge über das Universum. – Wolfgang Stieler



Harald Lesch,
Harald Zaun:
*Die unheimliche
Stille*, Herder Ver-
lag, 336 Seiten,
24 Euro (E-Book:
18,99 Euro)

KLASSIKER NEU GELESEN

Interessante Lücken

„Als wissenschaftlich arbeitender Physiker glaube ich, daß es Physikern bisher besonders gut gelungen ist, die Zukunft in groben Umrissen vorauszusagen“, schrieb Michio Kaku 1997 in seinem Buch *Zukunftsvisionen*. „Da die Gesetzmäßigkeiten von Quantentheorie, Computer (sic!) und Molekulargenetik heute bekannt sind, können Wissenschaftler den künftigen Verlauf des Fortschritts recht zuverlässig voraussagen.“

Das ist ja mal eine Ansage. Doch Kaku, Jahrgang 1947, kann sich dieses Selbstbewusstsein leisten. Als Physiker erforscht er die Stringtheorie, daneben schreibt er populärwissenschaftliche Bücher und moderiert Fernsehsendungen. Wenige Menschen dürften einen so breiten Einblick in die verschiedenen Forschungszweige haben. Doch reicht das, um zuverlässige Prognosen über mehrere Jahrzehnte abzugeben?

Oft liegt er richtig. Die Entschlüsselung des menschlichen Genoms erwartete er für 2005. Tatsächlich war es schon zwei Jahre früher so weit. Bis 2020, prophezeite er, werden wir „einen riesigen Katalog mit den DNS und RNS vieler hundert Tier- und Menschenrassen besitzen“, werde der Preis für Solarstrom „drastisch sinken“. Und nach 2020 werde eine KI „mit menschähnlichem Verstand und Spracherkennung“ auftauchen.

Meist aber ist er überoptimistisch: 2010 werde das Iter-Fusionskraftwerk fertig sein, würden Autos von Brennstoffzellen und Ultrakondensatoren angetrieben. 2020 seien Mikroprozessoren „billig wie Notizpapier“, funktioniere die Quantenkryptografie, könne jeder seinen Gen-Code „auf einer CD abspeichern“, seien viele Krebsarten heilbar, ließen sich Leber und Nieren im Labor heranzüchten.

Noch interessanter sind aber die Themen, die gar nicht oder nur am Rande vorkommen: 3D-Druck, China, mRNA-Therapie, Epigenetik, Lithium-Ionen-Akkus, Smartphones, Klimaerwärmung oder Windkraft etwa.

Liest man nur Kakus Text, erscheint der Fortschritt tatsächlich halbwegs vorhersehbar, wenn auch oft langsamer als gedacht. Achtet man hingegen auf die Lücken, wird einem klar, wie viele überraschende Durchbrüche wir in den letzten beiden Jahrzehnten miterlebt haben. – Gregor Honsel



Michio Kaku:
Zukunftsvisionen,
Lichtenberg, 464 Seiten,
antiquarisch.



Wird der neue EU-Vorschlag Gesetz, muss nicht mehr jede gentechnisch erzeugte Getreidesorte gekennzeichnet werden.

CRISPR allein macht keine grüne Wende

Die EU will Auflagen für bestimmte Nutzpflanzen lockern, die mit CRISPR und Co. hergestellt wurden. Sie sollen Pestizide reduzieren und gelten als Waffe gegen den Hunger. Doch dafür sind zunächst andere Maßnahmen nötig.

Seit Jahrzehnten ist bekannt, dass die konventionelle Landwirtschaft der Natur – Menschen inklusive – enorm schadet: zu viel Dünger, zu viele Pestizide und zu viele Monokulturen auf den Feldern. Ob zu wenig Gentechnik ein Problem ist, wird seit Anfang Juli mal wieder heftig diskutiert. Anlass ist ein Vorschlag der

EU, die Regulierung für Getreide, Obst und Gemüse, das mit neuen genomischen Tools (NGT) wie der Genschere CRISPR hergestellt wurde, drastisch zu vereinfachen. Naturschutzverbände reden von einem Tabubruch, Befürworter erhoffen sich vom neuen Gesetz eine Art Ökowunder – eine drastische Pestizidre-

duktion, die Demokratisierung des Saatgutmarktes und eine Lösung für den Hunger in der Welt.

Die neuen Gentechnikwerkzeuge können gezielt Gene ausschalten oder aktivieren, zudem Abschnitte herauschneiden oder hinzufügen, um Pflanzen beispielsweise nährstoffreicher, weniger

durstig oder robuster zu machen. Und das besonders flott, eher innerhalb von Jahren als von Jahrzehnten, wie es mitunter bei gängigen Züchtungsmethoden der Fall ist. Werden dabei keine fremden Gene eingeschleust, sind die Pflanzen nicht von konventionell gezüchteten oder ganz natürlich mutierten zu unterscheiden.

Die EU möchte solche NGT-Pflanzen daher nicht anders behandeln als andere Nutzpflanzen auch – vorausgesetzt, der genetische Code wurde an nicht mehr als 20 Stellen verändert. Eine Risikobewertung würde dann ebenso entfallen wie eine Kennzeichnung von Feldern oder Lebensmitteln. Lediglich das Saatgut müsste etikettiert und die Pflanzenbestände müssten in einer Datenbank festgehalten werden. Wer gentechnisch erzeugte Lebensmittel nicht essen mag, könnte nur noch Bioprodukte kaufen. Für den Ökolandbau wären NGT-manipulierte Pflanzen nach wie vor tabu.

Der EU-Vorschlag ist im Grunde richtig. Warum sollten Pflanzen, die genauso auch durch konventionelle Züchtung oder in der Natur entstehen könnten, anders behandelt werden? Auch in der konventionellen Saatgutzüchtung wird oft mit harschen Methoden ins Erbgut eingegriffen, etwa mit radioaktiver Strahlung oder gentoxischen Chemikalien. Damit werden möglichst viele Mutationen erzwungen und so die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass auch gewünschte Varianten entstehen. Ob eine neue Sorte am Ende womöglich unerwünschte Nebenwirkungen auf die Umwelt oder die Gesundheit hat, hängt nicht von ihrer Entstehungsgeschichte ab.

Viele Wissenschaftler begrüßen den EU-Vorschlag jedenfalls. Sicherheitsbedenken haben sie nicht. Zumal bei stärkeren Eingriffen ins Erbgut – an mehr als 20 Basenpaaren – im Wesentlichen wieder die aktuellen strengen Bestimmungen für gentechnisch veränderte Organismen (GVO) gelten würden. Diese Regulierung gilt seit 2001 und wurde für gentechnische Manipulationen entworfen, bei denen artfremdes Erbgut ins Pflanzengenom geschmuggelt wurde, um bestimmte Eigenschaften zu erreichen. Ein prominentes Beispiel ist der Bt-Mais, in dem ein Bakterien-Gen ein bioabbaubares Insektengift codiert. Bis zur Anbauerlaubnis in Europa dauerte es etwa 20 Jahre. Warum die Grenze zwischen „ungetestet unbedenklich“ und „muss aufwendig geprüft und gekennzeichnet werden“ ausgerechnet bei 20 Basenpaaren liegt, ist allerdings unklar. Mehr Transparenz in dieser Sache könnte nicht schaden.

Was beim EU-Vorschlag aber am meisten stört, sind die ins Feld geführten Versprechungen. Der Einsatz und die Risiken von chemischen Pestiziden ließen sich durch NGT-Pflanzen halbieren und die Abhängigkeit von Importen verringern, heißt es unter anderem. Doch lediglich Pflanzen zu ersetzen, wird für eine grüne Landwirtschaftswende nicht genügen – ähnlich wie es für eine Verkehrswende nicht ausreicht, Verbrenner durch Elektrofahrzeuge auszutauschen. Das Potenzial der NGT-Pflanzen darf

nicht von anderen dringend notwendigen Maßnahmen ablenken.

Zwar kann Gentechnik tatsächlich helfen, den Pestizideinsatz zu reduzieren, wie eine Metaanalyse der Universität Göttingen zum Anbau von Pflanzen, hergestellt mit alter Gentechnik, ergab. Doch weltweit ist kein Rückgang an Pestiziden festzustellen. Noch immer landen Millionen Tonnen jedes Jahr auf Äckern und Plantagen, mit dramatischen Folgen für die Vielfalt von Flora und Fauna – und damit auch für uns. Auf den Beitrag der Gentechnik-Pflanzen zu warten, ist damit keine Option.

Auch die Vision, mit NGT-Pflanzen ließe sich die Marktmacht einiger weniger großer Agrarkonzerne brechen, ist fragwürdig. Für eine Demokratisierung des Saatgut-Sektors, in dem auch Mittelstandsunternehmen und Start-ups für bunte Vielfalt sorgen, müsste auch das Patentrecht geändert werden. Ohne Gentechnik ist keine Patentierung möglich, mit Gentechnik schon. Laut eines Berichts von Gentechnik-Kritikern aus Österreich, darunter die Interessengemeinschaft für gentechnikfreies Saatgut, hat allein der Konzern Corteva schon über 1400 Patente auf NGT-Pflanzen angemeldet und Bayer/Monsanto mehr als 100.

Die Agrarkonzerne begrüßen den EU-Vorschlag – und legen noch ein Argument obendrauf: Die neuen Bestimmungen seien nötig, um den Hunger von weltweit mehr als 800 Millionen Menschen zu bekämpfen, schreibt etwa der Syngenta-Nachhaltigkeitsexperte Erik Fyrwald in einem Gastkommentar der *Frankfurter Allgemeinen Zeitung*. Der Titel: „Die Ernährung der Weltbevölkerung braucht Gentechnologie“. Die Welthungerhilfe sieht das allerdings anders. Sie zählt ein ganzes Dutzend Gründe für den Hunger in der Welt auf: Lebensmittelverschwendungen beispielsweise, Naturkatastrophen, Kriege, ein verzerrter Welthandel und mangelnde Bildung. Fehlende Gentechnik ist nicht darunter.

Das Patentrecht ändern; Lebensmittel schlau verteilen, statt sie zu entsorgen; weniger Pestizide, Dünger und Fleisch (rund ein Drittel der landwirtschaftlichen Fläche dient dem Anbau von Futtermitteln), dafür mehr Pflanzen- und Herstellervielfalt: Das sind wirkungsvolle Maßnahmen, die jetzt schnell umgesetzt werden sollten. Und wenn in einigen Jahren erste NGT-Pflanzensorten solche Strategien unterstützen: umso besser.

Auf den Beitrag der Gentechnik-Pflanzen zu warten, ist keine Option.



Andrea Hoferichter, TR-Redakteurin, kauft am liebsten „grüne“ Bio-Produkte. Das Prädikat „Ohne Gentechnik“ spielt für sie dabei keine Rolle.

Viele Punkte gesammelt, wenig gelernt

**Es ist eine große Kunst, User von Lernapps bei der Stange zu halten.
Manche Anbieter beherrschen diese Kunst virtuos – und vergessen
darüber das eigentliche Ziel.**

Seit drei Jahren lerne ich Niederländisch mit der Duolingo-App. Meine Erfolge können sich sehen lassen: Ich habe einen 550-Tage-Streak, insgesamt 63 002 XP gesammelt, bin seit 57 Wochen in der Diamond League, habe in sechs Achievements das höchste Level erreicht und kann für jeden Monat seit August 2021 eine lückenlose Sammlung an Badges vorweisen.

Leider kann ich immer noch kein Niederländisch. Beim letzten Urlaub kam ich kaum über eine gestotterte Essensbestellung hinaus. Sprachen lernt man vor allem durch Sprechen, schon klar. Ich habe auch nie ernsthaft erwartet, allein durch eine App irgendwann flüssig parlieren zu können. Trotzdem: So grottig hatte ich mir das digitale Lernen nicht vorgestellt.

Wirklich virtuos funktioniert bei Duolingo vor allem das „Nudging“, und zwar nach dem Schrotflinten-Prinzip: Alle erdenklichen Elemente der Gamification werden gleichzeitig auf die User losgelassen – irgendetwas wird schon treffen. Sozial beflissene Menschen können Freunde einladen, wettbewerbsorientierte an Challenges teilnehmen, prestigesüchtige ihren Avatar aufzubretzen, Sammlernaturen Auszeichnungen anhäufen. Und pausenlos wird man für die trivialsten Dinge gelobt, mechanisch und völlig undifferenziert – wahrscheinlich, weil irgendein Entwickler in einem Motivationshandbuch etwas über „positive Verstärkung“ gelesen hat.

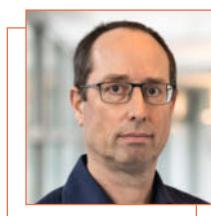
Das Ärgerlichste an diesem Ansatz: Er funktioniert. Irgendwo hat eben jeder seinen weichen Fleck. Auch ich. Das ganze Punktesammeln ist mir eigentlich ziemlich wurscht. Aber aus einer einmal erreichten Liga absteigen? Niemals!

Dass mich die kleinen, billigen, stets zwischendurch schnell erklickbaren Erfolgsergebnisse tatsächlich angefixt hatten, musste ich mir eingestehen, nachdem ich für ein halbes Jahr zum Konkurrenten Babbel gewechselt hatte. Babbel ist so etwas wie Duolingo für Erwachsene. Man merkt der App an, dass dort Leute mit einem sprachpädagogischen Konzept und Liebe zum Detail involviert sind. Es gibt lebensnahe Dialoge oder Erklärungen zu Kultur, Sitten und Gebräuchen. Und Babbel schreckt auch nicht vor Grammatik zurück. Bei Duolingo muss man sich alle Regeln selbst erschließen, erklärt werden sie nie. Dabei wäre die eine oder andere Erläuterung oder Esels-

brücke durchaus hilfreich. Wann zum Beispiel welche Adjektive flektiert werden, habe ich trotz unzähliger Beispielsätze bei Duolingo immer noch nicht begriffen.

Dahinter mag eine didaktische Philosophie stecken, aber ich bezweifle das. Es macht halt viel weniger Arbeit, den einmal erstellten Fundus an Beispielsätzen immer wieder auszu spielen. Erschwerend kommt hinzu, dass die Duolingo-App selbst nur begrenzt lernfähig ist. Ständig ist zwar von „personalisierten Übungen“ die Rede, aber was genau daran personalisiert sein soll, erschließt sich mir nicht. Auch der begriffsstuzigste Algorithmus hätte eigentlich merken müssen, dass ich zum Beispiel gewisse Probleme mit den verschiedenen Demonstrativ-Pronomen („dit“, „dat“, „deze“) habe. Doch statt gezielt an dieser Schwäche zu arbeiten, legt mir die App immer wieder eine wahllose Mischung aus Übungen vor, die ich schon tausend Mal richtig beantwortet habe. Würden die Duolingo-Macher nur einen Bruchteil ihrer Nudging-Begeisterung für wirklich individualisiertes Lernen aufbringen, sollte so etwas nicht vorkommen.

Trotz all dieser Nervfaktoren bin ich nach einem halben Jahr Babbel wieder zurück zu Duolingo gewechselt. Mir fehlte irgendwann einfach die regelmäßige Infusion an mentalen Streicheleinheiten. Es ist wie mit Kartoffelchips: Das Wissen darum, dass es auch gesündere Lebensmittel gibt, führt nicht automatisch dazu, die Finger aus der Tüte zu lassen. Nudging, du hast gewonnen.



Gregor Honsel, TR-Redakteur, hat es mittlerweile doch noch geschafft, sein Duolingo-Abo zu kündigen.

ENERGIE

Fusionsforschung ist keine Verschwendung

Als Forschungsministerin Bettina Stark-Watzinger jüngst ihr Positionspapier zur Fusionsforschung vorlegte, gab es Ärger. Besonders ihre Aussage „Fusionsenergie ist bezahlbar“ zog Kritik auf sich, denn die Forschung an Fusionsreaktoren ist ein extrem langfristiges Projekt mit ungewissem Ausgang und noch ungewissen Kosten.

Tatsächlich ist die Fusionsforschung weit von ihren Zielen entfernt, auch wenn immer wieder aufploppende Erfolgsmeldungen einen anderen Eindruck hinterlassen: Der Forschungsreaktor ITER hängt hinter dem Zeitplan – und wird voraussichtlich noch teurer als ohnehin schon geplant. Doch auf der anderen Seite gibt es mittlerweile rund 30 private Firmen, die so von Fusionsenergie überzeugt sind, dass sie Milliarden investieren.

Die staatliche Forschungsförderung in Sachen Fusionsenergie setzte bislang allerdings nur auf eine einzige technische Variante – die Magnetfusion. Dabei gibt es – wenn auch hochspekulative – Alternativen, wie zum Beispiel die Laserfusion. Die will jetzt das Forschungsministerium zusätzlich fördern. Ist das wirklich klug? Könnte sein, denn dem Lawrence Livermore National Lab (LLNL) in Kalifornien ist es Ende 2022

erstmals gelungen, eine Kernfusion zu erzeugen und dabei mehr Energie freizusetzen, als in Form von Laserlicht hineingesteckt wurde.

Und es gibt nicht nur staatlich finanzierte Großforschung dazu wie am LLNL, sondern mit Focused Energy und Marvel Fusion auch zwei Start-ups in Deutschland, die technisch weit vorne liegen. Ausnahmsweise spricht also tatsächlich etwas dafür, das FDP-Mantra von der „Technologieoffenheit“ hier anzuwenden. Ich hätte nie gedacht, dass ich das mal schreiben würde.



Wolfgang Stieler, TR-Redakteur, hält „Technologieoffenheit“ eigentlich für eine Marketingphrase.



The banner features a black background with three large, stylized arrows pointing upwards and to the right in blue, orange, and pink. In the top right corner, there is a logo consisting of a green upward-pointing arrow next to the text "STARTUPNIGHT" in white, with "SEPTEMBER/01/2023" below it, and a pink square containing a white "T".

Startupnight highlights the innovation potential of startups and supports matchmaking and interaction between startups, large companies & investors. Check out the latest innovations, listen to startup pitches, join our talks about various topics and enjoy our incredible stage program.

FUTURE IS NOW! – SEPTEMBER 1, 2023

Get your ticket now and check out startupnight.net!

A QR code is located in the bottom right corner of the banner.

Rock-'n'-Roll-Inkubator

Dumpf hörte er laute Musik aus dem Keller heraufwabern. Er hatte David schon eine Weile nicht mehr gesehen und machte sich Sorgen. Andi wusste nur, dass er viel arbeitete. Aber David hatte schon die dritte Leber und sogar die zweite Lunge.

Seit Minuten klingelte er an Davids Tür. Er war bestimmt in seinem Kellerlabor und hörte die Klingel nicht. Andi erinnerte sich an den Schleichweg über die Seitentür.

Harte E-Gitarren-Klänge drangen durch dichte Nikotinschwaden, als er das Labor betrat. Er musste husten. *Cigarettes & Alcohol*. Oasis. Er konnte den Song nicht mehr hören, aber er war Davids Hymne. Kein Wunder: Er war im Prinzip seine Firmenidee und Grundlage seines Reichtums.

Im schummrigen Licht sah Andi einen Roll-Inkubator. Darin schwamm ein bräunliches Stück Gewebe in Nährösung. Von dem Inkubator führten Leitungen zu einem Tropf. Mehrere leere Flaschen standen daneben. Gerade öffnete David eine neue und goss goldbraune Flüssigkeit in den Tropf.

David nickte ihm zu, eine Zigarette zwischen den Lippen.

„Für wen ist die?“, fragte Andi und zeigte auf die Leber in dem Inkubator.

„Du glaubst es nicht.“ Seine Zunge war schwer. „Die ist für Noel Gallagher!“

„Der Oasis-Gitarrist? Wow!“ Er drückte Andi ein leeres Glas in die Hand und schenkte ihm ein, dann sich selbst. Andi sah das Etikett der Flasche: „Bowmore. Single Malt“. Schottischer Whisky.

„Prost!“ David trank sein Glas in einem Zug aus.

Sein Business schien gut zu laufen. Er hatte eine Marktlücke entdeckt. Es war ja schön, dass man nun Ersatzorgane züchten konnte. Was die Mediziner aber natürlich nicht bedacht hatten: Was sollte ein Noel Gallagher mit einer jungfräulichen Leber, die ihn sofort mit Alkoholvergiftung ins Krankenhaus brachte, sobald er nur an einer Whiskyflasche roch? Hier kam David mit seinen vortrainierten Organen ins Spiel. Lungen & Lebern. *Cigarettes & Alcohol*. Alles andere lohnte sich nicht.

Plötzlich ertönte ein durchdringender Piepton, so laut, dass er sogar die Rockmusik übertönte.

„Oh, Shit!“

David hastete zur hinteren Ecke des Raums, wo noch ein Roll-Inkubator stand. Auch in ihm drehte sich eine Leber, aber sie klebte an dem Plexiglas. Der Inkubator war trockengelaufen. Nicht gut. Hastig fummelte David an einer Weinflasche, die neben dem Tropf stand. Er hatte Schwierigkeiten, den Korken herauszubekommen. Sie rutschte ihm ab und zerbarst.

„Gottverdammte Scheiße!“

Er beachtete die Sauerei nicht und machte sich an eine neue Flasche. Schließlich war sie offen und hastig goss er den Wein in den Tropf. Die blutrote Flüssigkeit bahnte sich ihren Weg bis in die Inkubatorkammer und das Piepen stoppte. Die Leber drehte sich wieder.

Mit der Flasche in der Hand kam er zurück.

„Puh, beinahe hätte ich Gérard Depardieu Leber ruiniert.“

Er nahm einen tiefen Schluck und schaute beeindruckt auf das Etikett.

„Der Mann hat Geschmack. Château Mouton Rothschild, Jahrgang 2000. Kostet auch in etwa so viel.“

„Willst du damit sagen, dass du eben 2000 Euro auf dem Boden zerdeppt hast?“, fragte Andi.

„2499.“ David zuckte mit den Schultern. „Kollateralschäden.“

Wieder traf er David eine Weile nicht. Andi nahm an, dass er arbeitete wie besessen. Doch eines Tages sah er eine zusammengekauerte Gestalt vor dem Supermarkt sitzen, vor sich eine halb leere Whiskeyflasche. Er erkannte ihn erst nicht, aber es war David. Er sah schlecht aus.

„David, was ist los?“

David sah ihn aus traurigen Augen an. Dann nahm er einen Schluck aus der Flasche. Andi sah das Etikett: „The Irishman“.

„Noel Gallagher hat mich verklagt. Weil ich den falschen Whisky benutzt habe. Der Mann ist Ire und hasst schottischen Whisky.“

Ich bin pleite.“ – Jens Lubbadeh





SPRECHEN Wir schreiben Zukunft.

Hören Sie die MIT Technology Review als Podcast.

Unsere Podcast-Formate:

Weekly

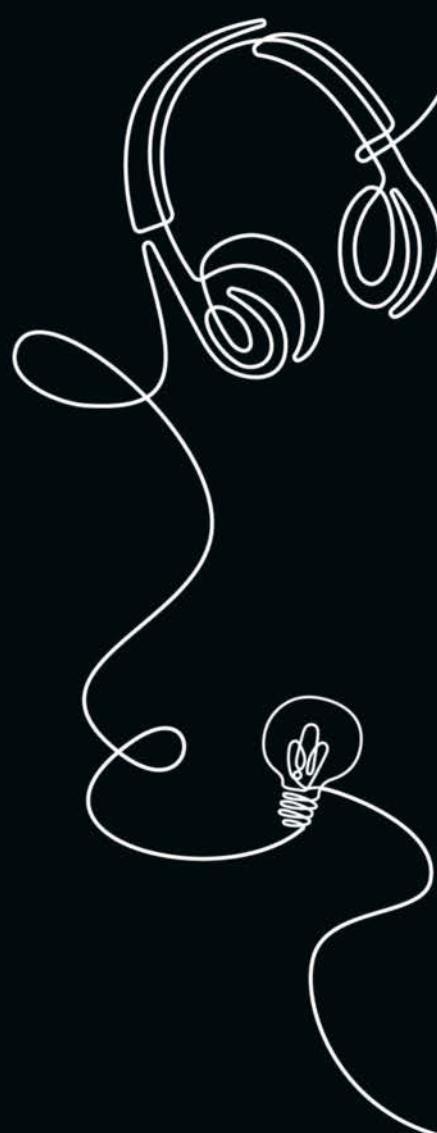
Einmal in der Woche ordnen wir Nachrichten aus den Bereichen Wissenschaft und Technik ein. Was sind echte technische Durchbrüche und was nur Hype?

Deep Dive

Richtig tief abtauchen in ein Thema kannst du in unserem monatlichen Fach-Podcast, in dem die Redaktion ein Thema aus der aktuellen Ausgabe mit einem Guest genauer beleuchtet.

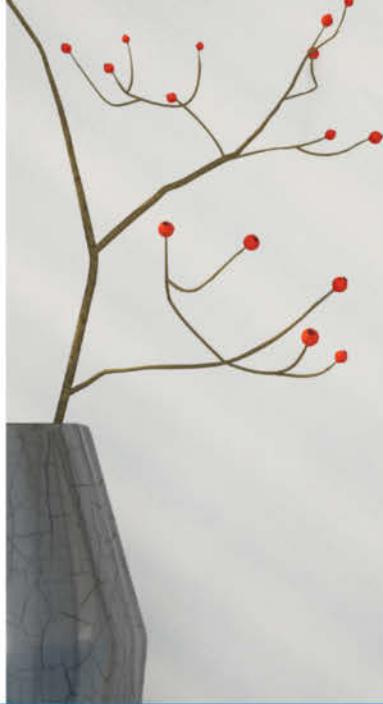
Unscripted

Chefredakteur Luca Caracciolo interviewt einmal im Monat spannende Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft. Wie ticken die Menschen, die unsere Welt und ihre Krisen erforschen?



Jetzt reinhören:
technology-review.de/podcast

© 2023 by Heise Medien.



#smartertogether
Busch-RoomTouch® 4"

So individuell
wie dein Zuhause

Gutes noch besser machen. Mit seiner kompakten Größe und seinem zeitlosen Design ist RoomTouch® 4" die perfekte Ergänzung für jeden Raum. Eine smarte Lösung zur Steuerung von hochwertigen Wohngebäuden und Büros. Die intelligente Multisensor-Steuerung Busch-RoomTouch® 4" kann sowohl für Busch-free@home® als auch für KNX genutzt werden. Erfahren Sie mehr: busch-jaeger.de

 **BUSCH-JAEGER**