

Alleskönner KI?

Künstliche Intelligenz ist vielseitig, muss aber noch viel lernen

EINDEUTIG MACHBAR

Kosten für das Erreichen der Klimaziele berechnet

EINFACH ANDERS

Nicht jeder Autist fühlt sich krank

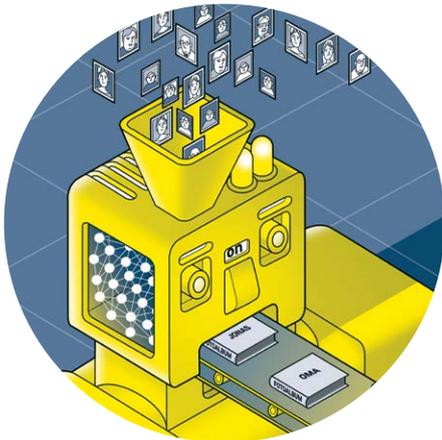
ECHT ERFOLGREICH

Martin Winter setzt auf Lithium-Ionen-Batterien



Unter Kontrolle

Alle starren gebannt auf „Igor“. Gleich wird der weiße Kasten einsatzbereit sein. Seine Messung der Neutronenstrahlung soll verraten: Wurde hier radioaktives Material beiseitegeschafft? Internationale Experten haben den tragbaren Detektor bei der Übung „Nuclear Disarmament Verification“ (NuDiVe) im Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK-6) eingesetzt, bei der sie neue Verfahren zur Überwachung der nuklearen Abrüstung erproben. Die Verfahren könnten künftig aufklären, ob ein Nuklearsprengkopf ordnungsgemäß vernichtet wurde. Bisher ist dieser Nachweis kaum möglich, denn Kontrolleure dürfen Waffensysteme nicht direkt untersuchen. Das soll das militärische Know-how eines Staates schützen.

NACHRICHTEN**5****TITELTHEMA****Lernende Maschinen**

Künstliche Intelligenz weckt hohe Erwartungen – und bietet viele Chancen. Sie ist aber noch weit von echter Intelligenz entfernt.

8**FORSCHUNG****Energiegeladen**

Hält sich an Fakten und folgt seinem Bauchgefühl – Batterieforscher Martin Winter im Porträt.

**16****Turbotest für Trinkwasser**

Bei Epidemien und nach Katastrophen ist sauberes Wasser wichtig. Ein neues Gerät soll Tests verkürzen.

18**Einfach nur anders**

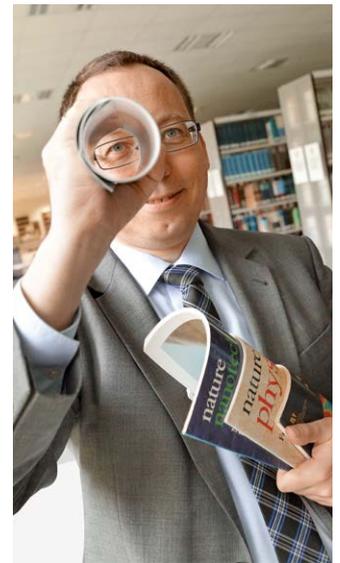
Menschen mit Autismus: Wenn Umarmungen Angst einjagen.

20**Klimaneutralität klar kalkuliert**

Wie die Umstellung des Energiesystems bis 2050 mit möglichst geringen Kosten gelingt.

24**Freier Zugriff auf Wissen**

Das Lesen wissenschaftlicher Zeitschriften soll künftig nichts mehr kosten.

**29****RUBRIKEN****Aus der Redaktion**

4

Impressum

4

Woran forschen Sie gerade?

19

Besserwissen

28

Gefällt uns

31

Forschung in einem Tweet

32

Musterstücke

Kennen Sie das? Da haben Sie neulich diesen Song gehört, den Sie auf Anhieb mochten. Doch weder Titel noch Name des Interpreten blieben hängen. Ärgerlich. Aber dann, Wochen später, erklingt genau dieses Lied bei der Musikapp auf dem eigenen Smartphone. Ein Zufall? Vielleicht, vielleicht auch nicht. Denn eventuell hat Künstliche Intelligenz (KI) das Geheimnis Ihres Musikgeschmacks enträtselt. KI wird nämlich auch genutzt, um auszuwerten, welche Musik man hört, und daraufhin dem Muster entsprechend neue Songs vorzuschlagen. Dieser Vorschlag war dann jedenfalls mustergültig. Warten Sie mal ab, was die KI das nächste Mal vorschlägt. In der Zwischenzeit können Sie in unserer Titelgeschichte nachlesen, welche Muster die KI für die Wissenschaft suchen soll: etwa in Wetterdaten, um vor lokalen Wetterextremen zu warnen, oder in Bildern von Gehirnschans, um den langfristigen Verlauf einer Krankheit zu prognostizieren.

Jülicher Forscher arbeiten auch in anderen Bereichen an Lösungen für unsere Zukunft: Zum Beispiel berechnen sie, wie Deutschland den CO₂-Ausstoß bis 2050 kostengünstig um 95 Prozent senken kann, und sie entwickeln unterschiedliche Batteriesysteme. Lesen Sie außerdem, warum für Menschen mit Autismus eine Umarmung so schwer ist wie für andere eine komplizierte Grammatik. Wir hoffen, dass das eine oder andere Musterstück für Sie dabei ist. Viel Vergnügen wünscht ...

Ihre effzett-Redaktion

Noch mehr drin!

Jetzt das Online-Magazin lesen



↑ Die effzett können Sie auf allen Endgeräten lesen – vom Smartphone bis zum PC. Einfach online aufrufen: effzett.fz-juelich.de

Impressum

effzett Magazin des Forschungszentrums Jülich, ISSN 1433-7371

Herausgeber: Forschungszentrum Jülich GmbH, 52425 Jülich

Konzeption und Redaktion: Annette Stettien, Dr. Barbara Schunk, Christian Hohlfeld, Dr. Anne Rother (V.i.S.d.P.)

Autoren: Marcel Bülow, Dr. Frank Frick, Christian Hohlfeld, Jannis Lindner, Katja Lüers, Dr. Regine Panknin, Martha Peters, Dr. Arndt Reuning, Tobias Schlößer, Dr. Barbara Schunk, Annette Stettien, Angela Wenzik, Erhard Zeiss

Grafik und Layout: SeitenPlan GmbH, Dortmund

Bildnachweise: Forschungszentrum Jülich (25, 32), Forschungszentrum Jülich/Sascha Kreklau (2, 3 li. u., 6 o., 12 li., 16-17, 19, 22), Forschungszentrum Jülich/Ralf-Uwe Limbach (3 re, 6 u., 7 o., 11, 12 re., 14, 23 u., 27, 30), Forschungszentrum Jülich/Tobias Schlößer (5 u.), Diana Köhne (28 (Illustrationen/Handschrift)), Ruf Lanz, Zürich (20, 23 o.), SUNfarming

GmbH (5 o.), SeitenPlan (18 (Grafik)), Bernd Struckmeyer (Tite, 3 li. o., 8, 10, 13), alle im Folgenden genannten Motive sind von Shutterstock.com: DariaRen (7 u.), LightField Studios (3 Mitte u.), Macrovector (31), ONYXprj (15 (kleine Illustrationen)), Rakic (4 (Montage: SeitenPlan)), spacezerocom (28 (Hintergrund)), Tonkiti (3 Mitte o.)

Kontakt: Geschäftsbereich Unternehmenskommunikation, Tel.: 02461 61-4661, Fax: 02461 61-4666, E-Mail: info@fz-juelich.de

Druck: Schloemer Gruppe GmbH

Auflage: 3.500



* Alle in der effzett verwendeten Bezeichnungen sind geschlechtsneutral zu verstehen. Auf eine Nennung verschiedener Varianten der Bezeichnungen wird allein aus Gründen der besseren Lesbarkeit verzichtet.

BIOÖKONOMIE

Doppelter Vorteil

Gleichzeitig die Versorgung mit Strom und Lebensmitteln sicherstellen – das sollen Food & Energy Anlagen in Afrika. Solardächer über Anbauflächen für Obst und Gemüse erzeugen Strom, der in das örtliche Versorgungsnetz fließt. Unter den Photovoltaikanlagen lässt sich in „offenen Gewächshäusern“ Ackerbau betreiben. Die Kombination soll Landnutzungskonflikte zwischen Landwirtschaft und Energiegewinnung reduzieren. Experten aus Nigeria, Benin und Deutschland beschäftigen sich neben der Produktion auch mit der Konservierung von Feldfrüchten, etwa in modernen Trocknungsanlagen. Ziel ist es Obst- und Gemüseüberschüsse aus der Erntezeit länger haltbar zu machen und so eine gleichbleibende Versorgung zu sichern. Jülich koordiniert das Projekt.

- INSTITUT FÜR ENERGIE- UND KLIMAFORSCHUNG/INSTITUT FÜR BIO- UND GEOWISSENSCHAFTEN -



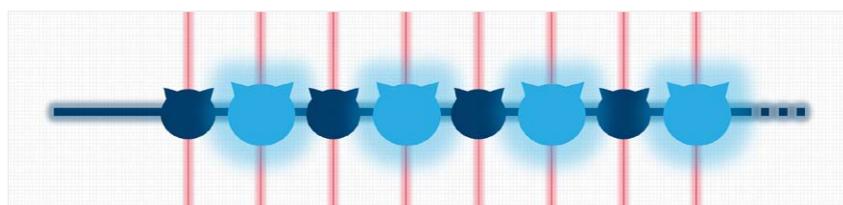
SUNfarming GmbH

QUANTENCOMPUTING

Schrödingers Katze aus 20 Atomen

Im berühmten Gedankenexperiment des Physikers Erwin Schrödinger aus dem Jahr 1935 ist eine Katze in einer geschlossenen Kiste gemäß den Regeln der Quantenmechanik gleichzeitig lebendig und tot. Dieser überlagerte Zustand endet erst, wenn jemand nachsieht. Einem internationalen Team mit Jülicher Beteiligung ist es gelungen, 20 Atome mithilfe geschickt eingesetzter Laser in einen solchen überlagerten „Katzenzustand“ zu versetzen. Der bisherige Höchstwert lag bei 14 überlagerten Atomen. Der neue Rekord ist ein weiterer Schritt auf dem Weg zu einem Quantencomputer, der klassische Rechner bei der Lösung bestimmter Aufgaben weit übertreffen könnte.

- PETER GRÜNBERG INSTITUT -



700

Millionen Euro ...

stellen das Bundesforschungsministerium und das Land Nordrhein-Westfalen für die „Forschungsfertigung Batteriezelle“ in Münster zur Verfügung, an der das Helmholtz-Institut Münster beteiligt ist, eine Außenstelle des Forschungszentrums Jülich. Die Fabrik soll den Einstieg Deutschlands in eine Serienproduktion von großen Batteriezellen vorbereiten.

- HELMHOLTZ-INSTITUT MÜNSTER -

MATERIALFORSCHUNG

Auf dem nationalen Fahrplan

Das Bundesforschungsministerium hat das geplante Ernst Ruska-Centrum 2.0 auf dem Jülicher Campus in die Nationale Roadmap für große Forschungsinfrastrukturen aufgenommen. In dem Zentrum sollen ab 2022 mit weltweit einzigartigen Elektronenmikroskopen der nächsten Generation zum Beispiel Materialien für die Energiewende oder biologisch aktive Moleküle untersucht werden. Ebenfalls aufgenommen wurde der deutsche Beitrag an der Europäischen Forschungsinfrastruktur für Aerosol, Wolken und Spurengase (ACTRIS-D), an dem auch Jülicher Klimaforscher beteiligt sind.

- ERNST RUSKA-CENTRUM FÜR MIKROSKOPIE UND SPEKTROSKOPIE MIT ELEKTRONEN/INSTITUT FÜR ENERGIE- UND KLIMAFORSCHUNG -



BIOPHYSIK

Volle Kraft voraus

Der Jülicher Physiker Dr. Benedikt Sabass erhält einen „Starting Grant“ des Europäischen Forschungsrates in Höhe von rund 1,5 Millionen Euro. Der Nachwuchswissenschaftler will mechanische Kräfte von Bakterien untersuchen, etwa von Krankenhauskeimen. Diese Kräfte beeinflussen, wie sich Zellen verhalten.

- INSTITUTE OF COMPLEX SYSTEMS -

Puzzle mit Atomen

Energiesparende Datenspeicher aus einzelnen Atomen sind noch Zukunftsmusik. Ein Grund dafür ist ihre mangelnde magnetische Stabilität. Diese lässt sich durch bestimmte symmetrische Anordnung der Atome verbessern, haben Forscher aus Hamburg, Jülich und dem niederländischen Leiden herausgefunden. Sie hatten dazu systematisch verschiedene Positionen von drei bis neun Eisenatomen auf einer Oberfläche untersucht.

- PETER GRÜNBERG INSTITUT -

NACHGEFRAGT

Schneller zum Durchbruch

Das Forschungszentrum Jülich und Google forschen künftig gemeinsam an Quantencomputern. Prof. Kristel Michielsens, Leiterin der Forschungsgruppe Quantum Information Processing am Jülich Supercomputing Centre, erklärt die Hintergründe.

Frau Michielsens, warum ist Google ein interessanter Partner?

Google arbeitet seit 2011 an einem eigenen Quantencomputer. Durch die Kooperation erhalten wir Zugriff auf Hardware und Know-how von Google. Davon profitiert etwa, wenn auch indirekt, „OpenSuperQ“, ein Teilprojekt des europäischen Flagships zur Quantentechnologie, an dem Jülich beteiligt ist.

Was bringt Jülich in die Kooperation ein?

Unsere Supercomputer-Infrastruktur und unser Know-how zu Soft- und Hardware. Ich selbst teste auf Supercomputern Algorithmen, die auf Quantencomputern ablaufen könnten. Neben dem wissenschaftlichen Austausch wollen wir uns gegenseitig bei der Ausbildung von Spezialisten unterstützen. Wobei Google nicht der einzige Partner ist.

Wer ist noch im Boot?

Wir arbeiten mit D-Wave zusammen und sind im Gespräch mit IBM. Um Quantenrechnern schneller zum Durchbruch zu verhelfen, müssen wir uns enger vernetzen.

DIE FRAGEN STELLTE CHRISTIAN HOHLFELD.



INFORMATIONSTECHNOLOGIE

Ungewöhnliche Magnetstrukturen

Ein internationales Forscherteam mit Jülicher Beteiligung hat einen neuen Weg entdeckt, wie die kleinsten magnetischen Elemente in einem Material – die Elektronenspins – aufeinander einwirken. Dies führt dazu, dass die Spins über viele Materialschichten hinweg Strukturen ausbilden, die sich wie die linke und rechte Hand voneinander unterscheiden. Diese chirale („händige“) Anordnung von Spins ist interessant für die Entwicklung künftiger Datenspeicher.

- PETER GRÜNBERG INSTITUT -





Lernende Maschinen

Sie macht das Licht aus, übersetzt Texte und schlägt Schnäppchen beim Online-Einkauf vor: Künstliche Intelligenz hat längst ihren Platz im Alltag. Auch in der Wissenschaft entwickelt sie sich zu einer wichtigen Basis. Denn obwohl Maschinen noch weit von echter Intelligenz entfernt sind, sind sie in einigen Bereichen dem Menschen klar überlegen – etwa im Erkennen verborgener Muster.

Die Flut trifft den Ort ohne Vorwarnung. Am 29. Mai 2016 entlädt sich innerhalb kürzester Zeit eine Gewitterzelle über Braunsbach. In einer Stunde fällt so viel Regen wie sonst in Monaten. Eine gewaltige Flutwelle bahnt sich ihren Weg durch den Ort und reißt alles mit, was ihr im Wege steht: Bäume, Autos, Hauswände. Sie hinterlässt rund 50.000 Tonnen Schutt und Geröll in dem Örtchen nordöstlich von Schwäbisch Hall. Gesamtschaden: über 100 Millionen Euro.

Auch wenn die Wettervorhersage im Lauf der Jahre immer präziser geworden ist: Einzelne Orte wie Braunsbach frühzeitig vor Starkregen oder lokalen Gewitterzellen zu warnen, fällt den Meteorologen noch immer schwer. Das liegt unter anderem an der relativ groben Auflösung der regionalen Wettermodelle des Deutschen Wetterdienstes (DWD). „Alles, was kleiner als zwei Kilometer ist, fällt durch das Raster. Das Modell sagt dann zum Beispiel, es regnet in einem zwei mal zwei Kilometer großen Gebiet – auch wenn sich in der Realität in dem Gebiet blauer Himmel und Regen abwechseln. Um Niederschläge lokal verlässlich vorherzusagen, genügt das meist nicht“, erklärt Dr. Martin Schultz.

Der Physiker vom Jülich Supercomputing Centre versucht daher im Projekt DeepRain, die Vorhersagen zu verbessern, so dass den Behörden genügend Zeit bleibt, vor lokalen Gewittern und Starkregen zu warnen. Möglich machen soll das Künstliche Intelligenz (KI). Sie soll dafür in Wetterdaten nach Mustern suchen, die lokale Wetterextreme ankündigen.

RECHNEN NACH VORSCHRIFT

KI ist ein Ansatz, intelligentes Verhalten mithilfe von Computern nachzubilden. Dafür lernen die Maschinen, ziehen Schlussfolgerungen und korrigieren sich selbst. An das menschliche Gehirn reichen sie aber noch längst nicht heran. Unser Gehirn arbeitet so energieeffizient wie keine Maschine bisher, es kann bereits aus wenigen Beispielen sinnvolle Schlüsse ziehen, ist besonders gut in der Lage, flexibel zu denken, unkonventionelle Lösungen zu finden und Beziehungen zwischen völlig unterschiedlichen Sachverhalten herzustellen.

Maschinen hingegen sind im Vorteil, wenn es darum geht, sich stoisch durch Datenberge zu ackern und in einem Wust von Informationen verborgene Muster aufzuspüren oder sehr viel komplexere Muster zu erkennen, als der Mensch es kann.

Ein simples Beispiel sind klassische Verfahren der Gesichtserkennung: Die KI sortiert die Fotos verschiedener Menschen beispielsweise nach Augenabstand, Gesichtsförmigkeit und Nasengröße – je nachdem, was die Programmierer vorgegeben haben. Sie legt dann für jedes Gesicht ein Muster an. Ihr Wissen setzt sie anschließend bei neuen Bildern ein: Sie vergleicht ein Bild dann mit dem bisherigen Fotobestand und schlägt vor, wer auf dem Bild zu sehen ist. Ihr wird also beigebracht, unbekannte Datensätze zu beurteilen. Dies ist eine der einfachsten Formen des maschinellen Lernens.

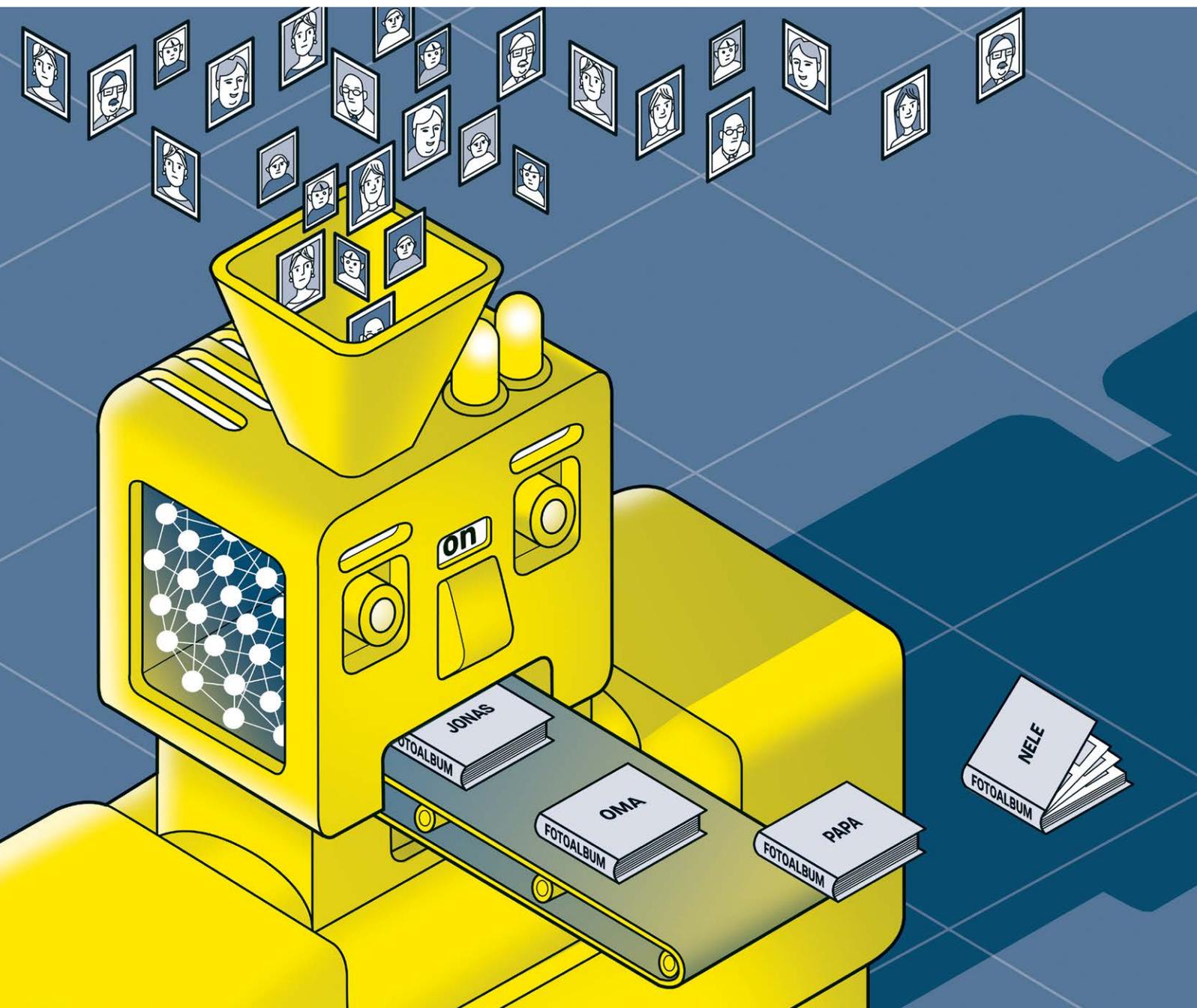
DAS MUSTER DES REGENS

Für die Mustererkennung bei der verbesserten Wettervorhersage, die Martin Schultz anstrebt, müssen die Maschinen etwas mehr können. „Die Wetterdaten tragen komplexe zeitliche und räumliche Muster in sich. Welche davon typisch für Starkregen sind, wissen wir nicht. Wir füttern daher die Software mit möglichst vielen Daten, sie sucht selbst nach Mustern und erstellt dann Prognosen.“

Martin Schultz setzt dabei auf eine fortgeschrittene Art des maschinellen Lernens, das Deep Learning: Auch hierbei durchsuchen KI-Systeme große Datenmengen, im Fall von DeepRain Wetterdaten aus den vergangenen Jahren – allerdings geben die Forscher nicht vor, was charakteristisch ist für Extremwetter. Stattdessen trainieren sie die Maschine darauf, das selbst herauszufinden.

„Wir wissen nicht, welche Muster sich die KI sucht. Das können Dinge sein, an die wir nicht einmal ansatzweise gedacht haben oder die wir vielleicht auch nie erkannt hätten“, so Schultz. Er und seine Kollegen können aber am Ende prüfen, ob die Prognose der KI korrekt ist, es also an dem Tag heftig regnete, und das der Software zurückmelden. Durch ständiges Wiederholen „lernt“ die KI so, welche Muster Starkregen am besten vorhersagen.

Die Funktionsweise des Deep Learning ähnelt grob den Lernprozessen unseres Gehirns. Dort sind Abermilliarden von Nervenzellen untereinander verknüpft. So leiten sie Informationen weiter und verarbeiten sie. Wenn wir lernen, nutzen wir bestimmte Verbindungen zwischen Nervenzellen immer wieder und verändern so die Vernetzung zwischen den Zellen: Bei Kindern, die viel lesen, verstärken sich beispielsweise die





↑ Martin Schultz möchte mithilfe von KI lokale Wetterprognosen verbessern.

Verbindungen zwischen den Bereichen im Gehirn, die für Sehen, Hören und Sprache zuständig sind. Bei professionellen Badmintonspielern verändert sich die Vernetzung der Gehirnregionen, die Sehen und Bewegung koordinieren.

Deep Learning nutzt einfache mathematische Einheiten, deren Aktivität grob der von Nervenzellen im Gehirn entspricht: Sie sind ebenfalls über Ein- und Ausgabeverbindungen miteinander verknüpft und empfangen Informationen von anderen Einheiten, die sie verarbeiten und weiterleiten. Sie funktionieren aber erheblich einfacher als die biologischen Vorbilder. Organisiert sind die mathematischen Einheiten in Schichten.

TAUSENDE SCHICHTEN

„Tiefe Netze fürs Deep Learning besitzen mitunter Hunderte bis Tausende Schichten, in denen die Daten verarbeitet werden“, erklärt Dr. Jenia Jitsev, der sich am Jülich Supercomputing Centre mit der Architektur solcher Modelle beschäftigt. Bei der Gesichtserkennung ist es beispielsweise so, als würde das Eingangsbild eine Vielzahl von Filtern durchlaufen, die auf immer komplexere Muster ansprechen. Die erste Schicht nimmt zum Beispiel nur Helligkeitswerte wahr. Tiefere Layer reagieren auf Kanten, Konturen und Formen – ganz tiefe Schichten schließlich auf individuelle Merkmale von menschlichen Gesichtern.

Das Netzwerk lernt, ein Gesicht zu identifizieren, indem es sich merkt, welche Kombination aus Helligkeitswerten, Kanten, Formen und Details dieses Gesicht charakterisieren: Wie bei den Nervenzellen im Gehirn verstärken und schwächen sich bestimmte Verbindungen zwischen den Netzwerkeinheiten. Durch den Lernprozess werden Verbindungsmuster geschaffen, die zum korrekten Ergebnis führen. „Tiefe neuronale

KI auf dem Vormarsch

Der Begriff der Künstlichen Intelligenz wurde bereits im Jahr 1956 auf einem mehrwöchigen Workshop am Dartmouth College in New Hampshire geprägt. Erste Konzepte zu künstlichen neuronalen Netzwerken existierten zu dieser Zeit bereits. In den 1970er Jahren setzte dann allerdings der lange „KI-Winter“ ein: Die Forschung stagnierte, da es sowohl an Rechenleistung als auch an ausreichenden Trainingsdaten mangelte. Ungefähr zur Jahrtausendwende begann dann die Renaissance des maschinellen Lernens.

„Erst Big Data und die Fortschritte bei lernenden Algorithmen haben die gegenwärtigen Fortschritte der künstlichen neuronalen Netzwerke möglich gemacht“, sagt der Deep-Learning-Experte Dr. Jenia Jitsev vom Jülich Supercomputing Centre. Denn je mehr Daten, desto mehr Beispiele, mit denen ein künstliches neuronales Netzwerk trainiert werden kann. Und je intensiver das Training, desto besser kann ein Netzwerk neue Beispiele korrekt einordnen, die es zuvor noch nie gesehen hat. Solche selbstlernenden KI-Algorithmen sind allerdings sehr rechenintensiv. „Hier profitieren wir von der gestiegenen Leistungsfähigkeit und der gewachsenen Speicherkapazität moderner Hochleistungscomputer, die speziell für den Umgang mit solchen Algorithmen und riesigen Datenmengen entwickelt wurden.“ In solchen Hochleistungscomputern stecken neben herkömmlichen Prozessoren (CPUs) viele Grafikprozessoren (GPUs). GPUs haben zwar langsamere Rechenkerne als CPUs, aber dennoch einen entscheidenden Vorteil: Sie verfügen anders als CPUs über Tausende von Rechenkernen, die einfache Rechenoperationen parallel mit großer Effizienz durchführen können. Ideal für die Arbeitsweise der neuronalen Netzwerke und des Deep Learnings: bei diesen müssen während des Trainings eine Vielzahl solcher Operationen immer wieder durchgeführt werden.

Zu den immer leistungsfähigeren Rechnern kommt hochwertige Software: „Mittlerweile stehen viele unterschiedliche Open-Source-Werkzeuge zur Verfügung.“ Die drei Voraussetzungen Big Data, leistungsfähige Hardware und passende Software haben die KI nun endgültig aus ihrem langen Winterschlaf erwachen lassen.



↑ Hoff, mithilfe von KI Muster im Gehirn von Menschen mit psychologischen und neurologischen Erkrankungen zu finden: Simon Eickhoff.



↑ Jenia Jitsev beschäftigt sich mit der Architektur von tiefen neuronalen Netzwerken für Deep Learning.

Netzwerke benötigen möglichst viele verschiedene Beispiele fürs Training: je mehr unterschiedliche Beispiele, desto erfolgreicher das Lernen“, sagt Jitsev.

Genau hier liegt ein Problem, das Schultz im DeepRain-Projekt noch lösen muss: Das Trainingsmaterial fehlt. „Wir transfieren vom Deutschen Wetterdienst für unsere Berechnungen insgesamt 600 Terabyte an Daten. Das klingt erst einmal nicht nach einem Mangel.“ Allerdings: Starkregen ist selten. „Laut einer Statistik des Deutschen Wetterdienstes gab es zwischen 1996 und 2005 an keiner Station mehr als acht solcher Ereignisse“, sagt Schultz. Entsprechend rar sind Datensätze, aus denen sich ein Muster für die KI herauskristallisieren könnte.

Hinzu kommt: Die Daten werden nicht nur zum Trainieren benötigt, sondern auch für die abschließende Qualitätsprüfung. Deep-Learning-Experte Jenia Jitsev: „Für die Trainingsphase werden typischerweise nur 80 Prozent der Daten genutzt. Die restlichen 20 Prozent fassen wir zunächst einmal gar nicht an. Dieser Testdatensatz wird erst nach dem Training herausgeholt, um daran die Fähigkeiten des neuronalen Netzwerkes zu überprüfen.“

INDIVIDUELLE PROGNOSEN

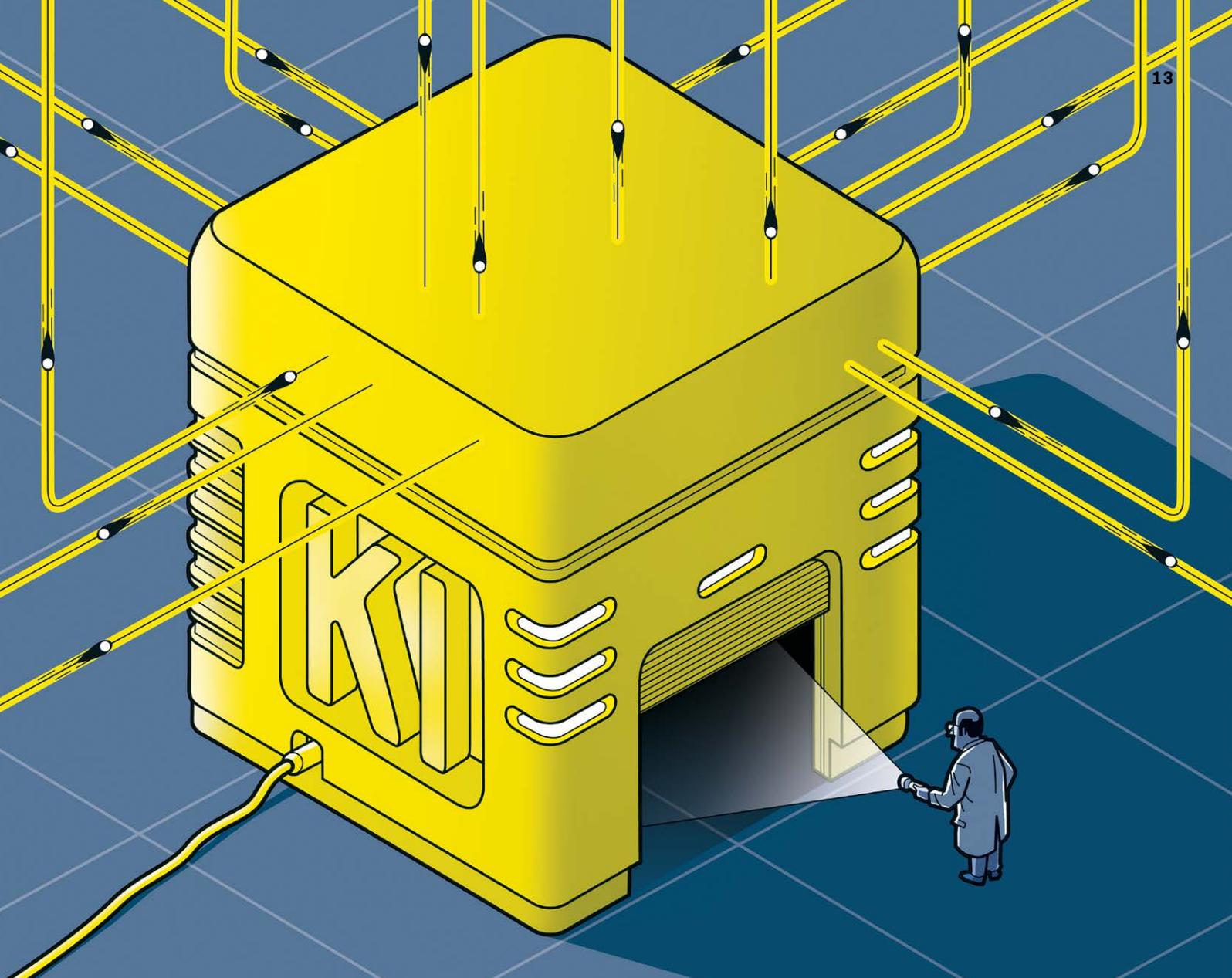
Besonders wichtig ist diese Testphase, wenn es um sensible Daten geht – Daten, die über das Schicksal von Menschen entscheiden: etwa Auswahlverfahren bei Bewerbungen, die Einschätzung der Kreditwürdigkeit oder ärztliche Diagnosen. Mit Letzteren beschäftigt sich der Mediziner Prof. Simon Eickhoff vom Institut für Neurowissenschaften und Medizin (INM-7). Er hofft, irgendwann mithilfe von KI Muster im Gehirn von Menschen mit psychologischen und neurologischen Erkrankungen zu finden, um sie gezielt und individuell be-

handeln zu können. Computerprogramme sollen in Hirnscans zum Beispiel nach Mustern fahnden, die Aufschluss darüber geben, wie wahrscheinlich ein Rückfall bei einem Patienten mit Depressionen ist. KI könnte prognostizieren, wie schnell die Beeinträchtigungen einer Person mit Morbus Parkinson voranschreitet oder ob ein Patient besser mit Medikament A oder Medikament B behandelt werden sollte.

DAS GESAMTMUSTER ZÄHLT

Bis dahin ist der Weg aber noch weit. Eickhoff und sein Team sind schon dabei, KI mithilfe der Mustererkennung bestimmte Informationen aus Hirnscans gewinnen zu lassen: Im Augenblick stehen kognitive Leistungen und Persönlichkeitseigenschaften wie Offenheit, Geselligkeit und emotionale Stabilität im Mittelpunkt. Dazu haben Eickhoff und sein Team Maschinenlern-Programme mit den Gehirnschans von Hunderten Personen trainiert. Von diesen Probanden werden bestimmte psychologische Kenngrößen mit eingegeben, etwa die Reaktionszeit in einem standardisierten Test. Hat das Modell genügend Daten gesehen, kann es allein anhand der Gehirnbilder auf die Reaktionszeit eines neuen Individuums schließen. „Unsere Algorithmen suchen allerdings nicht nach Einzelaspekten in den Bilddaten. Wir können nicht sagen: Bei Menschen mit einem guten Arbeitsgedächtnis sind bestimmte Areale im Gehirn überdurchschnittlich groß. Vielmehr ist das Gesamtmuster ausschlaggebend“, sagt Eickhoff.

Komplexere kognitive Fähigkeiten, wie etwa Reaktionszeiten oder die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses, lassen sich relativ verlässlich mit KI aus den Gehirnschans ableiten, so der Hirnforscher. Bei Persönlichkeitseigenschaften stimme die Vorhersage zwar auch tendenziell, aber die Genauigkeit sei hier noch nicht so gut. Das zeigt die Qualitätssicherung mit



„Tiefe neuronale Netzwerke benötigen möglichst viele verschiedene Beispiele fürs Training: je mehr Beispiele, desto erfolgreicher das Lernen.“

JENIA JITSEV

Daten, die die KI noch nicht kennt: Sie trainiert nämlich immer nur mit einem Teil eines Datensatzes, den Rest nutzen die Forscher, um zu prüfen, wie gut die KI nach einer Lernphase die Persönlichkeitsmerkmale vorhersagt.

Bereits sehr gute Ergebnisse liefert die KI bei der Vorhersage von Alter und Geschlecht: „Hier kann unser Programm mit neunzigprozentiger Sicherheit angeben, ob das Gehirn einer Frau oder einem Mann gehört. Beim Alter liegen wir in einem Bereich von plus/minus vier Jahren“, berichtet Eickhoff.

LICHT INS DUNKEL BRINGEN

Die Überprüfbarkeit von Daten wie Alter oder Geschlecht ist vergleichsweise einfach. Schwieriger wird es bei Diagnosen und Prognosen. „Die Akzeptanz der Künstlichen Intelligenz im Gesundheitswesen steht und fällt mit dem Vertrauen, das ihr entgegengebracht wird – sowohl von den Patienten als auch von den Ärzten“, glaubt der Jülicher Experte. Vertrauen basiert zum Teil darauf, dass nachvollziehbar ist, wie eine Diagnose oder ein Ergebnis zustande kommt. KI-Experten vergleichen jedoch ein neuronales Netzwerk beim Deep Learning gerne

mit einer Black Box: Man kennt die Eingabedaten und erhält eine Ausgabe. Doch die Vorgänge in den informationsverarbeitenden Schichten dazwischen sind so komplex, dass sich meist nicht nachvollziehen lässt, wie das Netzwerk zu seinen Ergebnissen gelangt. Eine wichtige Aufgabe für die KI-Fachleute sei es daher, in den kommenden Jahren ein wenig Licht in dieses Dunkel zu bringen und die komplexen Muster für uns sichtbar zu machen, die den Ergebnissen der KI zugrunde liegen, sagt Simon Eickhoff. Hoffnung setzen viele Fachleute in dieser Hinsicht auf „Explainable AI“, also die erklärbare Künstliche Intelligenz. Solch eine KI liefert neben dem eigentlichen Ergeb-

nis auch die Kriterien mit, wie sie zu ihrem Schluss gelangt ist. Nicht nur Medizin und Neurowissenschaften würden von solchen Algorithmen profitieren, auch Wettervorhersage, Spracherkennung oder die Steuerung autonomer Autos. „Erst wenn wir erklären können, warum ein Algorithmus seine Entscheidung getroffen hat, werden wir von Maschinen vorgeschlagene Lösungen akzeptieren, die unser Gehirn nicht findet“, so Eickhoff.

ARNDT REUNING

Daten und Wissen vernetzen

Medizin, Klimaforschung, Luft- und Raumfahrt: Die Vielfalt der Disziplinen, für die KI eine Rolle spielt, findet sich auch innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft wieder. Um Zusammenarbeit und Austausch von Wissen und Daten innerhalb des Forschungsverbundes zu unterstützen, baut die Helmholtz-Gemeinschaft zurzeit eine interdisziplinäre Plattform auf, die sie dauerhaft mit einem jährlichen Betrag von 11,4 Millionen Euro fördert: die Helmholtz AI – Helmholtz Artificial Intelligence Cooperation Unit.

„Das Helmholtz Zentrum München verbindet als zentrale Einheit mehrere Helmholtz-Zentren, die lokale Einheiten mit thematischen Schwerpunkten bilden. Jülich deckt insbesondere den Bereich Schlüsseltechnologien/Information ab“, sagt Dr. Timo Dickscheid, KI-Experte vom Institut für Neurowissenschaften und Medizin (INM-1). „Jede lokale Einheit besteht aus einer vollausgestatteten Nachwuchsgruppe und einem High-Level-Support-Team, das andere Wissenschaftler in ihren Projekten durch AI-Expertise unterstützt.“

Dickscheids Arbeitsgruppe „Big Data Analytics“ wird eine wichtige Rolle für das Jülicher Segment spielen. Sie erstellt ein hochgenaues Modell des menschlichen Gehirns, dessen Auflösung bis zu einzelnen Nervenzellen herunterreichen wird. Dazu baut die Gruppe Deep-Learning-Verfahren weiter aus, um mikroskopische Bilddaten in der Größenordnung mehrerer Terabyte zu analysieren. Die KI soll lernen, automatisch Mikrostrukturen zu detektieren, Hirnareale zu kartieren und Tausende Gewebeschnitte zu 3-D-Ansichten des Gehirns zusammensetzen. Dabei will die Gruppe Lösungen entwickeln, die auch andere Forschungsbereiche nutzen können – wie etwa das Lernen mit nur wenigen Trainingsbeispielen.



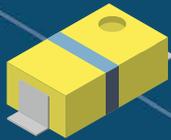
Hören Sie mehr zu der Forschung von Timo Dickscheid unter effzett.fz-juelich.de



↑ Timo Dickscheid entwickelt Deep-Learning-Verfahren, um Modelle des menschlichen Gehirns zu verbessern.

Auch die Forschungsgruppe „Cross-Sectional Team Deep Learning“ vom Jülicher Supercomputing Centre (JSC), die Prof. Morris Riedel und Dr. Jenia Jitsev leiten, ist an der Jülicher Einheit von Helmholtz AI beteiligt. Sie wird gemeinsam mit dem neuen High-Level-Support-Team des JSC die Machine- und Deep-Learning-Forschung vorantreiben und unterstützen. Schwerpunkt werden großskalige lernfähige neuronale Netzwerke sein. Diese können aus einem kontinuierlichen Datenstrom über Wochen oder Monate hinweg lernen und das Gelernte auf verschiedene Aufgaben übertragen, die nur aus wenigen Beispielen bestehen. Mithilfe dieses Transfer-Learnings lassen sich etwa in der Physik aufwendige klassische Simulationen verbessern. Dazu werden die lernenden neuronalen Netzwerke an die Simulationen gekoppelt, um deren Modelle durch erzeugte und beobachtete Daten immer weiter zu optimieren.

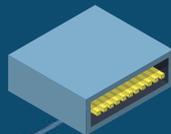
Was ist was?



ALGORITHMUS

Eine Folge von Anweisungen, um ein bestimmtes Problem zu lösen (siehe auch Besserwissen, S. 28).

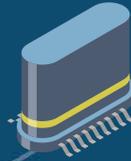
Die einzelnen Befehle müssen eindeutig sein und Schritt für Schritt ausgeführt werden. Üblicherweise verlangt ein Algorithmus eine Eingabe und liefert eine Ausgabe. Beispiele für Algorithmen sind Computerprogramme und elektronische Schaltkreise, aber auch Bauanleitungen oder Kochrezepte. Bestimmte Algorithmen werden der Künstlichen Intelligenz zugerechnet.



KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Maschinen, die auf der Basis von Algorithmen intelligentes Verhalten nachbilden.

Eine genaue Eingrenzung fällt schwer, da der Begriff der Intelligenz selbst nicht eindeutig definiert ist. KI umfasst daher ein ganzes Spektrum von Methoden, Disziplinen und Anwendungen: Computerprogramme, die Schach spielen können. Oder Chatbots, die sich mit Nutzern sozialer Netzwerke unterhalten. Bestimmte Teilbereiche der Robotik zählen ebenso zur KI wie Expertensysteme, die dabei helfen sollen, in einem begrenzten Bereich optimale Entscheidungen zu treffen. Zunehmend zählen auch ethische, soziale oder rechtliche Betrachtungen zur KI. Als Schlüsseltechnologie innerhalb der KI wird das Maschinelle Lernen angesehen.



MASCHINELLES LERNEN

KI-Algorithmen, die aus Daten und Beispielen lernen und so Aufgaben lösen.

Anhand von Beispielen (Trainingsdaten) oder durch eigenständige Erkennung von Mustern in Daten eignen sie sich „Wissen“ an. Damit können sie anschließend unbekannte Daten ähnlicher Art beurteilen. Bei der Identifikation von Gesichtern kann ein Algorithmus beispielsweise lernen, dass Augenabstand, Gesichtsform und Nasengröße entscheidende Faktoren für die Erkennung sind. Er extrahiert für das Konzept „Gesicht“ so ein charakteristisches Muster aus jedem Bild. Die Erkennung wird umso präziser, je mehr Daten dem Algorithmus vorliegen. Erhebliche Fortschritte wurden in den vergangenen Jahren mithilfe künstlicher neuronaler Netzwerke erzielt.

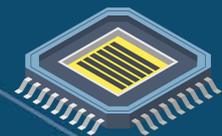


KÜNSTLICHE NEURONALE NETZWERKE

Mathematische Modelle, die von der Arbeitsweise des Gehirns inspiriert sind.

Signale, die Eingabedaten des Algorithmus, werden in untereinander vernetzte Einheiten – „mathematische Nervenzellen“ – eingespeist. Die künstlichen Nervenzellen verarbeiten die Informationen und erzeugen durch einfache mathematische Gleichungen weitere Signale, die sie an nachgeordnete „Zellen“ weitergeben. Am Ende erzeugt eine Ausgabeschicht ein Ergebnis. Zwischen der Eingabe- und Ausgabeschicht können mehrere Lagen dieser Nervenzellen liegen, die auf unterschiedliche Weise miteinander verknüpft sind.

Beim Lernen werden die Verknüpfungen zwischen einzelnen Zellen gestärkt, geschwächt oder verändert. Fortschritte in der Computertechnik und die Verfügbarkeit großer Datenmengen haben das Deep Learning in solchen künstlichen Netzwerken ermöglicht.



DEEP LEARNING

Maschinelles Lernen in neuronalen Netzen mit vielen Schichten, sogenannten „tiefen“ Netzwerken.

Auch hierbei analysieren Algorithmen große Datensätze und können anschließend unbekannte Daten ähnlicher Art beurteilen. Allerdings sind die Netzwerkmodelle durch die vielen Schichten sehr viel komplexer. Dadurch hat der Algorithmus viele Freiheitsgrade sich zu vernetzen und kann so für die Lösung einer Aufgabe eigenständig lernen, optimale und möglicherweise sehr komplexe Merkmale zu extrahieren. Bei der Identifizierung von Gesichtern kann er auf diese Weise feinere Kriterien als Augenabstand oder Nasengröße entdecken, die hilfreich für die Erkennung sind. Programmierer helfen der Software zu „lernen“, indem sie Rückmeldung geben, ob ein Ergebnis richtig oder falsch ist. Sie korrigieren aber nicht den Weg dorthin.



Energiegeladen

Seine Chemielehrerin bescheinigte ihm in der Schule lediglich gute Leistungen – nicht mehr und nicht weniger. Heute ist Martin Winter das Gesicht der deutschen Batterieforschung. Die Erfolgsgeschichte eines Mannes, der sich an die Fakten hält und seinem Bauchgefühl folgt.



Woran er gerade forscht und was ihn an Deutschland stört, verrät Martin Winter im Interview in der Online-Ausgabe der effzett: effzett.fz-juelich.de

Der Nachbar brachte den Stein ins Rollen: Der war mit Herzblut Lebensmittelchemiker und begeisterte den Oberstufenschüler Martin Winter so sehr für die Zusammensetzung von Nahrungsmitteln, dass der sich nach dem Abitur für Lebensmittelchemie in Münster einschrieb. Doch der anfängliche Funke erlosch irgendwann im Studium: Winter merkte, dass ihm die Analytik von Lebensmitteln allein nicht interessant genug war. „Und in Botanik musste ich sehr viel auswendig lernen, das war so gar nicht meins“, erzählt er, lehnt sich zurück und lacht. Der 54-Jährige sitzt in der „Besucherecke“ seines Büros. Jeans, Hemd,

hohe Stirn, wache Augen, die sein Gegenüber im Blick behalten. Ehrenprofessorwürden, Urkunden und Auszeichnungen an den Wänden erzählen von Leistungsbereitschaft, Engagement und einer gehörigen Portion Ehrgeiz: „Ich habe immer viel gearbeitet, das gebe ich zu. Aber der Einsatz hat sich rentiert: Die Zahl der Erfolge überwiegt die der Misserfolge bei Weitem!“

Der blütenweiße Kittel hängt ordentlich an der Garderobe, eine sortierte Bücherwand, daneben ein übersichtlicher Schreibtisch, alles wirkt aufgeräumt. Da passt es ins Bild, dass Winter ein



← Vielfach ausgezeichnet: Zahlreiche Urkunden und Ehrungen schmücken die Wände von Martin Winters Büro.

Energiewandlung setzt: Nach dem Abschluss in Lebensmittelchemie studiert er Allgemeine Chemie und setzt sich in seiner Diplomarbeit und Promotion mit Lithium-Ionen-Batterien (LIB) auseinander. Er bewältigt Probleme, die andere zuvor nicht lösen konnten, seine berufliche Karriere nimmt Fahrt auf – ähnlich wie die Erfolgsgeschichte des „Wunder-Akkus“: Dieser entwickelt sich vom handgefertigten Akku über eine serienreife Produktion bis hin zum Marktführer in der Batterietechnik. Winter hat zu dieser Erfolgsstory beigetragen. „Als Begründer der modernen Lithium-Ionen-Chemie sehe ich mich ganz vorne mit dabei: was die Elektrolyte und Anodenmaterialien betrifft, und auch mit unserem systemischen Ansatz, dass man die Materialien nicht einzeln betrachtet, sondern in Wechselwirkung“, erklärt der Professor für Physikalische Chemie. Heute ist er für viele dieser Themen das Gesicht in Deutschland und weltweit.



Zur Person

Martin Winter, Jahrgang 1965, ist Gründungsdirektor des Helmholtz-Instituts Münster (HI MS), einer Außenstelle des Forschungszentrums Jülich. Das HI MS umfasst drei Partner: Neben dem Forschungszentrum Jülich sind das die RWTH Aachen und die Westfälische Wilhelms-Universität (WWU) Münster. Der wissenschaftliche Leiter des 2009 gegründeten „MEET“-Batterieforschungszentrums der WWU lehrt Physikalische Chemie. Im Juni 2019 gab das Bundesministerium für Bildung und Forschung bekannt, dass die Wahl für den Standort der geplanten „Forschungsfertigung Batteriezelle“ auf Münster gefallen ist. Winter hatte den Antrag maßgeblich vorbereitet.

Faible für Briefmarken hat – der Chemiker muss angesichts des Eindrucks schmunzeln: „Ich bin eigentlich kein Ordnungsmensch, ich mache mir nur selten Notizen und versuche das Wichtige im Kopf zu behalten.“ Schubladendenken ist nicht seins. Das beschränke den Blick aufs große Ganze. Für ihn sei es eine Lebenseinstellung, Themen aus unterschiedlichen Perspektiven zu beleuchten, Pro und Contra aufzuzeigen, um die beste Lösung zu finden. Auf dieser Basis zeichnet er die großen Forschungslinien sowohl am Helmholtz-Institut Münster, einer Jülicher Außenstelle, als auch am „Münster Electrochemical Energy Technology“-Institut (MEET). Sein wichtigster und treuester Begleiter neben seinem glasklaren Verstand: das Bauchgefühl. „Es gibt Situationen, in denen ich alle Fakten zusammengetragen habe, aber doch nicht weiterkomme, da ist mein Bauchgefühl entscheidend.“ In 90 Prozent der Fälle habe er richtig gelegen, „über die übrigen zehn Prozent ärgere ich mich!“

Die Kombination aus Bauchgefühl und Wissen hat dazu beigetragen, dass Winter schon in den 1990er Jahren den richtigen Riecher hat und auf elektrochemische Energiespeicherung und

OFFENHEIT ERWÜNSCHT

Kritiker werfen Winter vor, dass er immer noch auf eine Technologie setzt, deren Potenzial ausgeschöpft sei. Winter sieht das anders: Für ihn gibt es noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf, etwa um Energiedichte und Kapazität der LIB zu steigern. Dennoch sei es wichtig, offen für andere Ansätze zu sein. „Diese ‚Entweder-oder-Perspektive‘ führt am Thema vorbei und schränkt uns im Gesamtblick ein. Je nach Anwendung werden wir künftig unterschiedliche Batteriesysteme benötigen. Daher sollten wir Neues erforschen und Bestehendes besser, sicherer und günstiger machen“, so Winter und fügt hinzu, „diese Offenheit in der Technologiediskussion wünsche ich mir auch von Kollegen in der Batterieszene“.

Nur mit Offenheit sei es möglich, gemeinsam eine nationale Batteriezellproduktion aufzubauen, die in jedem Tortendiagramm für Batteriezellproduktion auftaucht und nicht in der Rubrik „Andere“ verschwindet, so Winter: „Am Ende meiner Karriere sollen die Menschen sagen können, dass die Batterieforschung allgemein von unserem Engagement profitiert hat – bezüglich dessen, dass wir eine nationale Community aufgebaut haben und dass wir viel für die Gesellschaft getan haben – auch um die Wirtschaftskraft und Innovationsfähigkeit im Land zu halten und zu stärken.“

Turbotest fürs Trinkwasser

Sauberes Wasser ist lebensnotwendig. Gerade nach Naturkatastrophen oder bei Epidemien gilt es, rasch festzustellen, ob eine Wasserquelle verunreinigt ist. Was bislang viele Stunden oder gar Tage dauerte, soll ein neues Gerät künftig auf 60 Minuten verkürzen.

Ein Zyklon in Mosambik, ein Erdbeben auf Haiti, aber auch Hochwasser in Bayern – eine der ersten Maßnahmen ist es, möglichst schnell eine stabile Trinkwasserversorgung sicherzustellen. Jedoch muss jede Wasserquelle zunächst auf Verunreinigungen und Krankheitserreger überprüft werden. Bisher bringen Experten dafür Proben ins Labor, züchten Bakterienkulturen und analysieren. Die Prozedur dauert mehrere Stunden, für Cholera-Bakterien sogar Tage, für Legionellen mehr als eine Woche.

JE EHER, DESTO BESSER

„Diese Zeit fehlt, wenn man nach einer Katastrophe eine Trinkwasserversorgung aus dem Boden stampfen muss“, weiß Prof. Hans-Joachim Krause vom Jülicher Institute of Complex Systems (ICS-8). AquaNANO soll

das ändern. Mit dem Gerät, das etwa so groß wie eine Milchpackung ist, können Hilfsorganisationen oder Wasserversorger vor Ort Proben innerhalb einer Stunde testen. AquaNANO ist ein Gemeinschaftsprojekt: Beteiligt sind Hans-Joachim Krause und sein Doktorand Stefan Achtsnicht sowie Forscher des Fraunhofer-Instituts für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME und das Medizintechnik-Unternehmen DITABIS AG. Um Art und Menge eines Schadstoffs festzustellen, setzen die Forscher magnetische Nanosonden ein, die mit Antikörpern gegen den Schadstoff beschichtet sind. Diese Nanosonden lassen sich einfach und schnell nachweisen. Eine Einschränkung gibt es allerdings: „Es können nur Stoffe gefunden werden, für die es bereits Antikörper gibt“, so Achtsnicht. „Während wir uns um die Auslesetechnik

kümmern, also um die Messung der Magnetpartikel und ihre Auswertung, entwickeln die Biologen vom IME neue Antikörper.“

FÜR DEN EINSATZ OPTIMIERT

In einem Folgeprojekt soll aus dem Prototyp nun ein robustes Werkzeug werden. „Wir haben das Technische Hilfswerk bei mehreren Übungen begleitet und so erfahren, welche Anforderungen ein mobiles Trinkwasserlabor im Einsatz erfüllen muss, zum Beispiel muss das Gerät sowohl bei großer Hitze als auch bei Kälte funktionieren“, führt Achtsnicht aus. In Zukunft soll AquaNANO außerdem mit einem Akku betrieben werden können, intuitiver zu bedienen sein und eine Probe auf mehrere Kontaminationen gleichzeitig testen können.

JANNIS LINDNER UND MARTHA PETERS

So funktioniert die Trinkwasseranalyse





Woran forschen Sie gerade, Frau Ripoll?

**Dr. Marisol Ripoll, Institute of Complex Systems,
Bereich Theorie der Weichen Materie und Biophysik (ICS-2/IAS-2)**

„Ich untersuche Janus-Partikel, winzige Teilchen, die zwei ‚Gesichter‘ haben – wie der römische Gott Janus. Die Teilchen vereinen verschiedene Eigenschaften. Ein Beispiel: die Reaktion auf Hitze. Bestrahlt man eine Flüssigkeit, die solche Teilchen enthält, mit Laserlicht, erwärmt sich die eine Hälfte eines Teilchens, die andere versetzt das Teilchen in Bewegung. Die erwärmten Hälften beeinflussen zusätzlich die Nachbarteilchen. Zudem entstehen Wirbel und Strömungen. Alles zusammen verändert die Eigenschaften der Flüssigkeit. Mit solchen Mikromotoren könnte man das Verhalten von Flüssigkeiten gezielt steuern und so intelligente Materialien entwickeln.“



Einfach nur anders

Das Thema Autismus erhitzt die Gemüter: Die einen sehen darin eine schwere Krankheit, andere einfach nur ein Anderssein. Kai Vogeley hat Verständnis für beide Perspektiven. Der Psychiater widmet sich dem Thema seit Jahren – in Jülich als Forscher, in der Uniklinik Köln als Arzt und Leiter der Ambulanz „Autismus im Erwachsenenalter“.



← „Soziale Kontakte können Menschen mit Autismus Angst einjagen“ – Um die Öffentlichkeit für das Thema Autismus zu sensibilisieren, hat die Agentur Ruf Lanz, Zürich, im Auftrag des Autismus Forums Schweiz eine langfristige Kampagne entwickelt. Dazu gehören die beiden Plakate auf dieser und der folgenden Seite.

Menschen mit Autismus fällt es schwer, diesen „unsichtbaren Datenstrom“ wahrzunehmen, die Gefühle ihrer Mitmenschen zu deuten und angemessen zu reagieren. Eine Umarmung jagt ihnen Angst ein und löst oft Stress und Unwohlsein aus. Das bedeutet jedoch nicht, dass keine Gefühle vorhanden sind, sondern dass derjenige sie nur sehr schwer identifizieren und kommunizieren kann. Nonverbale Kommunikationsbotschaften können Menschen mit Autismus nicht entschlüsseln – vielleicht vergleichbar mit einem Text, bei dem wir nur jede zehnte Zeile lesen dürfen. Der Inhalt würde sich wohl niemandem erschließen. Kein Wunder also, dass eines Tages eine Person mit Autismus vor Vogeley in der Praxis stand und ihn um eine Gebrauchsanweisung für eine Umarmung bat. „Seitdem betrachte ich Umarmungen aus einem neuen Blickwinkel, das ist wie eine komplizierte Grammatik“, so Vogeley.

UNKLARE URSACHEN

Schätzungen zufolge lebt weltweit ein Prozent aller Menschen mit Autismus. Demnach sind allein in Deutschland 800.000 Frauen und Männer betroffen. Die genauen Ursachen für Autismus sind noch immer ungeklärt. In der Forschung besteht Einigkeit, dass es keine allgemeingültige Ursache für Autismus gibt und dass erbliche Faktoren eine entscheidende Rolle spielen. „Doch welche und wie viel Gene verantwortlich sind, bleibt unklar“, so Vogeley. Manche Wissenschaftler gehen von 100 beteiligten Genen aus, andere von Tausenden – das menschliche Genom umfasst 25.000 Gene.

Das diagnostische Handbuch der Weltgesundheitsorganisation WHO, die „International Classification of Disease“ (ICD), definiert Autismus als „tiefgreifende Entwicklungsstörung“. Dazu zählen Formen wie Frühkindlicher Autismus, Atypischer Autismus und das Asperger-Syndrom. In Deutschland sind Kassenärzte verpflichtet, ihre Diagnosen entsprechend der ICD-Klassifikationen zu stellen. Was irgendwie nach schwarz und weiß oder krank und gesund klingt, sorgt sowohl unter Medizinern als auch Betroffenen immer wieder für Unmut, Diskussionen und Missverständnisse. „Es ist zwar sachlich korrekt, Autismus als eine genetisch bedingte Störung des

Wir tun es regelmäßig, ohne darüber nachzudenken: jemanden in die Arme nehmen. Intuitiv wissen wir, wann der richtige Zeitpunkt ist, wie lange die Umarmung dauern darf und wie nah wir einander kommen dürfen, ob wir uns tröstend drücken oder nur freundschaftlich Herzen. „Bei einer Umarmung senden und empfangen wir ständig nonverbale Signale über Blickkontakt, Gesichtsausdruck und den Abstand zum Gegenüber. Das läuft ohne Nachdenken ab, wie ein kontinuierlicher, unsichtbarer Datenstrom im Hintergrund“, erklärt Kai Vogeley. Der Professor für Psychiatrie und Psychotherapie leitet an der Uniklinik Köln die Spezialambulanz „Autismus im Erwachsenenalter“ und am Institut für Neurowissenschaften und Medizin (INM-3) die Arbeitsgruppe „Soziale Kognition“.

Der Begriff

Das Wort „Autismus“ stammt vom griechischen Wort „autos“, was so viel wie „selbst“ beziehungsweise „auf sich selbst bezogen“ bedeutet.



Die Historie

Der Amerikaner Leo Kanner (Bild) beschrieb im Jahre 1943 als erster das Symptom des frühkindlichen Autismus als eine Untergruppe innerhalb der Schizophrenien im Kindesalter. Die von ihm untersuchten autistischen Kinder wehrten jeden Kontakt ab, sprachen nicht oder nur in eigentümlicher Weise und waren in extremer Weise um die Gleichhaltung ihrer Umwelt bemüht. Kanners diagnostische Kriterien zur Bestimmung dieser ungewöhnlichen Verhaltensstörung sind noch heute von Bedeutung. Unabhängig von Kanner beschrieb der Wiener Kinderarzt Hans Asperger zur gleichen Zeit ein ähnliches Erscheinungsbild und nannte es Autistische Psychopathie.



„Es kommen Menschen mit Autismus zu mir, die ein erfolgreiches Leben führen. Da fällt es mir als Arzt schwer, diese Menschen als krank zu bezeichnen.“

KAI VOGLEY,
PROFESSOR FÜR PSYCHIATRIE UND PSYCHOTHERAPIE



Mehr zum Thema Autismus lesen Sie in der Online-Ausgabe der effzett:
effzett.fz-juelich.de

Nervensystems zu bezeichnen“, räumt Vogeley ein. Aber aus seiner langjährigen Erfahrung aus der Ambulanz, die seit 2005 existiert, weiß der Psychiater, dass die Wahrheit individuell ausfällt: „Es kommen Menschen mit Autismus zu mir, die ein erfolgreiches Leben führen: Lehrer, Krankenschwestern, Psychologen, Versicherungsmakler. Sie merken zwar, dass sie in bestimmten Situationen anders reagieren als ihre Mitmenschen, kommen damit aber gut klar und benötigen lediglich die Diagnose, um für sich Klarheit zu schaffen“, sagt der Mediziner. Diese Menschen stünden mitten im Leben und haben einen Weg für sich und ihr Umfeld gefunden, um mit ihren Denk- und Lebensstilen umzugehen. „Da fällt es mir als Arzt schwer, diese Menschen als krank zu bezeichnen“, so Vogeley.

Anders sei es bei jenen, die ihm eröffnen, dass es ihnen nicht gut geht, dass sie im Alltag nicht zurechtkommen, keine Freunde haben und nicht mehr zur Arbeit gehen können. Laut Vogeley leiden 40 bis 50 Prozent der Autisten unter Depressionen. Sie wissen, dass sie anders denken und fühlen, und arbeiten permanent an sich, um den üblichen Gesellschaftsvorstellungen zu entsprechen und zu funktionieren – oft mit sehr hohem Aufwand und oft vergebens.

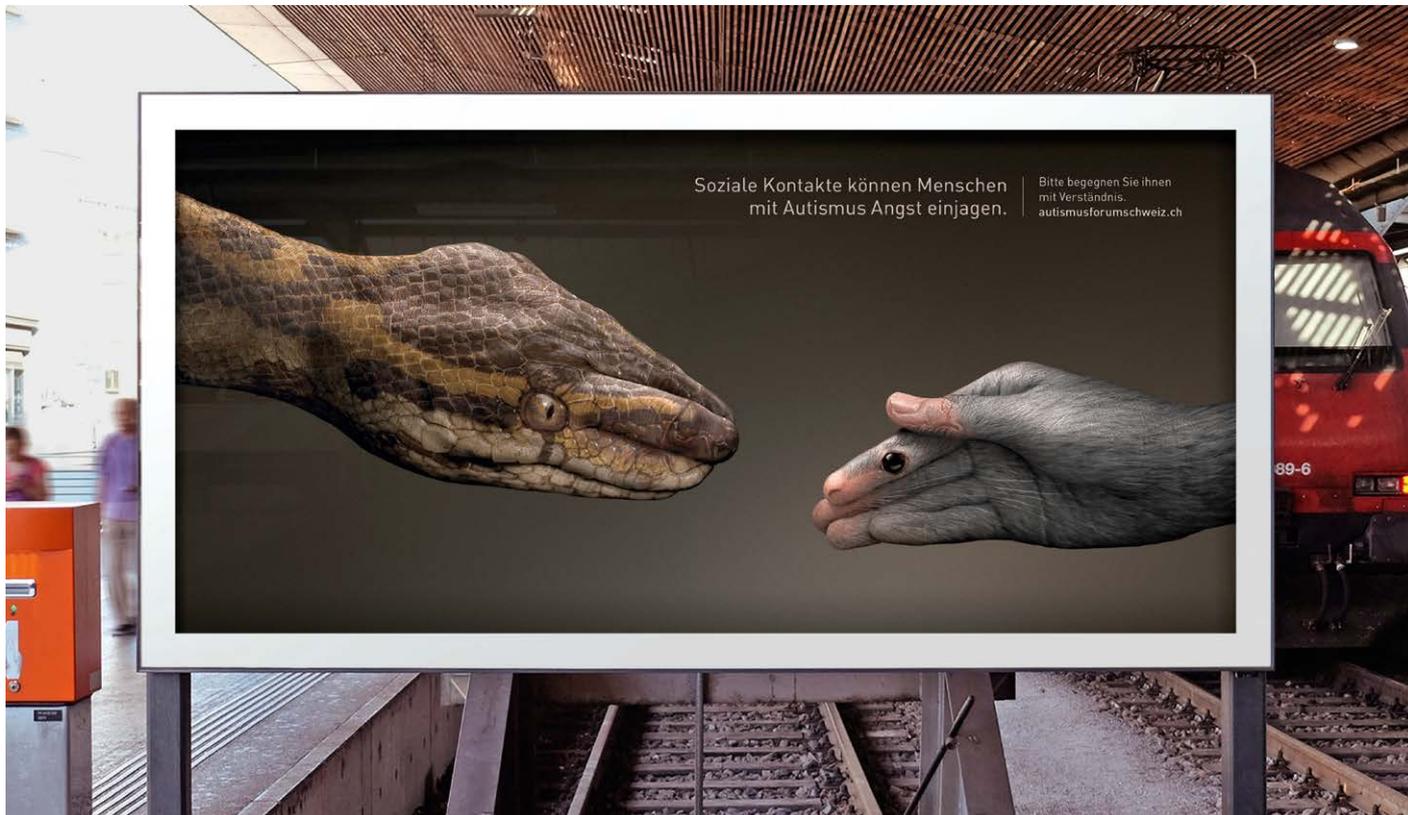
NICHT JEDER BRAUCHT HILFE

„Diese Menschen benötigen dringend Unterstützung“, resümiert Vogeley. Und dann sind da noch jene, die sich vorstellen in der Hoffnung, dass die Diagnose Autismus ihr absonderliches Verhalten erklären könne. „Aber: Jemand, der erst mit 15 oder 16 Jahren Eigenheiten entwickelt, braucht vielleicht Hilfe, jedoch hat er keine tiefgreifende Entwicklungsstörung“, bringt es der Forscher auf den Punkt. Er stellt nur für etwa ein Drittel seiner Patienten die Diagnose Autismus. Und so hat der Arzt es durchaus schon erlebt, dass Menschen sich darüber beklagt haben, dass sie die Diagnose nicht bekommen haben.

Mit seiner Jülicher Arbeitsgruppe untersucht Vogeley, inwiefern nonverbale Kommunikation die Vorgänge im Gehirn messbar beeinflusst. So haben sich die Wissenschaftler in einer Studie mit dem „sozialen Blick“ beschäftigt: Wie interpretieren Menschen mit und ohne Autismus den Blick eines Gegenübers? Eingesetzt wurde ein virtueller Charakter, der weder redet noch nonverbal kommuniziert, sondern die Testperson nur anschaut. Verändert wurde lediglich die Blickdauer des virtuellen Charakters – bis auf maximal vier Sekunden.

„Wir konnten zeigen, dass bei Menschen ohne Autismus mit anhaltender Blickdauer die Sympathie für das künstliche Gegenüber steigt“, sagt Vogeley. Bei ihnen wird das „soziale Gehirn“ aktiviert, jene Hirnareale, die für das Erleben von Mitgefühl und sozialer Interaktion verantwortlich sind. Das bildgebende Verfahren der funktionellen Magnetresonanztomografie (fMRT) hatte die Gehirnaktivitäten aufgezeichnet. „Bei Menschen mit Autismus hingegen blieb die Messkurve in Regionen des ‚sozialen Gehirns‘ flach. Die ausbleibende Reaktion kann als neurobiologischer Indikator dafür gewertet werden, dass es Betroffenen schwererfällt, Gefühle und Absichten anderer intuitiv zu deuten“, erklärt Vogeley.

Darüber hinaus könnte es sein, dass die sogenannte soziale Motivation von Personen mit Autismus verringert ist. „Das würde bedeuten,



dass Menschen mit Autismus soziale Kontakte weniger interessant und weniger kurzweilig oder unterhaltend empfinden könnten. Das ist bislang aber nur eine Vermutung“, betont der Wissenschaftler.

Die Jülicher interessieren sich auch für die Geschlechterverteilung bei der Autismus-Diagnose: Sind Jungen oder Mädchen stärker betroffen? Bei Kindern mit Asperger-Syndrom – also Autismus, bei dem die Betroffenen einen IQ höher als 70 aufweisen – kommen auf ein Mädchen bis zu zehn Jungen, bei den Erwachsenen sind es nur noch etwa zwei Männer auf eine Frau. Mit Genetik lässt sich dieses Phänomen nicht erklären. „Momentan gehen wir davon aus, dass Mädchen unterdiagnostiziert werden. Ihnen gelingt es offensichtlich besser, sich anzupassen und weniger aufzufallen“, erklärt Vogeley. „Camouflage“ heißt der Fachbegriff. Das bestätigen auch Studienergebnisse der Jülicher Forscher.

HEILBAR ODER NICHT?

Nach dem derzeitigen Wissensstand ist Autismus nicht heilbar. Therapeutische und pädagogische Förderung und Unterstützung helfen jedoch, positive Veränderungen zu erreichen. So hat Dr. Jürgen Dukart vom INM-7, einem anderen Forschungsbereich im Institut für Neurowis-

senschaften und Medizin, mit Kollegen aus der Schweiz, den Niederlanden und Großbritannien bestimmte sich wiederholende Aktivitätsmuster im Gehirn entdeckt, die nur bei Menschen mit Autismus vorkommen. Dieses konsistente Muster sogenannter funktioneller Konnektivitäten könnte langfristig als Biomarker für künftige Therapien eingesetzt werden.

Die Idee: Mediziner könnten künftig über Medikamente das Hirnmuster in Richtung „gesundes“ Muster verschieben und damit den Gesundheitszustand verbessern. „Die Ergebnisse der Studie, die mehr als 800 Autisten in vier Kohorten berücksichtigt, könnten dazu beitragen, bisherige Therapieformen zu optimieren oder neue Behandlungswege zu finden“, resümiert Dukart. Denn auch wenn es viele Menschen mit Autismus gibt, die der Forschung kritisch gegenüberstehen und die Ansicht vertreten, sie seien zwar anders, aber durchaus gesund, darf die Wissenschaft nicht jene Menschen aus dem Fokus verlieren, die in ihrem Leben mit Autismus nicht zurechtkommen.

KATJA LÜERS



↑ Jürgen Dukart hat Aktivitätsmuster im Gehirn entdeckt, die nur bei Menschen mit Autismus vorkommen.

Klimaneutralität klar kalkuliert

Um seine Klimaschutzziele bis 2050 zu erreichen, muss Deutschland sein Energiesystem umfassend umgestalten. Doch wie gelingt das mit möglichst geringen Kosten? Und führt das aktuelle Klimaschutzpaket der Regierung zum Ziel? Jülicher Wissenschaftler haben eine ganze Familie von Computermodellen entwickelt, mit denen sie diese Fragen beantworten können.

Die Aufgabe

Mithilfe von Computermodellen haben die Forscher vom Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK-3) den Umbau des deutschen Energiesystems simuliert. Ihr Ziel: ausgehend von heute Schritt für Schritt den wirtschaftlich günstigsten Weg bis ins Jahr 2050 zu berechnen. In der Studie hatten sie zwei verschiedene Emissionsziele betrachtet, einmal eine Verringerung der Treibhausgase um 95 Prozent, einmal um 80 Prozent. Nur das 95-Prozent-Szenario entspricht annähernd der Klimaneutralität, wie sie von der EU angestrebt wird, daher werden im Folgenden die Ergebnisse dieser Berechnungen vorgestellt.

Die Annahmen

- Die deutsche Wirtschaft wächst bis 2050 kontinuierlich um 1,2 Prozent pro Jahr.
- Die Zahl der Einwohner in Deutschland verringert sich geringfügig auf 76,6 Millionen. Die Zahl der Haushalte steigt trotzdem, weil der Trend zu kleineren Haushaltsgrößen anhält.
- Deutschland steigt bis 2038 aus der Verstromung von Kohle entsprechend den Empfehlungen der Kohlestrukturkommission aus.
- Deutschland steigt bis 2022 aus der Kernenergie aus.
- Die Stromnetze werden bis 2030 entsprechend den Planungen der Bundesnetzagentur ausgebaut.
- Es wird kein Kohlendioxid (CO₂) in unterirdischen Lagerstätten gespeichert.

Wichtige Ergebnisse

ERWARTETE KOSTEN



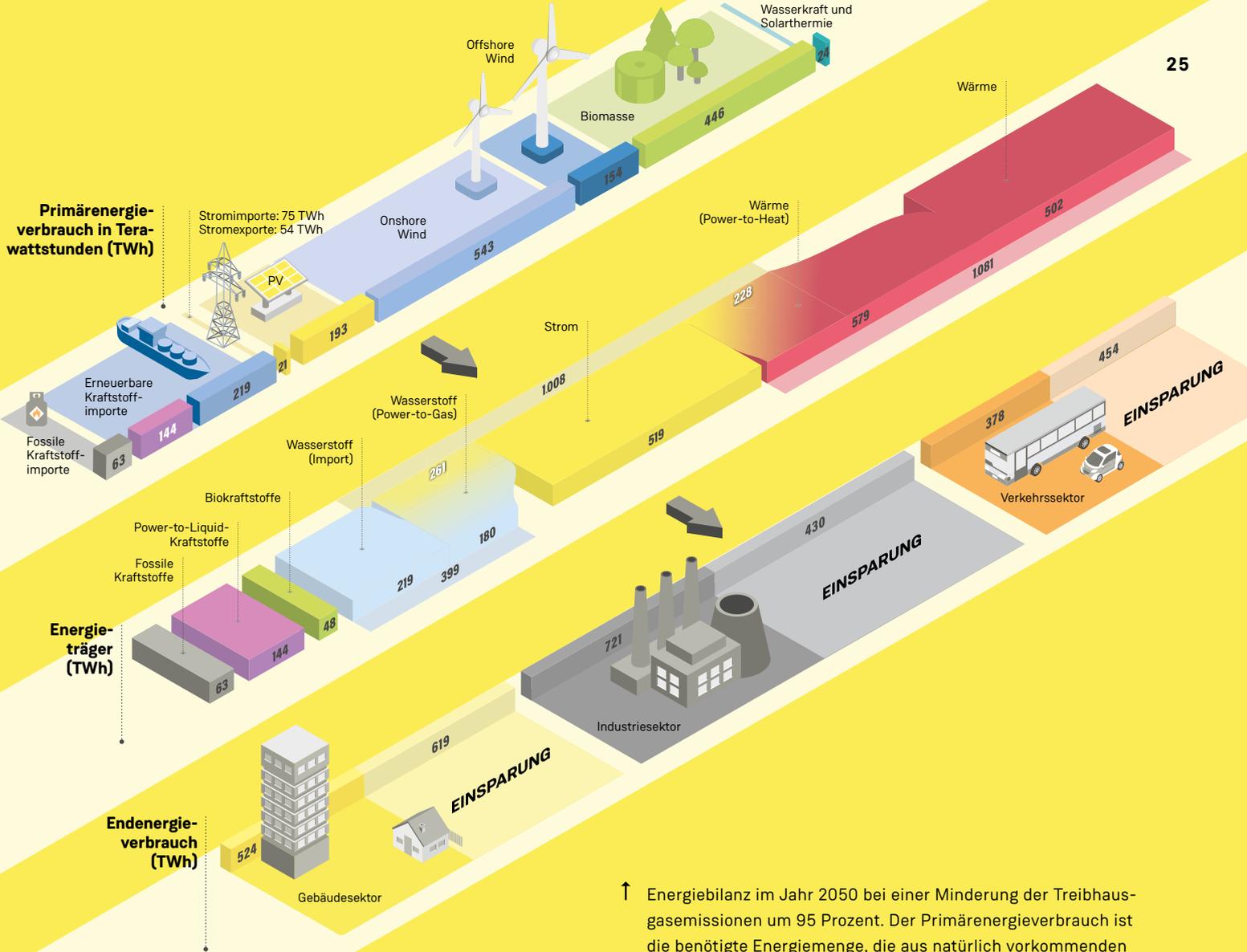
Bei der kostengünstigsten Weise, den deutschen CO₂-Ausstoß bis 2050 um 95 Prozent zu senken, muss Deutschland über einen Zeitraum von 30 Jahren insgesamt 1.850 Milliarden Euro aufbringen. Die jährlichen Kosten steigen dabei von etwa 9 Milliarden Euro im Jahr 2030 über 71 Milliarden im Jahr 2040 bis auf 128 Milliarden Euro im Jahr 2050 an. Das sind zweifellos erhebliche Beträge. Die wirtschaftliche Belastung ist aber nicht so hoch, wie man vermuten könnte, sondern liegt in der Größenordnung der heutigen Ausgaben für die Energieversorgung. 2018 gab Deutschland 63 Milliarden Euro für Energieimporte aus, das entsprach 1,9 Prozent des Bruttoinlandsprodukts. Die 128 Milliarden Euro im Jahr 2050 entsprechen 2,8 Prozent des dann erwarteten Bruttoinlandsprodukts.

ENERGIEVERBRAUCH



Der Stromverbrauch wird bis 2035 gegenüber heute nahezu konstant bleiben, dann aber bis 2050 um 80 Prozent ansteigen. Denn um den CO₂-Ausstoß zu reduzieren, werden die fossilen Energieträger ersetzt. Das gelingt mit Technologien, die Strom benötigen: etwa mit elektrischen Wärmepumpen zur Raumheizung anstelle von Öl- und Gasheizungen oder mit Power-to-X-Technologien, die beispielsweise mit Strom aus erneuerbaren Energien Wasserstoff produzieren – ein künftig erforderlicher Energieträger.

Primärenergieverbrauch in Terawattstunden (TWh)



↑ Energiebilanz im Jahr 2050 bei einer Minderung der Treibhausgasemissionen um 95 Prozent. Der Primärenergieverbrauch ist die benötigte Energiemenge, die aus natürlich vorkommenden Energiequellen und Energieimporten verfügbar ist. Sie wird über verschiedene Energieträger an den Endverbraucher geliefert.

ENERGIEQUELLEN



Das Rückgrat der künftigen Stromerzeugung sind Windkraft und Photovoltaik. Deutsche Anlagen produzieren 2050 jeweils fast das Sechsfache der Strommenge, die sie heute erzeugen. Somit muss Deutschland bis dahin jährlich zusätzliche Windkraftanlagen mit einer Kapazität von 6,6 Gigawatt und Solaranlagen mit 3,9 Gigawatt bauen. Das liegt um ein Vielfaches über den heutigen Ausbauraten.

Biomasse und Biogas decken 2050 ein Viertel des deutschen Energiebedarfs – sie liefern vor allem Wärme für Gebäude und Industrieprozesse.

Die Abhängigkeit von Energieimporten wird erheblich sinken: Während heute rund 70 Prozent der Energie importiert werden, liegt der Anteil 2050 bei 20 Prozent.

ENERGIEEFFIZIENZ



Zur CO₂-Reduktion ist es unerlässlich, Energie in allen Verbrauchssektoren – Gebäude, Verkehr, Industrie – effizienter zu nutzen. Da die Stromerzeugung bis zum Jahr 2035 noch mit einem beträchtlichen CO₂-Ausstoß verbunden ist, ist es besonders wirkungsvoll, sofort Maßnahmen zum Energiesparen zu ergreifen. Zum Beispiel muss Deutschland seinen Gebäudebestand bis zum Jahr 2035 doppelt so schnell energetisch sanieren wie bisher. Wärmepumpen steigen bis zum Jahr 2050 zur wichtigsten Heizungstechnik auf.

„Die Energiewende ist zweifellos noch lange mit hohen Investitionen verbunden. Allerdings sind die Transformationskosten planbar und überschaubar, während nachträgliche Anpassungskosten an den Klimawandel unsicher sind und um ein Vielfaches höher sein dürften.“

MARTIN ROBINIUS, LEITER DER STUDIE



ENERGIESPEICHER

Damit Deutschland auch bei einer tagelangen sogenannten kalten Dunkelflaute – hoher Heizungsbedarf, keine Sonne, kein Wind – über genügend Energie verfügt, braucht es riesige Energiespeicher. Dafür eignen sich unterirdische Hohlräume etwa in Salzstöcken, in die Wasserstoff eingelagert und wieder entnommen wird. Zu diesem Zweck lassen sich auch unterirdische Erdgasspeicher umwandeln. Als preiswerteste Möglichkeit, um schnell auf kürzere Schwankungen bei Energieerzeugung oder Energieverbrauch zu reagieren, erweisen sich Speicherkraftwerke, bei denen Luft unter Druck in einen Hohlraum gepumpt wird. Bei Strombedarf wird diese Luft dann verwendet, um Turbinen anzutreiben.

2050 werden jährlich knapp 12 Millionen Tonnen Wasserstoff benötigt. Die Hälfte davon stammt aus der inländischen Elektrolyseproduktion, die andere Hälfte verkaufen ausländische Elektrolysestandorte nach Deutschland. Um den Wasserstoff in Deutschland kosteneffizient zu transportieren und zu verteilen, ist der Bau von Pipelines notwendig.

Es greift auf die Wetterdaten der letzten 37 Jahre zu und berücksichtigt unter anderem die Vorschriften für den Bau neuer Photovoltaik- oder Windkraftanlagen, etwa deren Mindestabstände zu Gebäuden. Ein anderes Modell bildet das europäische Höchst- und Hochspannungsnetz auf Grundlage der existierenden Ausbaupläne ab und liefert somit wesentliche Informationen über mögliche Im- und Exporte von Strom.

Die Daten aus allen Einzelmodellen haben die Wissenschaftler in die zentrale Komponente der Modellfamilie eingespeist, in NESTOR (National Energy System Model with integrated Sector coupling). NESTOR bildet die gesamte deutsche Energieversorgung über alle Verbrauchssektoren hinweg samt den Kosten ab, und zwar von der Energiequelle über alle denkbaren Pfade bis hin zur letztlich genutzten Energie. Dabei sucht sich NESTOR auf dem Weg ins Jahr 2050 und zum 95-Prozent-Reduktionsziel für jeden Zeitpunkt das technologisch und ökonomisch beste Energiesystem. Mit einer neuen Methode lassen sich zudem die Unsicherheit künftiger Kosten berücksichtigen.

FRANK FRICK



DIE COMPUTERMODELLE

Rund ein Dutzend Wissenschaftler des Jülicher Instituts für Energie- und Klimaforschung (IEK-3) haben eine neuartige Familie von Computermodellen entworfen. Alle Module dieser Familie sind kombinierbar und zeichnen sich durch eine außergewöhnlich große zeitliche und räumliche Detailtiefe aus: Beispielsweise kann eines der Modelle für jede Stunde und für jeden Längen- und Breitengrad analysieren und vorhersagen, wie viel erneuerbare Energie in Europa verfügbar ist.



Weitere Informationen zur Studie finden Sie unter dem QR-Code oder in der Online-Ausgabe der effzett: effzett.fz-juelich.de



Frühzeitig auf ein Klimaziel festlegen

Drei Fragen an Martin Robinius, Leiter der Studie zum Energiesystem 2050

Wie beurteilen Sie das aktuelle Klimaschutzprogramm der Bundesregierung im Lichte Ihrer Studienergebnisse?

Einige Maßnahmen des Pakets weisen in die richtige Richtung. Dazu zählen etwa diejenigen, die eine effizientere Nutzung der Energie in Gebäuden oder in der Industrie fördern. Einige andere Maßnahmen, wie zum Beispiel die vorgeschlagene Abstandsregelung von Windkraftwerken, reichen nach unseren Analysen nicht aus, um den benötigten Zubau von Windkraftwerken zu erreichen. Schließlich gibt es auch Elemente im Klimaschutzprogramm, die unseren Erkenntnissen widersprechen, etwa zur künftigen Bedeutung der Biomasse. Diese spielt in unseren Modellen eine entscheidende Rolle (s. Ergebnisse Energiequellen). Nach unseren Berechnungen müsste sich die Anbaufläche für Biomasse verdoppeln. Das Klimaschutzprogramm erwartet dagegen keine Ausweitung der Anbaufläche für Bioenergie.

Sie haben das deutsche Energiesystem auch auf eine lediglich 80-prozentige Treibhausgas-Emissionsminderung im Jahr 2050 hin optimiert. Mit welchem Ergebnis?

Die gesamten Mehrkosten bis 2050 betragen nur rund ein Drittel derjenigen für eine 95-prozentige Reduktion. Mit dem 80-Prozent-Ziel wird Deutschland aber nicht das Pariser Klimaschutzabkommen einhalten, das eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 Grad Celsius vorsieht. Unabhängig davon sollte sich Deutschland frühzeitig festlegen, welches Ziel es anstrebt, da der Umbau des Energiesystems sich je nach Ziel unterscheidet. So sind beispielsweise neue Erdgaskraftwerke und erdgasbefeuerte Heiztechnologien für die 80-prozentige Emissionsminderung wirtschaftlich vorteilhaft, doch ist mit ihnen das 95-Prozent-Ziel nicht zu erreichen. Für Letzteres sind unter anderem Wasserstofftechnologien entscheidend.



↑ Dr.-Ing. Martin Robinius ist Abteilungsleiter am Institut für Energie- und Klimaforschung, Bereich Technoökonomische Systemanalyse (IEK-3)

Kann man der Energiekosten-Vorhersage der Computermodelle tatsächlich trauen?

Aus unserer Sicht, ja. Computermodelle können die Zukunft zwar nicht vorhersehen – möglicherweise kommt eine Technologie auf, die heute noch gar nicht existiert. Doch das aktuelle Energiesystem ist bekannt. In diesem können unsere Modelle Wechselbeziehungen aufzeigen. Darüber hinaus berücksichtigen unsere Computermodelle technologische Lernkurven: Je höher die produzierte Stückzahl etwa einer energietechnischen Anlage ist, umso mehr sinkt der Stückpreis. Wir haben auch analysiert, wie stark es ein Ergebnis beeinflusst, wenn sich die Eingabegrößen ändern. Wir haben zum Beispiel die Kosten für den Ausbau von Windkraftanlagen oder Wasserstoffpipelines variiert – erstaunlicherweise hat das kaum einen Einfluss auf die Zusammensetzung des optimalen Energiesystems.



ALGORITHMUS

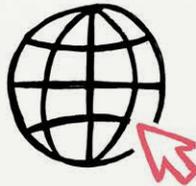
Ein Algorithmus ist eine Reihe von eindeutig definierten Schritten, um ein Problem zu lösen. Nicht nur Computerprogramme, auch Kochrezepte oder Bananentupungen funktionieren nach diesem Prinzip.

VERKEHR



In Navigationssystemen berechnen Algorithmen die kürzeste oder schnellste Verbindung zu einem Zielort.

INTERNET



Bei Google, Facebook und Co. liefern uns Algorithmen maßgeschneiderte Suchergebnisse, Kaufempfehlungen und Nachrichten – auf Basis unserer bisherigen Online-Aktivitäten.

FINANZWELT



Algorithmen helfen beim Onlinebanking, etwa indem sie Geldtransfers überwachen und bei ungewöhnlichen Transaktionen Alarm schlagen.



MEHR TRANSPARENZ

Algorithmen erleichtern Abläufe. Aber nicht immer ist klar, wo und wie Algorithmen eingesetzt werden. Hier sollte es mehr Transparenz und eindeutige Regeln geben, fordern Experten.

45%
der Deutschen fällt zum Begriff „Algorithmus“ spontan nichts ein.

WAS MACHT JÜUCH?

Jülich nutzt Algorithmen in allen Forschungsbereichen. Wissenschaftler optimieren und entwickeln außerdem Algorithmen, zum Beispiel für neue Fragestellungen oder das Arbeiten mit Supercomputern.

Freier Zugriff auf Wissen

Jeder sollte wissenschaftliche Resultate nachlesen können – und zwar kostenlos. Über diesen „Open Access“ verhandeln Wissenschaft und Verlage seit Jahren. Knackpunkt: Die Verlage müssen ihr Geschäftsmodell umstellen. Ein neues Online-Tool aus Jülich unterstützt die Verhandlungen, indem es erstmals entscheidende Fakten liefert.

Artikel in Fachmagazinen sind das Medium der Forscher, um Ergebnisse festzuhalten und Wissen auszutauschen. Davon profitiert nicht nur die Wissenschaft: Ärzte oder Lehrer können über die Artikel ihre Kenntnisse auf den neuesten Stand bringen, Journalisten und Politiker können sich aus erster Hand über neue Erkenntnisse informieren. Das hat aber seinen Preis: Der Zugriff auf einen einzelnen Artikel kostet schon mal 50 Euro, das Jahresabonnement einer Zeitschrift bis zu 20.000 Euro. Das kann und will sich nicht jeder leisten.

Bibliotheken von Forschungseinrichtungen und Universitäten haben aus Kostengründen begonnen, Fachzeitschriften abzubestellen. Forschende und Studierende vor allem an finanzschwächeren Einrichtungen haben dadurch nur noch eingeschränkten Zugriff auf die Welt des Wissens. Hinzu kommt: Viele Forschungsergebnisse werden durch Steuergelder ermöglicht. Deutsche Wissenschaftsorganisationen beanstanden, dass die Öffentlichkeit nicht ein weiteres Mal für den Zugriff auf diese Erkenntnisse zahlen sollte. Sie fordern seit der „Berliner Erklärung“ im Jahr 2003, das Publikationswesen auf Open Access umzustellen, was jedoch bis heute nur unvollständig vollzogen wurde.

Open Access bedeutet, die Kosten umzuverteilen: Bei diesem Modell zahlen nicht die Leser, sondern die publizierenden Wissenschaftler oder ihre Arbeitgeber für eine Veröffentlichung. Sie finanzieren so die Kosten für Internet-Plattformen, die aufgebaut und gepflegt werden müssen, sowie die Qualitätsprüfung der Artikel, beispielsweise mithilfe von Gutachtern. Die Abonnementsgebühren entfallen.



44

Prozent aller
Publikationen
deutscher Forscher
sind kostenfrei
zugänglich.

Quelle: Open Access Monitor,
Stand September 2019

Wie sich dieser Wandel auswirkt – etwa darauf, welche Kosten wo entstehen – analysiert ein neues Online-Tool, das die Jülicher Zentralbibliothek entwickelt. Diese Zahlen gibt es bisher nicht und sie sollen helfen, den Umstieg auf Open Access zu beschleunigen.

DER OPEN ACCESS MONITOR

Ein frei zugängliches, webbasiertes Computerprogramm soll künftig das gesamte Publikationswesen deutscher akademischer Einrichtungen erfassen. Dieser Open Access Monitor verknüpft dabei Informationen aus verschiedenen, bereits vorhandenen Datenbanken, etwa über die Zeitschriftenbestände von Einrichtungen oder darüber, welche Artikel nur kostenpflichtig zu lesen sind. Mit dem Open Access Monitor lassen sich unter anderem folgende Fragen beantworten:

- In welchen Zeitschriften haben Forschende einer Wissenschaftseinrichtung veröffentlicht und wie hoch war der Anteil von Open-Access-Publikationen?
- Wie viel haben Forschungseinrichtungen für Open-Access-Publikationen bezahlt?
- Welche Zeitschriften hat eine Einrichtung abonniert, und was zahlt sie dafür?
- Wie häufig wurden die Zeitschriften genutzt?

Das Bundesforschungsministerium und die Allianz der Wissenschaftsorganisationen fördern die Entwicklung des Monitors mindestens bis Mitte 2020. Bis dahin wird auch eine erste offizielle Version freigeschaltet, eine Testversion ist bereits online.

» WEITER AUF SEITE 30

DREI FRAGEN AN

Dr. Bernhard Mittermaier

Leiter der Jülicher Zentralbibliothek

Warum dauert die Umstellung auf Open Access jetzt schon rund 15 Jahre?

Zunächst einmal sperren sich die Wissenschaftsverlage: Die großen Verlage gehen davon aus, dass sie mit Open Access weniger verdienen. Kleine Verlage fürchten gar, die buchhalterische und technische Umstellung nicht zu überleben. Die Verlage haben die Zeitschriften, die in Fachkreisen besonders angesehen sind und viel zitiert werden, zum größten Teil noch nicht auf Open Access umgestellt. Das sind genau die Zeitschriften, in denen Wissenschaftler gerne publizieren – auch, um Pluspunkte bei Begutachtungen zu sammeln, von denen die Förderung ihrer Forschung abhängt. Indirekt stützen die Wissenschaftler so das Abo-Modell. Die Forschungsförderer wiederum zögern, ihre Förderung davon abhängig zu machen, dass die Wissenschaftler in Open-Access-Zeitschriften publizieren. Der wichtigste Grund: Sie wollen die Freiheit der Wissenschaft nicht beschneiden.

Inwiefern kann der Open Access Monitor die Umstellung unterstützen?

Die Wissenschaftseinrichtungen und die großen Verlage verhandeln derzeit über die vollständige Umstellung auf Open Access. Mit den Fachverlagen Wiley und

Springer Nature gibt es schon entsprechende Verträge. Unser Open Access Monitor bietet nun erstmals die Möglichkeit, auf einfache Weise abzufragen, wie viele Publikationen eine Einrichtung bei einem Verlag hat und welche Kosten für abonnierte Ausgaben und Open-Access-Veröffentlichungen bislang anfallen. Diese Daten bilden die Grundlage für Vertragsverhandlungen und können die Entscheidung erleichtern, den derzeit ausgehandelten Verträgen beizutreten. Bislang verfügt kaum eine Forschungseinrichtung über solche Daten.

Wieso nicht?

Es ist sehr aufwendig, sie zu erheben. Es geht um Tausende von Zeitschriften. Eine der größten Schwierigkeiten besteht darin, dass die Namen der Verlage und der Zeitschriften nicht normiert sind: In den verschiedenen Datenbanken gibt es beispielsweise oft unzählige Bezeichnungen für jeweils einen einzigen Verlag.

BERICHT UND INTERVIEW: FRANK FRICK





GEFÄLLT UNS

WISSENSCHAFTSVIDEOS

Quarks erklärt Alltagsfragen

„Darum kannst Du Regen riechen“, „Das passiert mit einer Spinne, wenn Du sie einsaugst“ oder „So können Mikroalgen Energie erzeugen“ – in kurzen Videos bieten die Social-Media-Kanäle der WDR-Wissensredaktion „Quarks“ Antworten auf Fragen, die uns im Alltag begegnen. Die Animationen mit griffigen Aussagen werden auf der Quarks-Website durch Hintergrundtexte ergänzt. Ein besonderer Hingucker: Der Instagram-Account @beautyquarks. Er zeigt atemberaubend schöne Aufnahmen von Tier und Natur.

- WWW.QUARKS.DE -

DIGITALES WISSENSCHAFTSSPIEL

Gewinn mit CO₂

Klimaschutz und die Reduzierung der Erderwärmung ist ein Thema, das aktuell viele bewegt. Herzstück des von der Bundesregierung beschlossenen Klimaschutzprogramms ist die neue CO₂-Bepreisung für Verkehr und Wärme ab 2021. Doch was hat es mit dem Treibhausgas Kohlendioxid auf sich? Der Projektträger Jülich hat bereits 2018 im Auftrag des Bundesforschungsministeriums das Spiel „Gewinn mit CO₂“ konzipiert. Es gilt, Quizfragen oder Puzzle zu lösen, um immer mehr über Geschichte, Nutzen und Verbrauch von CO₂ zu erfahren.

- WWW.PTJ.DE/PROJEKTFOERDERUNG/FONA/
CO2-WISSENSCHAFTSSPIEL -



TWITTER-ACCOUNT

Forscher-Realität

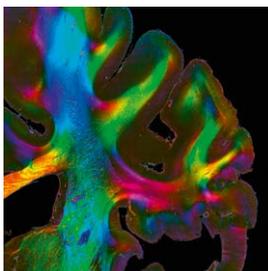
Vergessene Städte finden oder farbige Chemikalien mixen – das Leben eines Wissenschaftlers klingt oft spannend. Dass Wissenschaft jedoch nicht immer stinkt und kracht, zeigt der Twitter-Account @realsci_DE.

Im wöchentlichen Wechsel nehmen „echte“ Wissenschaftler die Twitter-Community mit in ihren Alltag. Nicht weniger spannend erklären sie, was es wirklich heißt, Forscher zu sein. Und auch das Forschungszentrum können Sie in der Timeline des Accounts finden: Im Oktober 2019 übernahm Dr. Claudia Frick von der Jülicher Zentralbibliothek, im November Dr. Sofie Valk vom Jülicher Institut für Neurowissenschaften und Medizin, Gehirn und Verhalten (INM-7).

- TWITTER.COM/REALSCI_DE -

FORSCHUNG IN EINEM TWEET

„Raum für schlaue Köpfe: Im Foyer des Deutschen Bundestags zeigt eine Ausstellung spektakuläre Bilder und Exponate aus der Hirnforschung #HumanBrainProj.“



Die Ausstellung „Faszination Gehirn“

ist noch bis 19. Dezember 2019 im Deutschen Bundestag in Berlin, dann gastiert sie vom 14. bis 30. Januar 2020 im Düsseldorfer Landtag. Neben Bildern und Filmen zum Gehirn werden Exponate zu aktuellen Entwicklungen in der Medizin, im Computing, in der Künstlichen Intelligenz und in der Neurorobotik gezeigt. Für den Besuch im Bundestag müssen sich Interessenten dort anmelden.

bit.ly/34fDV6e