

10 Ideen für morgen

1

Physik: Das Quantenhirn

Heutige Supercomputer wären im Vergleich zu ihnen Spielzeug: Quantencomputer gelten als das nächste große Ding. Sie sollen Rechenprobleme millionenmal schneller lösen als derzeit möglich und komplexe Aufgaben erledigen, an denen man bisher verzweifelt. Vermutlich könnten sie im Handumdrehen auch alle Passwörter knacken, was besonders Geheimdienste und Militär interessiert.

Aber: Noch existiert kein solches Superhirn, vorerst gibt es nur Ansätze dazu. »Wenn man die Entwicklung des Quantenrechners mit einem Marathonlauf vergleicht, befinden wir uns gerade auf den ersten zwei Kilometern«, erklärt der Physiker Frank Wilhelm-Mauch. Und weil zu diesem Zeitpunkt noch jeder Chancen hat, hat er sich ebenfalls ins Rennen geworfen: An der Universität des Saarlandes will er mit zehn Partnern aus Wissenschaft und Industrie in drei Jahren einen Quantencomputer bauen. Name: OpenSuperQ.

Wilhelm-Mauchs Konkurrenten heißen allerdings Google, Microsoft und IBM. Um mit den finanzstarken Konzernen mithalten zu können, hat die Europäische Kommission das eine Milliarde Euro schwere »Flaggschiff-Programm« zur Erforschung von Quantentechnologien aufgesetzt. Dazu gehört auch der OpenSuperQ.

Das Projekt steht vor der Herausforderung, sich die seltsamen Eigenschaften der Quantenwelt zunutze zu machen. Denn in dieser Welt regiert die Uneindeutigkeit: Werte können nicht nur wahr oder falsch sein, sondern alle möglichen Zwischenzustände annehmen, von Halb- über Drittel- bis zu Viertelwahrheiten.

Das heißt: Während die kleinste Speichereinheit eines normalen Computers, das Bit, nur die Werte 0 und 1 kennt, kann das »Qubit« eines Quantencomputers unüberschaubar viele Zustände dazwischen annehmen. Das macht den Rechner im Prinzip enorm leistungsfähig. In der Praxis sind solche Quantensysteme allerdings enorm fragil. Ihre Nutzung im Großmaßstab erfordert extremen Aufwand, beispielsweise müssen Qubits auf Temperaturen weit unter Null gekühlt werden.

Deshalb träumt Wilhelm-Mauch auch nicht gleich vom Quanten-Superhirn, sondern bescheidener von einem »eingeschränkten« Prototypen. Der OpenSuperQ soll zunächst nur ein ganz spezielles Problem lösen, nämlich die Struktur von Blausäure-Polymeren superschnell berechnen. Zugegeben: Für die Chemie wäre das nur ein kleiner Schritt; für die Quantenforscher aber schon ein gigantisch großer.

ULRICH SCHNABEL

2

Gesundheit: Doktor im Kiosk

Zwischen einem Handyshop und einem Gemüseladen liegt der Kiosk, der die Menschen gesünder machen soll, mitten in der Fußgängerzone des Hamburger Stadtteils Billstedt. Auf den Türen kleben Sticker in Sprechblasenform: »Möchten Sie gesünder leben?« Im Inneren lädt eine gemütliche Sitzzecke ein, eine freundliche Frau hinter einem Tresen hört sich die Anliegen der Passanten an und vermittelt bei Bedarf Beratungsgespräche, die in abgetrennten Räumen stattfinden. Eine ältere Dame lässt sich dort gerade ihren Blutdruck kontrollieren, ein übergewichtiger Teenager lässt sich erklären, wie er abnehmen kann.

Natürlich könnten die beiden auch zum Arzt gehen. Aber bis dort ein Termin frei ist. Deshalb bekommen sie hier kostenlosen medizinischen Rat. Der wird in Problemstadtteilen wie Billstedt besonders dringend gebraucht: Hier ist die Lebenserwartung im Schnitt fünf Jahre geringer als in wohlhabenderen Stadtteilen, die nur ein paar Hundert Meter Luftlinie entfernt sind.

Abhilfe soll der Gesundheitskiosk schaffen. Finanziert vom Innovationsfonds der Krankenkassen, arbeiten hier Ernährungsberater, Krankenpflegekräfte oder Hebammen. Sie nehmen den niedergelassenen Ärzten das ab, was diese nicht leisten können. Um mit dem schwergewichtigen Teenager einen Ernährungsplan für eine Woche zu erarbeiten, braucht die Ernährungsberaterin fast eine Stunde – so viel Zeit könnte ein Hausarzt niemals aufbringen.

Praxen und Krankenhäuser sind froh über die Unterstützung. Seit Gründung des Gesundheitskiosks Anfang 2018 haben sie über tausend Patienten hierher überwiesen. Umgekehrt schicken die Kioskmitarbeiter jene Menschen, die eine ärztliche Behandlung brauchen, an die richtige Adresse. So ist der Gesundheitskiosk in kurzer Zeit zu einem wichtigen Knotenpunkt der Gesundheitsversorgung geworden, der Tausende Menschen erreicht.

»Ein Gesundheitskiosk könnte in jeder Stadt, in jedem Stadtteil die Versorgung deutlich verbessern«, sagt der Gesundheitsökonom Alexander Fischer, der das Konzept mit Billstedter Ärzten erfunden hat. Denn der Kiosk bildet die Bevölkerung im Grunde darin aus, wie man gesund lebt. Das erregt Interesse. Kürzlich besuchten Delegationen aus zahlreichen deutschen Städten, aus Österreich und den USA das Projekt. Vielleicht stehen bald auch in Berlin, Wien und New York Gesundheitskioske nach Billstedter Vorbild.

CHRISTIAN HEINRICH



Für jeden den passenden Rat, das verspricht der Gesundheitskiosk

So kommt das Neue in die Welt

(Fortsetzung von S. 39)

überzeugen – anders als die Elektroroller, die derzeit unsere Städte überschwemmen. Oder nehmen wir die Segnungen der Fortpflanzungsmedizin (die von manchen als Fluch empfunden werden): Ob sich Optionen wie Eizellspende, Leihmutterchaft oder Präimplantationsdiagnostik durchsetzen, liegt weniger am Votum von Ethikkommissionen als am Wunsch von Eltern, diese Techniken einzusetzen – und sei es, indem sie zur Not in andere Länder reisen, in denen diese Methoden erlaubt sind.

Die Frage nach dem Neuen hängt daher immer auch an gesellschaftlichen Vorstellungen. Welche Zukunft wollen wir? Welche Utopien finden die meisten Anhänger? Man kann solche sozialen Prozesse in stark vereinfachten Computermodellen simulieren und zeigen (was auch die historische Erfahrung lehrt): Innovative Verhaltensweisen gehen in der Regel von kleinen, entschlossenen Gruppen aus, die andere Gruppen mitreißen. Deshalb entsteht die Zukunft auch nicht einfach aus der Verlängerung gegenwärtiger Trends, sondern eher disruptiv, durch sprunghafte Veränderung. Ein Smartphone ist eben nicht einfach die Weiterentwicklung des Telefons, sondern eine Neuerung, die plötzlich zu einer anderen Art von Verhalten führt.

Solche Innovations sprünge aber lassen sich nicht von oben verordnen, sondern entstehen in der Regel von unten, meist aus den Ideen (junger) Außenseiter, die das bisher Undenkbare zu denken wagen. »Wirkliches Neuland«, so schrieb Werner Heisenberg, der mit 24 Jahren die revolutionäre Quantentheorie (mit-)entwickelte, »kann nur gewonnen werden, wenn man an einer entscheidenden Stelle bereit ist, den Grund zu verlassen, auf

dem die bisherige Wissenschaft ruht, und gewissermaßen ins Leere zu springen.«

Natürlich kann man dabei auch danebenspringen. Aber ohne dieses Risiko sind echte Zukunftsvisionen nun einmal nicht zu haben. Das soeben eröffnete Futurium, das große Zukunftsmuseum in Berlin, löst dieses Problem auf seine Weise: Es erhebt gar nicht erst den Anspruch, ein Szenario für die Welt von morgen zu präsentieren, sondern will allenfalls »Bausteine für viele mögliche Zukünfte« vorstellen – von sich selbst versorgenden Städten über Roboterwesen bis hin zu Ideen für nachhaltigeren Konsum. Das ist ehrenwert, aber auch ein wenig unverbindlich.

Um wirklich Lust auf Zukunft zu bekommen, empfiehlt sich vielleicht eher die Reise nach Heilbronn. Dort haben Politiker und Stadtplaner wirklich etwas gewagt und im Rahmen der Gartenschau eine Utopie für eine naturnahe Stadt verwirklicht (ZEIT Nr. 37/19). Die Bauten dafür wurden nicht, wie sonst üblich, an Großinvestoren vergeben, sondern nach der sinnvollsten Idee an verschiedene Initiativen. Nun ist dort eine Bundesstraße unter Wiesen verschwunden, Deutschlands höchstes Wohnhaus aus Holz errichtet und ein Lebensraum entstanden, der vorführt, wie klimafreundliches Leben ohne Auto aussieht.

Solche Projekte sind dringend nötig. Denn ohne visionäre Ideen, die Lust zu träumen machen, bleibt dieses Feld jenen überlassen, die mit Zukunft nur den Verlust des Bestehenden verknüpfen und für populistische Parteien, die

bloß mit der Vergangenheit werben. Ihre utopische Kraft erschöpft sich in der »Retropopie«: im nostalgischen Wunsch, es möge alles wieder so werden, wie es, in der verklärten Erinnerung, früher war (»Make America great again«).

Deshalb ist – zum Dritten – die Frage nach der Zukunft keine technische, sondern vor allem eine psychologische: Gelingt es uns, die Retropopien hinter uns zu lassen und den unaufhörlichen Wandel in unserem Sinne zu gestalten? Das ist paradoxerweise umso schwieriger, je wohlhabender und erfolgreicher ein Land bisher war. Denn »ins Leere zu springen« fällt umso schwerer, je mehr man zurücklassen muss. Und der Drang, sich ans Altbewährte zu klammern, ist umso stärker, je unsicherer die Zeiten erscheinen. Dabei bieten gerade solche Zeiten auch das größte Potenzial zur Entwicklung neuer Ideen und Visionen.

Einfacher haben es da naturgemäß jene, die mit leichtem Gepäck unterwegs sind – etwa Jüngere, die noch nicht so viele Überzeugungen angesammelt haben von dem, was angeblich richtig und falsch ist, was geht und was nicht. Sie kommen mit unklaren oder widersprüchlichen Situationen oft leichter zurecht und sind meist offener für das Neue. Vielleicht ist dieses ja in Ansätzen bereits da, und wir müssen nur genau hinschauen, um es zu erkennen?

Etwas Großes kann zu Beginn sehr klein wirken. Das weiß ich seit dem Tag, an dem ich den Start des World Wide Web übersah.

www.zeit.de/audio

3

Schule: Die Ferien werden abgeschafft

Auf den Hügeln im Dresdner Süden steht ein altersschwacher DDR-Plattenbau – ausgerechnet hier soll die Schule der Zukunft entstehen. Wo später Kinder toben sollen, war vor Kurzem noch Baustelle. Es wurde umgebaut, renoviert. Klassenzimmer soll es nicht mehr geben. Mittendrin im Baustaub erzählte Maxi Heß, eine der beiden Schulleiterinnen, von der Idee der Universitätsschule Dresden. Ein einzigartiges Projekt soll es werden, gleich im doppelten Sinn: Die Schule will freier und experimenteller sein als gewöhnliche Einrichtungen – und die Wissenschaft soll dieses Experiment begleiten. Erziehungswissenschaftler von der TU Dresden wollen beobachten, wie die Schüler in diesem Umfeld lernen.

Denn auch die Dresdner beschäftigt die Frage, die heute alle Schulen umtreibt: Wie fördert man Schüler, die alle sehr unterschiedliche Ausgangsbedingungen mitbringen, entsprechend ihren Stärken und Schwächen? Wie können Lehrer trotz größter Heterogenität ihrer Klassen jedem Einzelnen gerecht werden? Darauf sucht die Universitätsschule eine Antwort.

»Im Unterricht wird sich viel Eigendynamik entwickeln«, erklärt Maxi Heß auf der Schul-Baustelle. Die Kinder sollen ihre eigenen Forschungs-aufgaben bearbeiten und dabei all das anschaulich

begreifen, was anderswo in starren Fächern unterrichtet wird. Solche Fächer gibt es an der Universitätsschule nicht mehr, ebenso wenig wie Stundenpläne oder Pausenklingeln. Sogar die Ferien werden abgeschafft. Kinder und Lehrer reichen eine Art Urlaub ein, den sie beliebig übers Jahr verteilen können.

Zentrales Instrument in dieser Versuchsanordnung ist der Laptop. Jeder der 204 Schüler bekommt einen, schon in der ersten Klasse. Eine spezielle Software soll den Schulalltag organisieren, dort tragen die Schüler ihre Forschungsfragen ein, suchen sich Mitschüler für ihre Projekte, organisieren sich Lehrer, wenn sie Hilfe brauchen, und buchen Räume, um dort zu arbeiten.

Zugleich erlaubt diese Software den Forschern der TU Dresden Einblicke in die Lernfortschritte der Schüler. »Wir wollen wissen, wie die Entwicklungswege von Schülern verlaufen«, sagt Anke Langner, Professorin für Erziehungswissenschaft an der TU Dresden. Statt also – wie in üblichen Tests – nur Schnappschüsse des Bildungserfolgs zu erstellen, wollen die Erziehungswissenschaftler mit ihrer Langzeit-Evaluation gleichsam einen Dokumentarfilm drehen, der den ganzen Weg des Lernens festhält. Mindestens drei Jahre lang soll das Forschungsprojekt laufen.

DOREEN REINHARD

TITELTHEMA: INNOVATION

Deutschland bastelt an der Zukunft – in Labors, Schulen und Universitäten. Probleme gibt es viele, aber noch mehr Lösungen. Beispiele von Medizin über Bildung bis Ökologie zeigen, was unser Leben in Zukunft verändern könnte

ILLUSTRATIONEN VON SUCUK & BRATWURST

4

Energie: Das künstliche Blatt

Eines der größten Wunder der Natur inspiriert eine Technik, die zwei gravierende Aufgaben unserer Zeit erfüllen soll: saubere Energie bereitstellen und überschüssiges Kohlendioxid aus der Luft hüllen des Planeten saugen.

Klitzeklein sind die natürlichen Vorbilder, nur fünf bis zehn Mikrometer, das ist nur gut ein Zehntel des Durchmessers eines menschlichen Haars. Meistens sind sie erbsenförmig, immer sind sie grün. Sie heißen Chloroplasten und füllen wabenförmige Zellen. Viele davon bilden eine Schicht und viele Schichten übereinander einen Bioreaktor: ein Pflanzenblatt. Es schimmert im Sommerlicht, Sonnenstrahlen aus unzähligen Photonen fliegen in jeder Sekunde durch es hindurch. Und im grünen Farbstoff der Chloroplasten, dem Chlorophyll, geschieht es. Die Lichtteilchen werden absorbiert, Elektronen freigesetzt, sie treiben einen chemischen Prozess an. Wasser wird aufgespalten, Sauerstoff entweicht, und der verbleibende Wasserstoff wird mit dem Kohlenstoff aus dem CO₂ der Umgebungsluft zu Zucker umgebaut, zu Nährstoff für die Pflanze – Naturwunder der Photosynthese.

Vor zwei Jahrzehnten berichteten erstmals Chemiker im Fachblatt *Science*, eine Anordnung für die Photosynthese im Labor nachgebaut zu haben, ohne Grün, dafür mit Halbleitern und teuren Metallen: das erste künstliche Blatt. Seither haben – auch in Deutschland – mehrere große Projekte die Grundlagenforschung vorangetrieben. Doch vom Prinzip zur Praxis ist es weit, denn dafür ist die richtige Kombination von Zutaten nötig. Langlebig soll sie sein, zugleich billig und ungiftig. Forscher an der Technischen Universität Ilmenau testen deshalb jetzt systematisch die Elemente des Periodensystems durch: Welche taugen in welcher Kombination? Die Idee mag noch so gut sein, ihre Realisierung erfordert langwierige Fleißarbeit.

Deshalb arbeiten unter anderem Werkstofftechniker am Helmholtz-Zentrum Geesthacht an einem pragmatischen Zwischenschritt, sozusagen an der Photosynthese light: Forscher der Abteilung Nachhaltige Energietechnik wollen den ersten Teil des Prozesses in den Griff bekommen, bis zur Spaltung von Wasser in Sauer- und Wasserstoff. Letzterer lässt sich als Brennstoff nutzen. Auch sie sprechen vom »künstlichen Blatt«. Gelänge es am Ende, mit Sonnenkraft große Mengen eines beliebig verfügbaren, nicht fossilen Kraftstoffs herzustellen, dann wäre das auch mindestens ein halbes Naturwunder.

STEFAN SCHMITT



Was die Evolution in Milliarden Jahren hervorgebracht hat, wird jetzt im Labor nachgeahmt: Die Photosynthese

5

Kreativität: Lyrik aus dem Rechner

DAS WELTBILD-FEUERWERK SAHEN DIE WENIGSTEN

prognose-prozess herausprozessiert

der vorgestellte quantencomputer
diagnostizierte attraktiv
utopische gleichförmigkeit
damit insgesamt ur-verlorene
robotermenschen
peinlichste ereignisse knacken

novum verfehlt da zukunfts ein fixum

doch die unwahrscheinlichsten
stadtbewohner
(wie gelobte cern-leute götter
im anderssein)
verklärten die phantasmagorierte
morgenröte
der elektromagnetischen großprojekte

konferenzraum für freie desavouierung

auch sprengungen regeln
zukunftsfindem man schwarze natur
mit bemüht so weiterhin in
beeindruckend bestehenden
möglichkeiten geschichte ihr
alpha-omega-potenzial erfüllt

unauffällig drablose innovationskarriere

ein netzwerkpionier übersah dabei:
der zielinhalt von anfang
ist schwerlich entwicklung

Dieses Gedicht hat der Literaturwissenschaftler Hannes Bajohr exklusiv für die ZEIT produziert. Üblicherweise braucht es dafür Inspiration, Eingebung. Bajohr dagegen gibt dem Computer etwas ein, und zwar bestehende Texte. In diesem Fall: den Titel-Essay dieser Ausgabe von Ulrich Schnabel und eine Textpassage des Philosophen Ernst Bloch über das Neue (aus *Das Prinzip Hoffnung*). Daraus erzeugte der von Bajohr programmierte »Automatengedichtautomat« eigene Lyrik. Per Zufall setzte er die Texte neu zusammen, Bajohr wählte aus und arrangierte. Er macht also nicht neue Sachen, sondern Sachen neu. Für den Philosophen Richard Rorty definiert das einen Dichter.

6

Ökologie: Wenn der Acker Streifen trägt

Stefan Kiefer macht das Gegenteil dessen, was man von ihm erwartet. Einerseits arbeitet er bei Amazone, einer deutschen Landmaschinen-Firma, die Bauern weltweit mit Düngerstreuern ausstattet. Andererseits entwickelt Kiefer derzeit ein Modell, mit dem Bauern künftig 20 Prozent Dünger und 50 Prozent Pflanzenschutzmittel einsparen sollen. Seine Idee soll die Vorteile von Öko- und konventioneller Landwirtschaft verbinden: sowohl hohe Erträge als auch Lebensraum für Bienen, Marienkäfer und andere Insekten.

Von oben gesehen erinnert Kiefers Plan an den gestreiften Rasen eines Fußballstadions. Auf bewirtschafteten Feldern sollen künftig verschiedene Pflanzensorten in schmalen Streifen nebeneinander wachsen: hier Kulturpflanzen, da blühende Wiese. Auf dem einen Streifen könnte zum Beispiel Weizen stehen, auf dem nächsten Klee, immer abwechselnd. Dabei, so Kiefers Vision, würde der Weizen von seinem Nachbarn profitieren. Der niedrige Klee soll den Ähren mehr Licht verschaffen als in einem klassischen Weizenfeld und den Boden mit Stickstoff anreichern. Als Folge davon soll der Weizen besser wachsen, zugleich böte der Kleestreifen mehr Lebensraum für Kleintiere und Insekten, die es auf den herkömmlichen Monokulturen schwer haben.

Die Idee mit den Streifen ist an sich nicht neu. Schon eine alte Bauernregel besagt, dass es Schädlingsfliegen abhält, wenn man Karotten neben Zwiebeln pflanzt. Die Karottenfliege mag den Geruch der Zwiebel nicht, und die Zwiebelfliege mag den Geruch der Karotte nicht. Kiefer verlässt sich nicht nur auf solche natürlichen Effekte, er entwickelt zugleich eine neue Feldmaschine: Wo der Weizen wächst, soll sie vorher Unkraut hacken, später dann Dünger und Insektizide spritzen. Wo der Klee wächst, soll die Maschine all das sein lassen. Dank Satellitenortung und hochmoderner Steuerungstechnik soll sie nicht durcheinanderkommen und immer die richtige Reihe treffen.

Die ersten Feldversuche sind fürs kommende Jahr geplant. Auch einen Namen für die alt-neue Methode gibt es schon: »Controlled Row Farming« soll sie heißen. Offen bleibt, ob die Landwirte sich wirklich darauf einlassen. Sie müssten ja einen Teil ihrer Felder aufgeben, um blühende Wiese darauf zu pflanzen. Stefan Kiefer schätzt, dass die Ernteeinbußen nur bei fünf bis zehn Prozent lägen. Gleichzeitig würden aber auch die Kosten für Dünger und Pflanzenschutzmittel sinken. Eine genaue Bilanz soll in zehn Jahren stehen. Vielleicht fahren wir dann künftig durch bunt gestreifte Felder.

JULIA HUBER



Ein Werktag pro Woche für die Generation Greta

7

Bildung: Freier Tag für die Zukunft

DIE ZEIT: Frau Rasfeld, Sie fordern »Freidays for future« in allen Schulen – was heißt das?

Margret Rasfeld: Jede Schule sollte einen Tag pro Woche für Zukunftsthemen freiräumen: für Klima, Frieden, Nachhaltigkeit. Die Schüler sollen selbst entscheiden, was sie an diesen Tagen machen. Lehrer und außerschulische Experten begleiten sie, schärfen die Forschungsfragen. Meine Vision: in drei Jahren hat die Hälfte aller Schulen einen solchen »Freiday«.

ZEIT: Was soll das bringen?

Rasfeld: Lehrpläne und Schulbücher befassen sich mit Fragen, die mindestens zehn Jahre zurückliegen. Doch derzeit spitzen sich die Probleme der Welt so zu, dass wir Zeit für die relevanten Fragen und für Lösungsideen brauchen. Der Lernbereich Zukunft kommt in Schulen überhaupt nicht vor. Das widerspricht allen Schulgesetzen.

ZEIT: Warum?

Rasfeld: Dort heißt es, Schule solle Kinder zu mündigen Bürgern erziehen. Eine wesentliche Zukunftskompetenz ist der Umgang mit Ungewissheit. Das System Schule basiert aber auf Gewissheit und Kontrolle. Daher brauchen wir Freiräume für das Neue. Schüler müssen lernen, Zusammenhänge zu verstehen und sich selbst zu

erkennen. Sie müssen spüren, wie sie durch eigenes Handeln selbstwirksam werden. Wer über eigene Fragen nachdenkt, lernt viel intensiver – das kann zu einem Ideenrausch führen.

ZEIT: Die Stundenpläne sind prallvoll. Wo soll da Raum für die »Freidays« herkommen?

Rasfeld: Man braucht für einen »Freiday« etwa vier Schulstunden. Wenn man jede Doppelstunde um fünf Minuten kürzt und abwechselnd eine Stunde Deutsch, Naturwissenschaften, Gesellschaftslehre oder ein anderes Fach dazugibt, hat man die Zeit beisammen. Da müssen Schulen kreativ sein!

ZEIT: Sie werben überall in Deutschland für Ihre Idee. Wo gibt es Widerstand?

Rasfeld: Vor allem an den Gymnasien, weil die Lehrer dort am stärksten auf den Fachunterricht fokussiert sind und keine Stunden hergeben wollen. Doch eine Schule, die es nicht schafft, vier Stunden pro Woche für die Zukunftsfragen freizuräumen, die kann eigentlich gleich dichtmachen.

Die frühere Schulleiterin Margret Rasfeld ist Gründerin der Initiative »Schule im Aufbruch«

Die Fragen stellte MANUEL HARTUNG

TITELTHEMA: INNOVATION

8

Forschung: Geld per Los

»Herzlichen Glückwunsch – Sie haben gewonnen! Bei der Deutschen Forschungs-Lotterie wurde ihr Projekt aus mehreren Tausend Einsendungen per Los gezogen. Die Fördersumme geht Ihnen in den nächsten Tagen zu. In freudiger Erwartung neuer Erkenntnisse, gez. der Präsident.«

Bekommen Forscher in Zukunft solche Briefe? Tatsächlich wird gerade die Idee populär, das Los entscheiden zu lassen, welche wissenschaftlichen Ideen den Zuschlag bekommen. In Neuseeland wird bereits ein Teil der staatlichen Forschungsgelder so vergeben, bald auch in der Schweiz. In Deutschland verteilt der größte private Wissenschaftsförderer, die Volkswagen-Stiftung, seit 2017 auf diese Weise einen Teil seines Budgets.

Doch warum setzt ausgerechnet die rationale Wissenschaft bei einer ihrer wichtigsten Entscheidungen auf die Irrationalität des Zufalls? Weil das übliche Gutachtersystem (Peer-Review), bei dem etablierte Forscher über neue Ideen entscheiden, Schwächen hat. Es ist langsam, oft uneinheitlich und anfällig für (unbeabsichtigte) Benachteiligungen: von Frauen, von jungen Antragstellern oder ethnischen Minderheiten. So verhindert das Establishment in den Jurys mitunter das, was es fördern soll – den Aufstieg unkonventioneller neuer Ideen. Ein Losentscheid dagegen ist blind für Vorurteile. Der Zufall könnte dazu führen, dass ein höherer Anteil von Projekten gefördert wird, in denen eine Minderheitenmeinung vertreten wird. Diese Hoffnung steht hinter dem Förderprogramm »Experiment« der Volkswagen-Stiftung.

Ganz ohne Peer-Review kommt aber auch dieses Programm nicht aus. In einer Vorprüfung sortiert eine Jury schwache Anträge aus. Ins Losverfahren kommen nur die herausragenden Ideen sowie jene, über deren Qualität man sich nicht einig ist. Gerade diese Wackelkandidaten machen sonst den Gutachtern die meiste Arbeit, weil niemand weiß, ob sie die Wissenschaft tatsächlich voranbringen. Bewährt sich das Los-Prinzip, könnte man es auf große Programme, Projekte oder Stipendien ausdehnen. Für den Forschungsbetrieb wäre das eine Revolution. **MARTIN SPIEWAK**



Gute Wissenschaftler zu fördern, das soll mit weniger Papierkram gelingen

9

Klima: Maut über den Wolken

Fliegen ist die klimaschädlichste Verkehrsart. Und keine andere wächst so schnell: Binnen 20 Jahren soll sich das Flugaufkommen verdoppeln. Da liegt der Gedanke nahe, den Ausstoß von Kohlendioxid (CO₂) bei Flugzeugen pauschal zu verteuern. Doch dem Klimaschutz wäre mehr gedient, wenn man die Sache detaillierter angeht.

»Man darf nicht nur auf die CO₂-Menge schauen, sondern muss auch den Ort und Zeitpunkt berücksichtigen«, sagt der Ingenieur Malte Niklaß. Denn wie schädlich ein Flug für das Klima ist, variiert enorm, je nach Höhe oder Wetterlage. Das müsste man gezielt ausnutzen, hat sich Niklaß gedacht und am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Hamburg die entsprechende Idee entwickelt.

Nur etwa ein Drittel der Klimawirkung des Flugverkehrs hängt am CO₂ aus der Kerosin-Verbrennung. Der große Rest entfällt auf andere Emissionen. Etwa auf Wasserdampf und Ruß, aus denen Kondensstreifen entstehen. Die wiederum wandeln sich in besonders kalten und feuchten Luftschichten zu Zirruswolken, die zur Erwärmung beitragen. Und die Stickoxide aus Jet-Triebwerken können in großen Höhen je nach Wetterlage zu einer Produktion von Ozon führen (schlecht fürs Klima) oder zum Abbau von Methan (gut fürs Klima).

Je nach Wetterlage wäre daher mal diese, mal jene Flugroute die beste fürs Klima. Doch für Airlines rechnet es sich bisher nicht, Umwege für den Klimaschutz zu machen. Das will Niklaß ändern. Seine Idee: Wo ein Jet besonders klimaschädlich wirkt, sollen die Airlines höhere Überfluggebühren bezahlen. So eine »Klimamaut« hat Niklaß in seiner Doktorarbeit detailliert durchgerechnet, im Oktober erhält er dafür den Promotionspreis der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt.

Das Charmante: Die Idee knüpft an das existierende System von Überfluggebühren an. Und man könnte für die Maut nach und nach weitere Klimaeffekte des Fliegens berücksichtigen. Klingt abgehoben? Wer weiß. Da derzeit in Europa diskutiert wird, wie die Klimawirkung von Flügen mit einem Preisschild versehen werden soll, kommt Niklaß' Idee gerade zum richtigen Zeitpunkt. **STEFAN SCHMITT**

10

KI: Maschinen mit Manieren

DIE ZEIT: Herr Rahwan, Sie haben einen Algorithmus entwickelt, der Maschinen hilft, mit Menschen zusammenzuarbeiten. Warum ist das nötig?
Iyad Rahwan: Maschinen werden in Zukunft Aufgaben übernehmen, die bisher Menschen erledigt haben, auch solche, bei denen es auf Kooperation ankommt. Zwei oder mehr Akteure müssen zusammenarbeiten, damit am Ende alle gewinnen. Und das müssen dann auch Maschinen können.
ZEIT: Können Sie ein Beispiel nennen?
Rahwan: Wenn Algorithmen komplexe Geschäfte abwickeln, müssen sie einkalkulieren, welche Fol-

gen es hat, wenn sie etwa eine Zulieferung stornieren, weil sie die Teile woanders mit mehr Gewinn verkaufen können. Verderben sie sich damit auf lange Sicht Geschäftsbeziehungen? Beim Autofahren geht es auch um Kooperation, zum Beispiel beim Reißverschlussverfahren. Das müssen auch autonome Autos hinkriegen.
ZEIT: Und was müssen Maschinen können, um mit Menschen zu kooperieren?
Rahwan: Sie müssen uns mitteilen können, was sie vorhaben oder warum sie etwas tun. Wenn wir das erst aus ihren Aktionen schließen müssen, dauert

das zu lange. Wir Menschen nutzen dafür eine Abkürzung: Wir reden miteinander.
ZEIT: Und Maschinen?

Rahwan: Unser Algorithmus kann seine Aktionen zumindest mit ein paar Standardsätzen kommentieren: »Ich akzeptiere dein Angebot«, »Das ist nicht fair«, »Klasse. Wir werden reich«, »Gib mir noch eine Chance«. Er kann auch fies werden: »Dafür wirst du bezahlen!«
ZEIT: Und das macht einen Unterschied?

Rahwan: Sogar einen deutlichen! Wir haben das im Experiment erprobt, anhand von Spielen, bei

denen es auf Kooperation ankommt, dem klassischen Gefangenendilemma zum Beispiel. Unser Algorithmus hat viel besser mit Menschen kooperiert als andere Algorithmen. Sogar genauso gut wie Menschen untereinander! Das ist doch ein gutes Zeichen.

Iyad Rahwan ist seit kurzem Direktor am Berliner Max-Planck-Institut für Bildungsforschung. Zudem lehrt er am MIT Media Lab in Boston, USA

Die Fragen stellte **STEFANIE KARA**

Quellen

Das Buch **Geschichte der Zukunft** von Joachim Radkau (Hanser, 2017)

Bundesbericht Forschung und Innovation des Bundesforschungsministeriums (2018)

Die Studie **Gescheiterte Innovationen** von Reinhold Bauer (Campus, 2006)

Links zu diesen und weiteren Quellen finden Sie unter zeit.de/wq/2019-38

ANZEIGE

INGENIEURE & TECHNIKER

Näher am Leben
Mein Fernstudium an der FHfH

- Berufsbegleitendes und flexibles Fernstudium
- Persönliche Betreuung über 50 Mal vor Ort
- Staatlich anerkannte Bachelor- und Masterabschlüsse

fhf-fernstudium.de

✓ Praxisrelevante Studieninhalte ✓ 20 Jahre Erfahrung
✓ Über 10.000 Absolventen ✓ 97% Weiterempfehlung

DIPLOMA mehr Infos: diploma.de/technik +49 (0)5722 28 69 97 32

DIPLOMA HOCHSCHULE
Private Fachhochschule Nordhessen
University of Applied Sciences

Nehmen Sie Ihre Karriere selbst in die Hand!

- Wirtschaftsingenieurwesen (B. Eng.)
- Mechatronik (B. Eng.)
- Wirtschaftsinformatik (B. Sc.)

- Als klassisches Vollzeitstudium (6 Sem.) oder als Fernstudium (7 Sem.)
- Fernstudium mit ca. 10-12 Online-Präsenzveranstaltungen pro Semester
- Verkürztes Fernstudium neben dem Beruf unter Anrechnung von Leistungen z.B. aus der Techniker-Weiterbildung

JETZT ANMELDEN! zum Wintersemester 2019/2020

Demnächst in DIE ZEIT
Spezial Weiterbilden – Studium neben dem Beruf am 21.11.2019

Kontakt für Anzeigenkunden
marlen.meyer@zeit.de ☎ 040/32 80 1852

DIE ZEIT

OB BERUFLICHE PERSPEKTIVE ODER WOHLFÜHLEKTOR: RECHNE MIT DEM BESTEN

Ebrar Eris (25), Bachelor-Absolventin

Individuell & persönlich – ein Studium der Ingenieurwissenschaften und der Informatik an der Hochschule Osnabrück

Mathevorbereitungskurse, moderne Labore, Lernen in kleinen Gruppen und vielfältige Kontakte in die Praxis – damit schaffen wir beste Voraussetzungen für einen erfolgreichen Start in das Berufsleben.

Dazu bieten wir unseren Studierenden eine individuelle Betreuung und einen Campus mit Wohlfühlatmosphäre.

Neugierig geworden? Informieren Sie sich auf ... www.hs-osnabrueck.de/studium

HOCHSCHULE OSNABRÜCK
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

ABITUR – UND DANN?
SO FINDEST DU DAS PASSENDE STUDIUM!

JETZT BESTELLEN: www.zeit.de/studienfuehrer **DIE ZEIT Studienführer**