Horizonte

Das Schweizer Forschungsmagazin

136 März 2023

Superhirn für alle

Seite 14

Werden wir dereinst ein Smartphone im Kopf haben?

Florian Fisch
Co-Redaktionsleiter

Früher war unsere Seele noch unsterblich – zumindest die Seele des Geistes, die Anima intellectiva von Aristoteles. Auch René Descartes betrachtete unsere innere, geistige Welt – die Res cogitans – noch als klar getrennt von unserem Körper und damit auch von der materiellen Welt. Der Körper wurde durch das Leben gezeichnet. Die Seele war geschützt vor den Angriffen aus dem Diesseits.

Heute jedoch hat sich der Materialismus als gängige Philosophie durchgesetzt. Unser Geist wird zum Produkt des Gehirns, entspringt also unserem Körper. Damit wird er genauso verletzlich und äusseren Einflüssen ausgesetzt wie dieser. Ein winziges Blutgerinnsel kann den Hirnschlag auslösen, der zur massiven Veränderung der Persönlichkeit führt.

Nun dringt auch die Medizin immer weiter in unseren Geist ein. In unserem Fokus zeigen wir, wie dies vorerst harmlos mit Gehirnjogging und Achtsamkeitstraining beginnt, über aufputschende Wirkstoffe, Neurofeedback und Magnetstimulation geht, am Schluss aber bis zum Implantieren von Elektroden ins Gehirn führt.

Eine Patientin mit einer sehr schweren Depression muss während der Operation einer Tiefen Hirnstimulation auf einmal lächeln. So verschwimmt die Grenze zwischen unserem Innen und der materiellen Welt. Die Urheberin des Lächelns ist unklar: Ist es die Patientin oder die Neurologin, die die Elektrode richtig einstellt? Und diese Implantate, die man bei der Parkinsonkrankheit schon länger routinemässig einsetzt, geben uns lediglich einen Vorgeschmack davon, was wahrscheinlich bald kommen wird: die Brain-Computer-Interfaces.

Die Firma Neuralink entwickelt sie für Gehirnkrankheiten. Doch der Schritt zum Steuern von Geräten und Empfangen von Informationen ist nicht weit. Schon heute können wir mit Elektroden ausserhalb des Schädels Computer steuern. Vielleicht werden wir die Funktionen unseres Smartphones eines Tages direkt ins Gehirn einbauen. Die Bedienung ginge viel schneller, und kein Bildschirm könnte zerbrechen. Ist das furchteinflössend? Sicher tun alle gut daran, sich schon jetzt auf solche Möglichkeiten einzustellen.

Hirnforschung am Limit

16 Heilung durch Operation
Wie Tiefe Hirnstimulation funktioniert und warum sie umstritten ist

18 Schwere Depression
Eine Patientin erzählt, wie ihr ein Implantat im Kopf hilft

20 Das gepimpte Denkorgan
Sechs Projekte mit Ziel Superhirn

24 Hoffnung für gelähmte Menschen
Treffen mit Grégoire Courtine

26 Ewig unbegreifbar
Philosophie rätselt ums Bewusstsein

Links und Titelseite: Die Elektroden melden den Kontakt mit dem Kopf via Ampelfarben. Mit den von ihnen gemessenen Hirnströmen können Diagnosen gestellt, Forschung gemacht und Apparate gesteuert werden.
Foto: Matthieu Gafsou

4 Im Bild
Verzerrte Vorstellungen vom Dodo

6 Aus der Wissenschaftspolitik
Einsatz gegen Fakes, Votum für Zusammenarbeit und Rebellion gegen Publikationen

10 Aus der Forschung
Wie Albträume vergehen, Superkleber für Wunden entsteht und Miniroboter im All Fehler suchen

13 So funktioniert's
Wenn Wärme und Kälte aus der Tiefgarage kommen

30 Reportage
Alles für die Kolibris! Bei den farbigen Blüten im Tropenhaus

34 Stereotypen beim Humor
Warum Männer witzeln und Frauen darüber lachen – oder doch nicht?

36 Hilfe für Mais und Weizen
Schatten und Gentechnik gehören zum Arsenal gegen Trockenheit

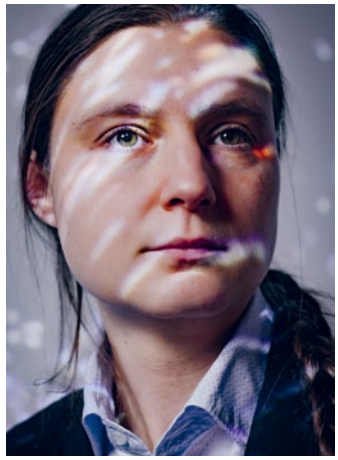
38 Bitterer Kampf um Geld
Was ein Schiedsverfahren bei Scheidungen ausrichten könnte

39 Achtung, ansteckend!
Trotz Seuchengefahr: Ameisen pflegen ihre kranken Schwestern

40 Forschen mit China und Russland
Internationale Kooperationen stehen aktuell auf wackligen Beinen

42 Reise ins Tessin
Dank Ceneritunnel entwickelt sich die Forschung im Südkanton rasant

46 Porträt
Maryna Viazovska schreibt in der Mathematik derzeit Geschichte



48 SNF und Akademien direkt
50 Rückmeldungen/Impressum

51 Debatte
Soll das Wachstum der Bevölkerung global ein Ende haben?

Die falschen Dodos

Eine erstaunlich diverse Doppelparade Dodos zieht hier an uns vorbei. So farbenfroh und fett sich der Raphus cucullatus ganz rechts oben aufplustert, so honigbraun und schmal stolziert sein Vetter zwei Bilder weiter links daher. Und doch zeigen sie alle die gleiche, 1690 ausgestorbene Art des Taubenvogels aus Mauritius. «Es ist wie beim Spiel Stille Post. Die Fehler sind von Zeichnung zu Zeichnung immer stärker überspitzt worden», erklärt Grafikdesigner Oliver Hoop. Er hat die Dodo-Werke, die ab dem 17. bis ins 19. Jahrhundert entstanden sind, für ein Bachelor-Projekt in künstlerischer Forschung aneinandergereiht.

Dodo-Zeichnung Nummer 2 und 3 in der oberen Reihe stammen immerhin von Originalen mit Lauffreiheit in grossen Menagerien. Als «Urvater» der falschen Darstellungen identifiziert Hoop die Variante ganz rechts oben, aus der Feder des niederländischen Malers Roelant Savery. «Laut Quellen hat dieser Dodo in Käfighaltung auf einem Schiff gelebt. Er war wohl krank und hatte eine Fettleber, weil man ihm vermutlich auch Fleisch verfüttert hat.» Die Gestalt sei deformiert. «Man sieht das auch an seinem sehr gekrümmten Hals.» Der tollpatschig wirkende Dodo Saverys von 1626 hat unser Bild vom ausgestorbenen flugunfähigen Vogel geprägt. Die Zeichnung ganz links unten ist eine Kopie von ihm und alle rechts davon wiederum Kopien dieser Kopie. «Es scheint, dass jeder Künstler seiner Kreativität freien Lauf gelassen hat», so Hoop, «wahrscheinlich dachten sie: Es gibt schon so viele verschiedene Versionen, jetzt mache ich auch noch meine eigene.» Der Fake von damals, der viral geht.

Für die Forschung sei dieses «wilde Umherkopieren» problematisch. «Deswegen und weil es nur zwei, drei konservierte Modelle gibt, ist der Dodo zu einem Mysterium geworden wie die Dinosaurier.» Der Fall zeige, «warum man als wissenschaftlicher Illustrator so penibel sein muss». Hoop, während des Studiums an der Zürcher Hochschule für Künste als «Dodo-Typ» bekannt, hat sich weiter mit Rekonstruktionen des mauritischen Vogels beschäftigt, mithilfe von KI und 3D-Druckern. Auf dass die Dodo-Parade noch diverser werde!

Judith Hochstrasser (Text), Oliver Hoop (Bild)

Aufgeschnappt

«Ich könnte zwei Stunden lang nur über meine Fehler reden.»

Foto: Paolo Dutto/13 Photo

In einem grossen Interview im Tages-Anzeiger zog **der abgetretene Forschungsdirektor der Nasa, Thomas Zurbuchen,** Bilanz über seine sechs Jahre bei der US-Weltraumbehörde. Unter anderem räumte er ein, dass er einige falsche Entscheidungen getroffen und sich damit selbst Probleme geschaffen habe. Im sehr freimütigen Gespräch **zeigt sich der Schweizer Physiker aber auch stolz auf seine Errungenschaften** und betont: «Auf der ganzen Welt gibt es im wissenschaftlichen Bereich keine Stelle wie diese.»

Europa will akademische Freiheit besser schützen

Das EU-Parlament hat einen Wachhund für freie Wissenschaft angeschafft: Das ständige Forum für akademische Freiheit in Europa soll politische Vorstösse voranbringen, die Forschende vor Übergriffen durch Staaten oder andere Akteure schützen. Es soll zudem einen jährlichen «wirklich unabhängigen Bericht über den Stand der akademischen Freiheit erstellen», wie EU-Parlamentspräsidentin Roberta Metsola laut Science Business erklärte.

Gemäss der Online-Plattform ist der deutsche Politiker Christian Ehrler Initiator des Forums. Er warnte mit markigen Worten: «Die Erosion der akademischen Freiheit ist eine tödliche Bedrohung für unsere gemeinsame europäische Zukunft.» Der globale Index für akademische Freiheit der Universitäten Göteborg und Erlangen-Nürnberg von 2022 zeigt: Gegenüber 2011 ist die akademische Freiheit in neunzehn Ländern deutlich zurückgegangen. In Europa bilden Ungarn und Polen die Schlusslichter. Ungarn ist 2017 besonders negativ aufgefallen, als es die EU-Charta für Grundrechte und deren 13. Artikel zur akademischen Freiheit ignorierte und ein Gesetz einführte, das die Central European University um den Milliardär George Soros zwang, von Budapest nach Wien umzuziehen. Auch der Jahresbericht 2022 der NGO Scholars at Risk, die sich weltweit für verfolgte Forschende einsetzt, führt verschiedene Vorfälle in Mitgliedstaaten der EU auf.

> «Die Erosion der akademischen Freiheit ist eine tödliche Bedrohung für unsere gemeinsame europäische Zukunft.»

Die EU-Charta für Grundrechte ist rechtlich nicht bindend. Kurt Deketelaere, Generalsekretär der Liga Europäischer Forschungsuniversitäten, kritisierte auf der Webseite von Research Europe, es sei «bedauerlich», dass die Europäische Kommission die akademische Freiheit zumeist als eine Angelegenheit der Bildungsinstitutionen betrachte und sich «folglich scheut, tätig zu werden». Nun versucht die EU also einen anderen Weg zu finden, um die freie Wissenschaft zu schützen. *jho*

Wissenschaft schafft Argumente. Empfehlen Sie Horizonte weiter!

Horizonte berichtet 4× im Jahr über die Schweizer Forschungslandschaft. Schenken Sie sich oder Ihren Freundinnen und Freunden gratis ein Abo.

Hier abonnieren Sie die Printausgabe:
horizonte-magazin.ch/abo

Standpunkt

«Ich finde es krass, wenn mit Fakes politisiert wird»

Seit Oktober 2020 ist Catherine Gilbert bei der Schweizer Nachrichtenagentur Keystone-SDA als Verification Officer tätig. Eine damals neu geschaffene Stelle. Sie berichtet aus ihrem Arbeitsalltag.

Catherine Gilbert, was macht eine Verification Officer?
Ich überprüfe, ob die Behauptungen in Social-Media-Posts korrekt sind. In enger Kooperation mit der Deutschen Presseagentur DPA und der Austria Presseagentur APA schreiben wir Faktenchecks vor allem für Meta. 2022 haben wir auch Schulungen zur digitalen Verifikation für Schweizer Medienschaffende durchgeführt. Dieses Projekt wurde von Google unterstützt.

Wie funktionieren die Faktenchecks?
Wir bekommen per KI von Meta verdächtige Posts zugespielt oder recherchieren selbst. Geprüft werden Tatsachenbehauptungen. Unsere Rechercheergebnisse werden dann online veröffentlicht und mit dem Social-Media-Post verlinkt. Die Entscheidung, welche Inhalte überprüft werden, fällen wir komplett eigenständig.

Oft werden auch wissenschaftliche Studien verlinkt. Wie gehen Sie da vor?
Wir schauen, ob die Person hinter dem Post einen Bezug zu bestimmten sozialen Bewegungen hat. Manche der zitierten Studien sind so fachspezifisch, dass wir sie auch nicht verstehen und wir bei Expertinnen und Experten nachfragen müssen. So gelingt es vielfach aufzuzeigen, dass eine Aussage falsch interpretiert wurde. Während der Pandemie waren für uns besonders Preprints ohne Peer-Review ein Problem. Dahinter können fachfremde Autorinnen stehen, die mit der Disziplin des Papers nichts zu tun haben. Manchmal sind Institutionen angegeben, die es gar nicht gibt.

Catherine Gilbert spürt auf Facebook und Instagram Falschaussagen auf und belegt, warum diese falsch sind. Foto: zVg

Wie viele Personen arbeiten im Verification-Team?
Zusammen mit der DPA und der APA sind wir rund 30 Faktencheckerinnen. In der Schweiz arbeite ich im Moment noch alleine. Aber wir unterstützen uns sehr und arbeiten im Team.

Wie ist das bei Keystone-SDA finanziert?
Hauptsächlich durch die Tech-Unternehmen selbst. Darum sind wir daran, das Angebot breiter abzustützen. Für viele Unternehmen ist Glaubwürdigkeit ein zentrales Thema. Auch das Interesse an entsprechenden Ausbildungsangeboten ist gross.

Was kann jeder selbst tun, um Desinformation besser zu erkennen?
Kritisch sein, logisch denken und weitere seriöse Quellen hinzuziehen. Übrigens: Die meisten Menschen konsumieren Inhalte von sozialen Medien auf ihrem Mobiltelefon. Dort ist alles so klein, dass man Fehler nur sehr schlecht erkennt, vor allem Bild- und Video-Manipulationen gehen vielfach unter.

Ihre Arbeit ist ein Tropfen auf den heissen Stein. Wie motivieren Sie sich?
(Lacht.) Der Job ist sehr interessant, weil man inhaltlich und technisch immer wieder Neues dazulernt. Ich finde es krass, wenn mit Falschbehauptungen politisiert wird. Meine Arbeit bringt viel, weil wir diese mit unseren Faktenchecks entlarven und dazu beitragen können, Information besser einzuordnen. *jho*

Aufnahmen des James Webb zeigen den Carinanebel. Foto: Nasa, ESA, CSA, STScI

Die Aufhebung der Schutzfrist für Teleskopdaten sorgt für Unmut

Forschende, die Beobachtungen mit dem James-Webb-Weltraumteleskop durchgeführt haben, erhalten derzeit einen einjährigen geschützten Zeitraum, in dem nur sie die Daten daraus analysieren können. Um diese Praxis ist eine Debatte entbrannt, da sie der Open-Data-Politik widerspricht, die das Weisse Haus im August 2022 angekündigt hat. Die Nasa, Hauptunterstützerin des James Webb und staatlich finanziert, will die Frist auf sechs Monate verkürzen und später vielleicht ganz aufheben. Im Scientific American fasst Astronom Jason Wright die Gegenargumente zusammen: Die Beantragenden würden ihre Resultate unter Stress veröffentlichen, damit ihnen niemand zuvorkomme. Das mindere die Qualität der Forschung und benachteilige Forschende mit Verpflichtungen wie Kinderbetreuung oder Vorlesungen. *jho*

Protest gegen Publikationsblase

«Hört auf, euren Kollegen zu Papers in Zeitschriften mit hohem Impact Factor zu gratulieren.» Das war der Titel eines Artikels von neun jungen Forschenden in der indischen Online-Zeitung The Wire Science. «Das aktuelle Publikationssystem schadet der Erkenntnissuche. Es braucht eine radikale Änderung.» Die Vorschläge der Autorinnen und Autoren: Forschende sollen beispielsweise ihre Urheberrechte nicht mehr an die Verlage abtreten. Oder: Forschungsinstitutionen sollen die Leistungen von Pirateriewebsites wie Sci-Hub öffentlich für die Verbreitung von Wissen würdigen.

Ins gleiche Horn bläst Adam Mastroianni, Postdoc an der Columbia Business School. In seinem Blog Experimental History diagnostiziert er das kolossale Scheitern des Experiments mit dem Peer-Review. Das System täusche eine Seriosität vor, die es nicht garantieren könne. Mit den geschätzten 15 000 Gutachterinnenjahren pro Jahr sei es zudem reine Zeitverschwendung. Seinen Lösungsvorschlag hat er gleich selbst ausprobiert: «Ich habe letzten Monat einen Artikel publiziert, also ich habe ein PDF ins Internet hochgeladen.» Die Resonanz sei grösser gewesen als auf seinen letzten Artikel in der sogenannt renommierten Zeitschrift PNAS.

Etwas moderatere Reformen hat die Fachzeitschrift E-Life durchgeführt: Es werden nur noch Artikel publiziert, die es bereits als Preprint gibt. Beschliesst die Redaktion, einen Artikel begutachten zu lassen, werde er in jedem Fall publiziert. Die Peer-Reviews sowie eine allfällige Stellungnahme der Schreibenden wird gleich mitveröffentlicht. Es liegt dann an diesen, ob sie Änderungen vornehmen, den Artikel nochmals einreichen oder ihn als finale Version deklarieren wollen. Wozu man in Zukunft seinen Kolleginnen gratulieren wird, bleibt so oder so noch völlig offen. *ff*

Chatbot könnte Bewertung Studierender erschweren

Künstliche Intelligenz hat eine neue Stufe der Evolution erreicht: Ende 2022 sorgte ein **optimierter Chatbot** der Firma OpenAI mit einer einfachen Benutzeroberfläche für Furore. Der Textgenerator wurde so gut auf natürliche Sprache trainiert, dass er **auf Anweisung** nicht nur Programmzeilen, sondern auch **Texte zu einem bestimmten Thema verfassen,** dichten oder Liedtexte schreiben kann. «Das ist sehr beeindruckend», sagt Christopher Potts, Linguistikprofessor an der Stanford University, gegenüber dem Magazin Wired.

Das sind gute Neuigkeiten für Studierende, die schnell einen Essay zu einem Thema abliefern müssen, und **schlechte Neuigkeiten für Dozierende,** die diese Leistung beurteilen sollen. Potts jedenfalls kam ins Grübeln: «Was soll ich bei Lehrgängen machen, in denen ich zur Leistungskontrolle bisher kurze Texte verlangte?» *ff*

Ernstfall

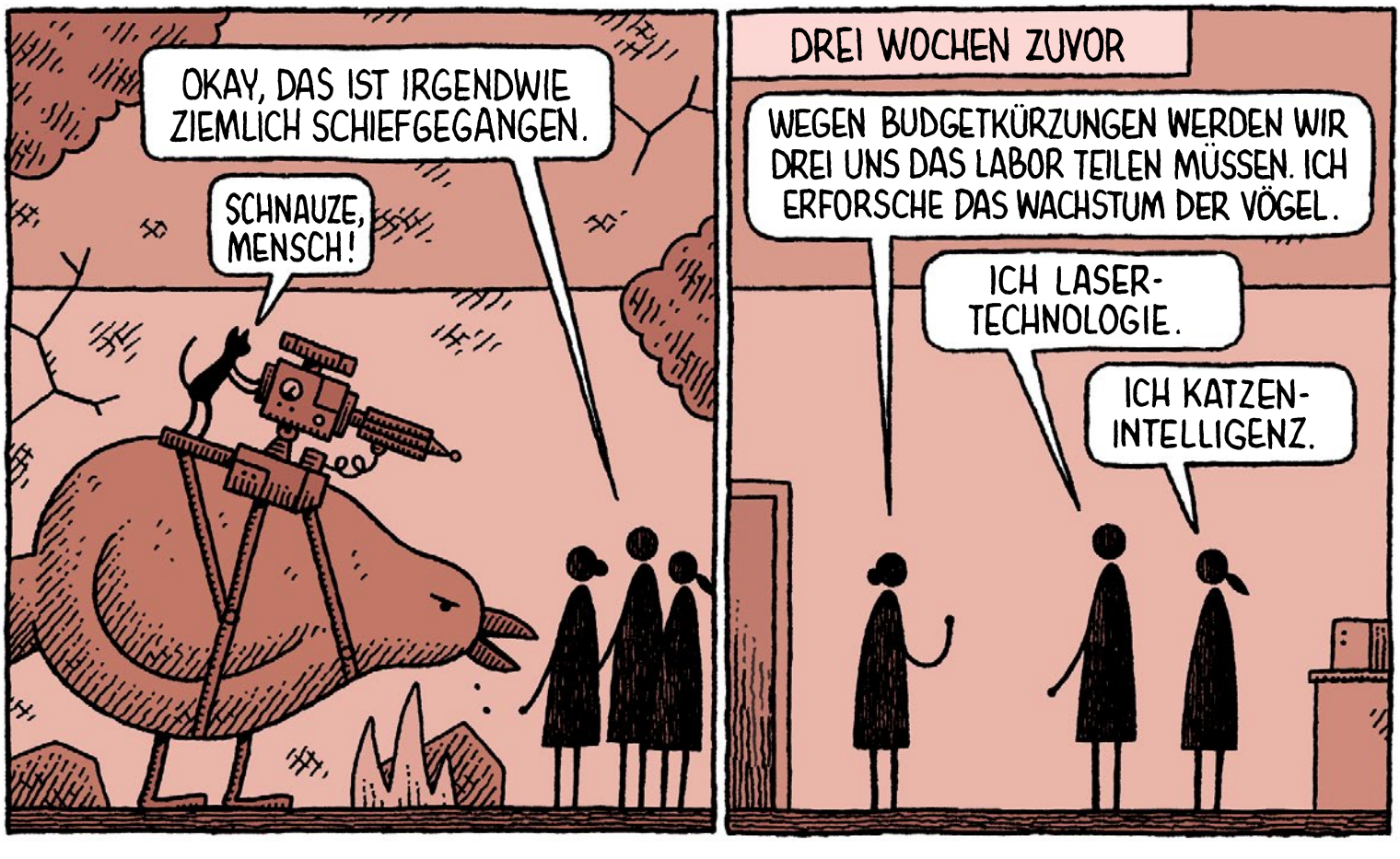


Illustration: Tom Gauld / Edition Moderne

Junge Meinung

«Wir brauchen eine neue Kultur der Zusammenarbeit»

Auf einem von Doktorierenden und Postdocs organisierten Podium diskutierten wir die Frage: Wie können wir eine bessere Kultur der Zusammenarbeit entwickeln – in einem auf Konkurrenz ausgerichteten System? Es hat für mich ein weiteres Mal bestätigt, dass die jüngere Generation eine neue Kultur wünscht – und dies ziemlich unabhängig von der Disziplin. Demgegenüber stand ein früheres Gespräch mit einer eminenten Runde an Professoren, die befanden, dass Forschung, spätestens beim Verfassen der Texte, halt doch Arbeit des Einzelnen sei.

Gerade in den Geisteswissenschaften ist das Bild der genialen Forscherin mit ihren brillanten Ideen noch tief verankert. Dabei geht gerne vergessen: Forschung war immer schon Gemeinschaftsarbeit. Wir bauen unser Werk auf der vorangegangenen Arbeit anderer auf und entwickeln diese im besten Fall auch im fortwährenden Austausch mit Kolleginnen und Studierenden weiter. Dies hilft nicht zuletzt, die eigenen blinden Flecken aufzudecken.

Was wir bisher gut kennen, sind Kooperationen, bei denen Daten ausgetauscht, das Schreiben von Kapiteln aufgeteilt, zwischendurch Forschungsresultate einander gezeigt oder Feedbacks entgegengenommen werden. Mit zwei Kollegen aus Deutschland sitze ich im Moment an einer Sonderausgabe eines Journals. Wir gehen einen Schritt weiter: Die Einleitung haben wir gleichzeitig in einem geteilten Dokument geschrieben. So konnten wir sofort aufeinander reagieren, uns ergänzen und abgleichen. Es bedeutet intensives Arbeiten, da man sich immer gleich der Rückmeldung der anderen aussetzt. Multiperspektivität und Konfliktfähigkeit sind gefragt. Eine Kultur der Wertschätzung, der Offenheit und des Respekts ist zwingend. Die Leistungen der Einzelnen treten dabei natürlich in den Hintergrund.

Auf dem Podium waren wir uns einig: Gute Zusammenarbeit motiviert – und bringt Resultate. So wurde auch unsere Ausgabe des Journals ohne weitere Überarbeitung zur Publikation empfohlen. Leider fehlen im Hamsterrad des heutigen Forschungssystems meist Zeit und Raum, eine solche Kultur der Zusammenarbeit zu entwickeln und einzuüben.

Hannah Schoch doktoriert in Amerikanistik an der Universität Zürich, setzt sich als Co-Präsidentin von Actionuni für den Mittelbau ein und ist Programm-Managerin beim Thinktank Reatch.

Illustration: Stefan Vecsey

Die Zahl

29%

der Forschenden in Europa haben **kaum oder kein Vertrauen,** dass ihre Forschungsinstitution ein hohes Niveau **wissenschaftlicher Integrität** aufrechterhält. Nur 34 Prozent haben volles oder grosses Vertrauen, wie Nature Index im Januar 2023 berichtete. In den USA war das Vertrauen etwas höher. Für die Umfrage wurden über 60 000 Forschende befragt. Als grösstes Problem wurde angegeben, **dass Namen unverdientermassen in Fachartikeln** stehen, bekannt als Ehrenautorenschaften. *ff*

Der Begriff

Narrativ

«Wir leben im ukrainischen Narrativ dieses Krieges.» Dieses Zitat aus der Sendung Echo der Zeit von Radio SRF im März 2022 steht beispielhaft dafür, wie der Begriff heute verwendet wird: von den Medien, als Ausdruck für die Erzählung **einer bestimmten Seite mit einer bestimmten Perspektive** auf einen Konflikt.

Der Begriff kommt aus den Kulturwissenschaften. Der **französische Philosoph Jean-François Lyotard** nannte die Hauptströme westlicher Philosophie wie etwa die **Aufklärung die grand récits,** die eine bestimmte Erzählperspektive auf bestimmte Ereignisse und Epochen werfen. Im Englischen wurden daraus die grand narratives, in Deutsch die Meistererzählungen. Bald wurden auch Ideologien wie der **Kommunismus oder der Nationalsozialismus als solche Meistererzählungen** verstanden. In allen Gemeinschaften gibt es diese Geschichten, die durch eine bestimmte Perspektive die Gemeinschaft zusammenhalten, aber **ausschliessend sind für jene mit einem anderen Blickwinkel.** Damit sind wir beim heutigen Narrativ angelangt: Es hält die Kräfte der einen Seite zusammen, erklärt aber die anderen zum Bösen. *jho*

Keine Albträume mehr dank Konditionierung

Viele Menschen werden Nacht für Nacht von Albträumen heimgesucht. Doch es gibt Abhilfe: Bei der Imagery Rehearsal Therapy schreiben Betroffene im wachen Zustand ihre **negativen Träume in schöne Stories** um – diese verdrängen dann nach und nach die Albträume im Schlaf.

Aber es geht noch besser: Forschende von der Universität Genf spielten 18 Personen einen Ton vor, während sie ihre Traumgeschichten einübten. Diesen bekamen sie dann auch **während der REM-Phase des Schlafs** vorgespielt, in der Albträume stattfinden. Dadurch sank das Vorkommen von Albträumen innert zwei Wochen im Schnitt auf fast null; eine Kontrollgruppe mit konventioneller Behandlung wurde hingegen viermal häufiger geplagt. «Die neue Therapie könnte sich **auch für andere Leiden eignen,** die den Schlaf betreffen, etwa posttraumatische Belastungsstörungen», so Studienleiter Lampros Perogamvros. *yv*

S. Schwartz et al.: Enhancing imagery rehearsal therapy for nightmares with targeted memory reactivation. Current Biology (2022)

Sepsis rascher detektieren

Wie Borsten auf einer Zahnbürste, nur millionenfach kleiner, so beschreibt der Molekularbiologe François Huber die DNA-Fäden auf einem winzigen Siliziumstreifen. Sie sind das Herzstück eines neuen Nanosensors, mit dem sich Blutvergiftungen (Sepsis) innert weniger Stunden nachweisen lassen. «Dies beschleunigt die Diagnose enorm», so Adrian Egli, medizinischer Leiter des Projekts. Die sonst dafür nötige tagelange Kultivierung von Bakterien entfällt.

An den Borsten lagern sich spezifisch kleine Stücke der Bakterien an, wodurch sich der Streifen um Millionstel eines Millimeters verbiegt, was ein Laserstrahl detektiert. Der Test schlägt schon bei 20 Bakterien pro Milliliter Blut an. Laut Erstautor Huber eignet sich die Methode für den Nachweis jeder Infektion. Mitentwickelt haben das Universitätsspital Basel, das Universitäts-Kinderspital beider Basel und das Swiss Nanoscience Institute. *vs*

F. Huber et al.: Rapid Bacteria Detection from Patients' Blood Bypassing Classical Bacterial Culturing. Biosensors (2022)

Raubwürmer schleudern einen Schleim, der als Vorbild für Wundkleber dienen kann. Foto: Alexander Bär

Wurmschleim als Superkleber

Ein intelligenter Klebstoff schwebt Yendry Corrales-Ureña und Fabienne Schwab vor, die sich mit Schleim von Stummelfüssern befassen.

Die Raubwürmer auf Beinen aus dem tropischen Costa Rica erbeuten Insekten, indem sie einen Schleim verspritzen, der ihre zappelnden Opfer schnell verklebt. Für die beiden Wissenschaftlerinnen von der Universität Freiburg wäre ein davon inspiriertes schnell aushärtendes Biopolymer für viele Anwendungen interessant, etwa um Wunden bei chirurgischen Eingriffen gezielter zu verschliessen als mit herkömmlichem Wundkleber.

Bei ihrer Suche nach dem Mechanismus, durch den der Schleim so schnell härtet, fanden die Forscherinnen Partikel mit Phosphaten und Karbonaten, die sich bei Berührung schnell auflösen. «Wir untersuchten das Phänomen wochenlang, bis wir schliesslich entdeckten, dass Kohlendioxid das Geheimnis dieses Superklebers ist», erklärt Schwab. Die Karbonate und Phosphate lösen sich und reagieren in einer Säure-Base-Reaktion miteinander. Wie bei Backpulver wird dabei dem Karbonat ein Kohlendioxid abgespaltet und dieses freigesetzt. Das Kohlendioxid beschleunigt das Erstarren des Schleims substanziell.

Es gibt aber noch etliche Herausforderungen zu bewältigen, bis Biopolymere auf Basis von Karbonaten und Phosphaten anwendbar werden. Denn der Schleim enthält viele weitere Substanzen. «Wir wollen herausfinden, welche Bestandteile wichtig sind, damit ein Polymer so schnell aushärtet, sobald es Bewegungen ausgesetzt ist.» Dazu wollen die beiden auch Schleim im Labor nachbilden. *Lia Rosso*

Y. Corrales-Ureña et al.: Encapsulated salts in velvet worm slime drive its hardening. Nature (2022)

Miniroboter-Schar inspiziert beschädigtes Raumschiff

Foto: Bahar Haghighat

Weltraummüll und kleinste Meteoroiden fügen Raumschiffen Schäden zu, die bisher von **fest eingebauten Sensoren** anhand von Vibrationen detektiert wurden. Eine flexiblere Lösung hat Elektroingenieurin Bahar Haghighat mit Simulationen getestet: Ein Trupp Miniroboter **krabbelt über die Hülle** und spürt Vibrationen auf. Wenn einer dabei kaputtgeht? Nicht schlimm, es sind noch genügend andere da. *yv*

B. Haghighat et al.: An Approach Based on Particle Swarm Optimization for Inspection of Spacecraft Hulls by a Swarm of Miniaturized Robots. Swarm Intelligence (2022)

Mikro-RNA hinter bipolarer Störung

Das Erbgut entscheidet massgeblich mit, ob jemand eine bipolare Störung entwickelt oder nicht. Verantwortlich dafür sind viele **verschiedene Gene** – einige davon kodieren für sogenannte Mikro-RNA. Das sind kleine Schnipselkopien des Erbguts, welche die Herstellung von Proteinen kontrollieren.

Bei einigen Menschen mit bipolarer Störung ist bei einer dieser Mikro-RNA ein Buchstabe im **genetischen Code verändert,** wie ein Team der ETH Zürich nun herausgefunden hat. «Der Schnipsel hat deswegen die falsche Form und funktioniert nicht mehr richtig», so Studienleiter Gerhard Schratt.

Mögliche Folge: Die **Fehlproduktion** eines Kanals für Kalzium zur Regulierung in Hirnzellen. Dies könnte laut Schratt zur bipolaren Störung beitragen. «Wenn wir die komplexen Mechanismen bei der Entstehung der Krankheit besser verstehen, finden wir auch irgendwann eine Therapie dafür.» *yv*

A. Tielke et al.: Genetic and functional analyses implicate microRNA 499A in bipolar disorder development. Translational Psychiatry (2022)

Blickfang

Foto: Armand François Joseph Henrion/Collection Klewan/Belvedere Museum

Sag, wie fühlt er sich?

Über 2000 Selbstporträts malte der belgische Künstler Armand Henrion. Diese könnten ein **Schatz für die Emotionsforschung** sein, sagen Psychologinnen der Universitäten Lausanne und Wien. In einer ersten Studie lasen die Versuchspersonen **aus jedem Gemälde eine weite Mischung aus Gefühlen.** Bisher verwenden Forschende standardisierte Fotos von Gesichtern, die je eine einzige Emotion ausdrücken – da sind die Kunstwerke erstaunlicherweise realistischer. *yv*

L. Müller et al.: A Picture Is Worth a Thousand Words: Emotion Recognition and Qualitative Impressions of Armand Henrion's Self-Portraits Displaying Mixed Emotions. Art & Perception (2022)

Smartvote fördert Panaschieren, ändert aber wenig

Mit Wahlhilfeplattformen können Bürgerinnen und Bürger herausfinden, welche Parteien oder Kandidierenden am besten zu ihnen passen. Aber verändern solche Internettools durch den einfacheren Zugang zu Information auch das Wahlverhalten? Eine neue Studie hat gezeigt, dass Smartvote – die in der Schweiz am weitesten verbreitete Plattform – unter dem Strich wenig Einfluss auf den Ausgang von Wahlen hat. «Smartvote wird im Durchschnitt von 15 bis 20 Prozent der Wählenden genutzt», sagt Lukas Schmid, Mitautor und Professor für empirische Methoden an der Universität Luzern. «Die meisten davon sind eher jung, geniessen eine hohe Bildung und haben ein hohes politisches Vorwissen und Interesse.» Auf der Plattform können sie einen ausführlichen Fragebogen ausfüllen. Anschliessend erhalten sie eine Liste der Kandidierenden, die am ehesten mit den eigenen Positionen übereinstimmen. 2019 war Smartvote in 21 Kantonen verfügbar.

«Der Effekt ist für die Regierungsparteien ein Nullsummenspiel.»

«Wir konnten zeigen, dass Smartvote zwar keinen Einfluss auf die Wahlbeteiligung hat – wohl aber das Wahlverhalten verändert», so Schmid. Das Team hat die kantonalen und nationalen Wahlen zwischen 1995 und 2018 analysiert. Nachdem das Tool in einem Kanton verfügbar wurde, stieg die Wahlbeteiligung nicht signifikant. «Das lässt den Schluss zu, dass Menschen, die Smartvote verwenden, ohnehin schon geneigt sind, an Wahlen teilzunehmen.» Auch sich über eine Wahlhilfeplattform zu informieren, benötige Zeit und politisches Vorwissen. Jedoch steige dadurch die Tendenz, eine Parteiliste zu verändern. Meistens werden dabei Kandidierende auf die Liste einer anderen Partei eingetragen. «Die Einführung von Smartvote führt also zu einer diverseren Wahl», so Schmid. «Dieser Effekt ist aber zumindest für die Regierungsparteien ein Nullsummenspiel.» Die Gewinne und Verluste durch dieses sogenannte Panaschieren gleichen sich im Endeffekt wieder aus. «In einem nächsten Schritt wollen wir genauer untersuchen, wie sich Smartvote auf die Wahlchancen von Frauen und Minderheiten auswirkt.» *Florian Wüstholz*

Christine Benesch et al.: Do Voting Advice Applications Change Political Behavior? The Journal of Politics (2022).

Foto: Okan Caliskan/Pixabay

Diese Situation widert manche an.

Pandemie verstärkte Ekelgefühle nur kurzfristig

Ekel vor Menschenmengen reduziert die Ansteckungsgefahr. Die Corona-Pandemie hat diesen Schutzmechanismus temporär verstärkt, wie Forscherinnen von Agroscope und der ETH Zürich ermittelt haben: Sie zeigten über tausend Versuchspersonen aus verschiedenen Ländern Fotos eines überfüllten Busses und eines gut besuchten Rockkonzerts. Die Teilnehmenden ekelten sich im Pandemiejahr 2020 mehr als zwei Jahre zuvor, zwei Jahre danach war das ursprüngliche Niveau aber wieder erreicht. *yv*

J. Ammann & A. Berthold: Temporary differences in pathogen disgust sensitivity and the perception of crowded spaces. Personality and Individual Differences (2022)

Gesetze für Securityteams, die bei Cybercrime helfen

Cyberattacken, die Computersysteme lahmlegen, machen Firmen und Institutionen das Leben schwer. Viele heuern deshalb private **Computer Security Incident Response Teams** an, die einen Angriff verhindern – oder zumindest verlorene Daten und Infrastruktur wiederherstellen. «In der Schweiz ist diese Arbeit nur **lückenhaft durch Gesetze und Vorschriften geregelt»,** sagt die Juristin Pauline Meyer von der Universität Lausanne. «Die Gesetzgebung hinkt der Entwicklung hinterher.» So können sich Organisationen beim Hinzuziehen eines solchen Teams etwa in falscher Sicherheit wiegen. Die Forschenden erarbeiten nun Lösungen. Denkbar wäre für Meyer etwa eine **einheitliche Zertifizierung** der Teams, die zur Einhaltung gewisser Standards verpflichtet. *yv*

P. Meyer & Sylvain Métille: Computer security incident response teams: are they legally regulated? The Swiss example. International Cybersecurity Law Review (2022)

Menschen können Tiere verstehen – ein bisschen

Mensch und Tier, die sich unterhalten: Das ist der Stoff, aus dem Bücher und Filme gemacht sind. Doch auch im realen Leben verstehen wir zumindest teilweise, was ein Schwein oder ein Pferd sagen will, wenn es grunzt oder wiehert. Das zeigt eine Studie an der ETH Zürich. Elodie Briefer, die heute an der Universität Kopenhagen in Dänemark forscht, und ihr Team nahmen Laute von sechs Tierarten auf, die sich in unterschiedlichen Gefühlszuständen befanden: domestiziertes Pferd, wild lebendes Przewalski-Pferd, Schwein, Ziege, Rind und Wildschwein.

Kurze Sequenzen dieser Tierlaute spielten sie 1024 Freiwilligen vor. Die Befragten unterschieden in rund 54 Prozent der Fälle starke von schwachen Emotionen korrekt. Und in rund 55 Prozent der Fälle erkannten sie, ob eine Emotion positiv oder negativ war – nur knapp besser als ein Zufallsergebnis von fünfzig Prozent. «Diese Aufgabe war schwierig», sagt Elodie Briefer. «Die Sequenzen waren nur rund zwei Sekunden lang und sehr ähnlich.»

Um welche Tierart es sich handelt, spielte keine grosse Rolle für die Erkennungsraten der Intensität der Emotionen. Bei der Art der Emotion dagegen war dies entscheidend: Während 64 Prozent erkannten, ob das Wiehern eines Pferdes positiv oder negativ war, lag die Rate beim Przewalski-Pferd nur bei 33 Prozent. Laut Briefer zeigt dies, dass die Lautsprache von intensiven Emotionen, etwa Warnrufe, sich in der Evolution nicht stark verändert hat. «Negative und positive Emotionen dagegen sind artspezifischer.»

Befragte, die mit Tieren arbeiteten und sie besser kannten, schnitten in der Studie denn auch besser ab. Das Lernen der Tierlaute sei wohl relativ einfach, sagt Briefer. «Wenn ich mit Studierenden übe, springt die Erkennungsrate von fünfzig Prozent am Anfang einer Lektion auf siebzig Prozent am Ende der Lektion.» Mit entsprechendem Training könnten in Zukunft vielleicht auch Landwirtinnen und Haustierhalter lernen, ihre Tiere noch besser zu verstehen. *Simon Koechlin*

J. S. Greenall et al.: Age, empathy, familiarity, domestication and call features enhance human perception of animal emotion expressions. Royal Society Open Science (2022)

Grüne Überlebenskünstler

Kleefarne fühlen sich immer wohl, egal, ob sie sich unter Wasser befinden oder in einem ausgetrockneten Tümpel der Sonne ausgesetzt sind. **Welche Tricks sie auf Lager haben,** hat ein Team der Universität Zürich untersucht: Bei Trockenheit etwa **setzt ihre innere Uhr ein,** um die Bewegungen der Blätter und der darin enthaltenen Spaltöffnungen zu koordinieren und so Wasser zu sparen. Faszinierend für Studienleiter Michael Kessler: «Die Farne haben während der Evolution ähnliche Lösungen entwickelt **wie Blütenpflanzen,** aber auf einem völlig anderen Weg.» *yv*

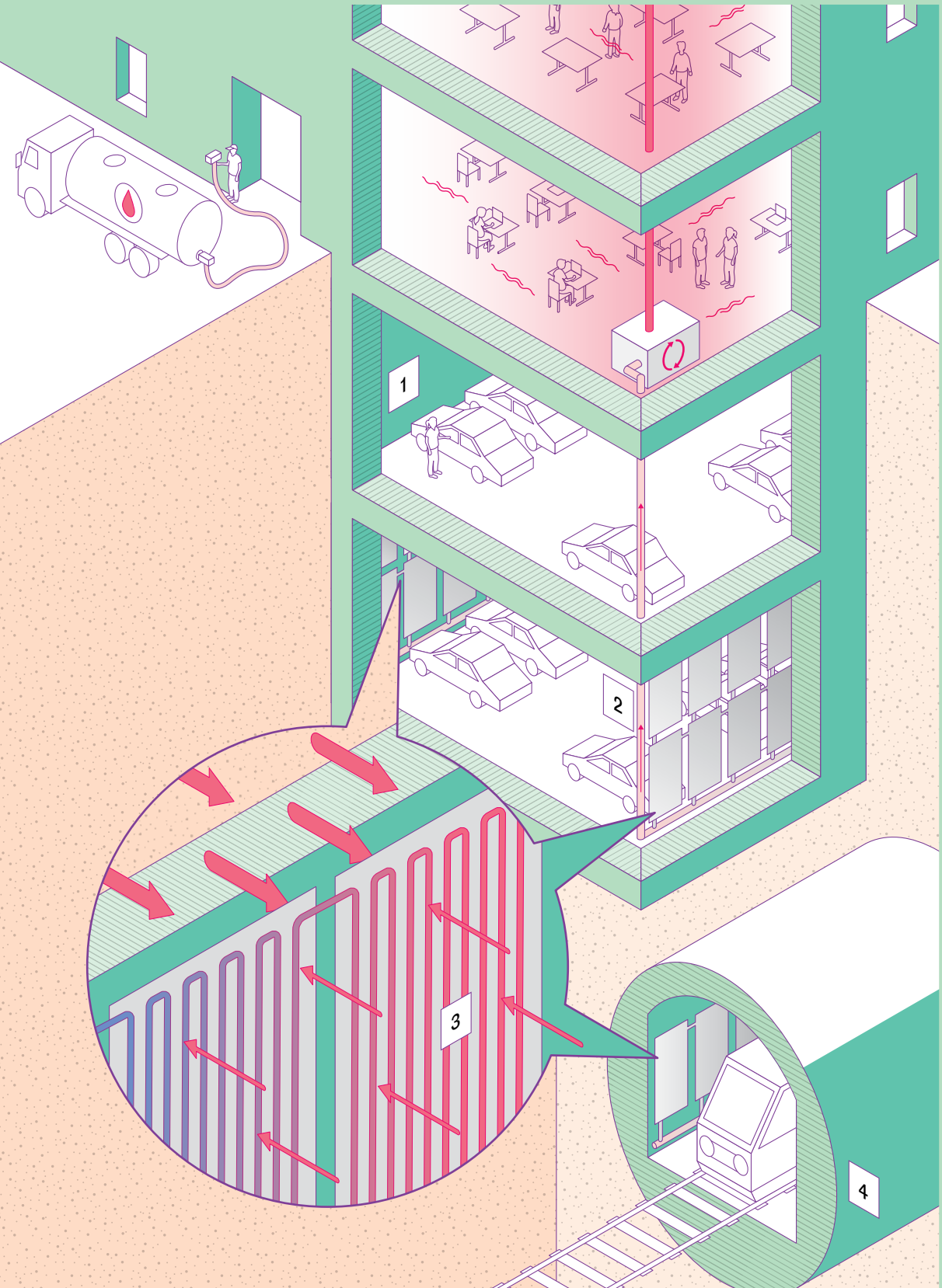
D. Aros-Mualin et al.: Exploring the Ecological Relevance and Variability of Circadian Regulation in Marsileaceae. American Fern Journal (2022)

Foto: Alamy Stock

Erneuerbare Energie aus der Tiefgarage

Ein Spin-off der EPFL hat Paneele entwickelt, welche die konstante Temperatur unterirdischer Räume nutzen und damit auf einfache Weise Gebäude heizen und kühlen können.

Text Elise Frioud Illustration Ikonaut



1 – Die Grundlage: Erdwärme in unterirdischen Räumen
In den Tiefgaragen herrscht eine konstante Temperatur. Die Nutzung dieser geothermischen Wärme würde fossile Energie sparen.

2 – Die Idee: bestehende unterirdische Räume aufpeppen
In den Strukturen von Neubauten werden häufig Wärmetauschrohre eingesetzt, um die oberflächennahe Erdwärme zu nutzen. Forschende von der EPFL wollten diese Technik auf bestehende unterirdische Räume anpassen und gründeten dafür das Spin-off Enerdrape.

3 – Die Technik: Paneele an den Mauern anbringen
Durch dünne Aluminiumplatten, die an den Wänden unterirdischer Räume angebracht sind, zirkuliert eine grösstenteils aus Wasser bestehende Flüssigkeit. Sie tauscht Wärme mit der Umgebung aus und wird in eine Wärmepumpe gespeist, die ein Gebäude heizen oder auch kühlen kann. Die Paneele erhalten rund 80 Prozent der Wärme von der Wand, an der sie befestigt sind, und etwa 20 Prozent aus der Umgebungsluft.

Um eine funktionierende Lösung auszuarbeiten, waren Versuche in einer Tiefgarage erforderlich. Die Paneele und die Flüssigkeit mussten so optimiert werden, dass sie möglichst viel Wärme von der Wand aufnehmen und dabei gleichzeitig der Flüssigkeit so wenig Widerstand wie möglich bieten. Ein ausreichend hoher Temperaturunterschied beim Ein- und Austritt musste erreicht werden. Das System sollte zudem mit bestehenden Heizanlagen kompatibel sein. Dazu wurden auch Simulationen der Wärmeströme in der Tiefgarage für eine Betriebszeit von 50 Jahren durchgeführt.

4 – Die Zukunft: Tunnel und U-Bahnen ausstatten
Die ersten Installationen in Parkhäusern von Kundschaft sind bereits geplant. Später könnten solche Paneele auch in Tunneln oder U-Bahn-Stationen eingesetzt werden – nach Anpassungen an die unterschiedlichen Luftströme in diesen Räumen.

Das ganze Sein spielt sich im Gehirn ab. Kein Wunder, versuchen Medizin, Psychologie und Lebensphilosophie, das Organ stetig zu optimieren. Und gehen bis an die Grenzen. Wir gehen mit.

Von eigenartigen Apparaturen
Die Fingerbewegungen der Probandin werden von einem Roboter direkt auf den Stift an ihrem Rücken und die VR-Brille übertragen. So kann das Team von Olaf Blanke, Neurowissenschaftler an der EPFL, Halluzinationen erzeugen und damit die Vorgänge im Gehirn studieren. Fotograf Matthieu Gafsou hat die seltsamen Apparaturen der Hirnfoschung in Szene gesetzt. Foto: Matthieu Gafsou

Therapie in den Tiefen des Kopfes

Eine ins Gehirn gesteckte Elektrode hilft schwer depressiven Menschen, denen sonst nichts mehr hilft. Wegen der unrühmlichen Vergangenheit der operativen Psychiatrie wird die Therapie aber nur zögerlich akzeptiert.

Text Santina Russo

Operationen in der Psychiatrie – das ist ein arg belastetes Thema. Schuld daran sind Ärzte, die bis in die 1970er-Jahre an psychisch kranken Menschen Lobotomien vornahmen. Manche stachen ihren Patientinnen und Patienten einen Eispickel durch die Augenhöhle und zerstörten so Hirngewebe, andere führten durch ein Bohrloch einen Draht in den Schädel ein, um Nervenbahnen im Frontallappen zu durchtrennen. Denn diese seien schuld an den Wahnvorstellungen der Operierten, glaubte etwa der portugiesische Arzt António Moniz. Er erhielt für seine Methode 1949 sogar den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin – obschon die behandelten Menschen meist einen Teil ihrer Persönlichkeit und ihrer Intelligenz verloren. Als immer klarer wurde, wie gefährlich die Lobotomie ist, verschwand die Begeisterung dafür genauso rasch, wie sie aufgekommen war. Dunkles Kapitel erledigt.

Oder nicht ganz. Denn die unrühmliche Vergangenheit ist mitverantwortlich dafür, dass der operativen Psychiatrie auch heute noch Skepsis entgegenweht. Dies, obschon die aktuell angewandte Methode, die sogenannte Tiefe Hirnstimulation, ganz anders funktioniert. Mittels Magnetresonanztomografie kontrolliert, wird dabei eine Elektrode ins Gehirn implantiert. Wie eine Stricknadel, die nur einen Millimeter dünn ist, sieht sie aus. Und sie erzeugt an ihrer Spitze ein elektrisches Feld, das fehlerhafte Funktionen im Gehirn korrigieren soll.

Denn inzwischen weiss man, dass bei schwer depressiven Menschen das Belohnungssystem im Gehirn beeinträchtigt ist. Dieses ist für Stimmung und Antrieb verantwortlich, indem es die Ausschüttung des Hormons Dopamin steuert. «Wir gehen davon aus, dass schwer depressive Menschen die hormonausgelösten Belohnungen wahrnehmen, aber nicht verarbeiten können», sagt Thomas Schläpfer, Leiter der Abteilung für Interventionelle Biologische Psychiatrie am Universitätsklinikum Freiburg (D). Während gesunde Menschen sich gut fühlen, wenn sie eine Aufgabe erledigt haben, etwas Feines essen oder ein Lob bekommen, passiert bei hochdepressiven Menschen – nichts.

Bei Parkinson etabliert

Schläpfer hat in Europa die meiste Erfahrung mit der Tiefen Hirnstimulation bei psychischen Erkrankungen. Mit seinem Team untersucht er die Vorgänge im Gehirn mit bildgebenden Verfahren und führt klinische Studien mit schwer depressiven Menschen durch. Er hat etwa herausgefunden, dass bei ihnen der wichtigste Signalweg im Belohnungssystem, das mediale Vorderhirnbündel, eine weniger fein ausgeprägte Struktur hat als bei Gesunden. Auch weiss man, dass eine etwa haselnussgrosse Region in der Mitte des Gehirns, der Nucleus accumbens, stark mit Motivation und Antrieb verknüpft ist. In diese Hirnregionen werden die Elektroden gesetzt, um die elektrische Aktivität zu modulieren.

Allerdings befindet sich die Entwicklung noch in den Anfängen. Erst einige hundert Betroffene weltweit wurden operiert – Menschen, die jahrelang krank waren und denen nichts geholfen hat, keine Psychotherapie, kein Medikament, auch keine Elektrokonvulsionstherapie, bei welcher sie unter Narkose Stromstösse durch das Gehirn erhalten. In der Schweiz behandeln Teams am Inselspital Bern und am Universitätsspital Zürich jährlich ein bis zwei Betroffene. «Wissenschaftlich ist die Methode noch schlecht dokumentiert», sagt Schläpfer. Es gibt wenige klinische Studien mit jeweils wenigen Teilnehmenden.

Dagegen ist dieselbe Methode seit rund zehn Jahren Standard, um bei Menschen mit Parkinson und anderen neurologischen Tremorerkrankungen das Zittern und die Muskelversteifungen zu behandeln. Weltweit kam die Tiefe Hirnstimulation schon Hunderttausenden solcher Patienten und Patientinnen zugute. In der Schweiz operiert das Neurochirurgie-Team des Inselspitals pro Jahr rund 60, jenes des Universitätsspitals Zürich rund 100 Betroffene. Dabei werden zwei Elektroden implantiert – nicht im Belohnungszentrum wie bei der Depression, sondern in einer Region der Basalganglien, die für die feinmotorische Abstimmung der Körperbewegungen zuständig sind. Ansonsten ist die Operationsmethode die gleiche.

Wach während der ganzen OP

Zunächst wird bei allen Patientinnen und Patienten die Zielregion mit einem hochaufgelösten Bild mit Magnetresonanztomografie identifiziert. Um die Elektroden dann präzis zu platzieren, verwenden die Chirurgen einen sogenannten stereotaktischen Rahmen, einen Halbkreis aus Metall, den sie mit Schrauben am Kopf der Operierten befestigen. Damit lassen sich Winkel und Einsetztiefe der Elektroden kontrollieren. Sie werden durch ein etwa zweifrankenstückgrosses Bohrloch im Schädel implantiert und verlaufen grösstenteils durch weisse Hirnsubstanz, die keine Nervenzellen enthält.

Je nachdem bleiben die Operierten während dieses Eingriffs wach. «Darauf werden die Leute gut vorbereitet sowie während des Eingriffs intensiv betreut», sagt Christian Baumann, leitender Arzt der Klinik für Neurologie des Universitätsspitals Zürich. Der Vorteil: Im Wachzustand sind die idividuell richtigen Stromeinstellungen leicht zu finden. «Das ist bei Menschen mit Parkinson unmittelbar sichtbar», erklärt Baumann. Stimmen die Impulse, reagiert der Körper nämlich sofort: Das Zittern wird schwächer oder verschwindet ganz, Muskeln entspannen sich. Im letzten Operationsschritt werden die Elektroden durch ein unter der Haut verlaufendes Kabel mit einem elektrischen Schrittmacher verbunden, der – nun unter Vollnarkose – meist unterhalb des Schlüsselbeins implantiert wird.

Übrigens: Rund 85 Prozent der am Universitätsspital Zürich behandelten Parkinsonpatientinnen erleben im Vergleich zu vor der Operation eine deutliche Besserung der Symptome. Auch den restlichen Behandelten hilft der Eingriff, allerdings weniger stark.

Bei Menschen mit Depressionen ist die sofortige Auswirkung der Tiefen Hirnstimulation während der Operation weniger klar zu erkennen. Zwar bemerken auch hier einige der Behandelten eine un-

mittelbare Veränderung. Sie beschreiben etwa, wie ihnen ein Gewicht von der Seele fällt. Allerdings sagen solche Empfindungen wenig über die Langzeitwirkung aus. «Auch jenen, die während des Eingriffs keinen solchen Moment erleben, geht es nach zwei Monaten mit Tiefer Hirnstimulation deutlich besser», sagt Sebastian Walther, Direktor der Klinik für psychiatrische Neurowissenschaft am Inselspital Bern. Seit zwei Jahren führt das Inselspital-Team darum die Eingriffe unter Vollnarkose durch. «Das ist für die Betroffenen angenehmer», sagt Walther. Eine Woche später stellen die Ärztinnen und Ärzte dann die richtigen Stromimpulse ein.

Vorurteile blockieren die Entwicklung

Auch bezüglich Besserung der Symptome nach der Operation ist es bei Depressionspatienten komplizierter: In einer laufenden klinischen Studie von Thomas Schläpfers Team haben zwar nur zwei von 50 operierten Menschen gar nicht auf die Tiefe Hirnstimulation angesprochen. Vielen geht es deutlich besser. «Sie sind nicht mehr suizidal, fühlen sich weniger unglücklich und haben mehr Antrieb», sagt Schläpfer. «Damit haben sie eine ganz andere Lebensqualität als vorher.» Die Betroffenen sind nach der Operation allerdings nicht geheilt, sondern benötigen meist weiter Psychotherapie und Medikamente. Aber wohlgemerkt: Ihnen hatte zuvor nichts geholfen. Das Team um Schläpfer wird die 50 Teilnehmenden nun mehrere Jahre begleiten, um Daten zur Langzeitwirkung zu sammeln.

Dass es bisher erst wenige Studien zu Tiefer Hirnstimulation mit psychisch kranken Menschen gibt, hat Gründe. So seien solche Studien äusserst aufwändig, erklärt Schläpfer. Allein die Eingriffe benötigen viel Zeit und Personal. Dazu kommt die Vorabklärung mit Bildgebung und Aufarbeitung der Krankengeschichte. Schliesslich ist auch die Betreuung der Studienteilnehmenden intensiv, gerade weil es ihnen nicht gut geht. «Die Studie mit den 50 Patientinnen und Patienten können wir in meinem zehnköpfigen Team gerade noch stemmen», sagt Schläpfer. Mehr läge nicht drin. Bisherige Studien haben meist weniger als 20 Teilnehmende.

Ein weiterer Grund für die noch tiefen Teilnehmendenzahlen liegt laut Schläpfer in Vorurteilen gegenüber der Methode. «Wir haben immer wieder Mühe, Leute zu finden, weil ihre Therapeutinnen und Therapeuten ihnen abraten.» Er habe schon häufig erlebt, dass diese zwar wenig über die Therapie wissen, sie aber dennoch für gefährlich halten. Dabei gehört der Eingriff laut Universitätsspital Zürich zu jenen mit der tiefsten Komplikationsrate in der Neurochirurgie. Und: «Die Patientinnen haben damit weniger Nebenwirkungen als mit Antidepressiva», sagt Schläpfer. Er wünscht sich darum, dass Therapeuten die Vorbehalte gegenüber Interventionen in der Psychiatrie überwinden.

Auch Daniela Hubl, Chefärztin bei den Universitären Psychiatrischen Diensten Bern, kennt das Stigma von psychiatrischen Behandlungen, die über Medikamente hinausgehen. «Schon nur, dass wir eine psychische Erkrankung direkt im Gehirn behandeln, ist für viele schwer zu verstehen – obwohl Psychopharmaka ja auch im Gehirn wirken», erklärt sie. Klar sei: Je invasiver eine Behandlung, desto umsichtiger solle man sie anwenden. Die Elektroden lassen sich bei der Tiefen Hirnstimulation zwar ausschalten, bleiben aber ein Leben lang implantiert. Darum ist die Methode nur für Menschen zugelassen, die mit anderen Therapien nicht aus ihren schweren Depressionen herauskommen.

Santina Russo ist freie Wissenschaftsjournalist in Zürich.

Das Hirn von aussen stimulieren

Es gibt auch nicht invasive Methoden der Hirnstimulation, die keine Operation benötigen. Wie etwa die **transkranielle Stromstimulation.** Hier werden über am Kopf angeklebte Elektroden schwache Ströme durch das Gehirn geschickt. Das schmerzt nicht, also brauchen Behandelte auch keine Narkose. Richtig angewendet, kann diese Methode bestehende Gehirnaktivitäten verstärken. **«Einen Effekt sieht man etwa beim Lernen»,** sagt Nicole Wenderoth, Neurowissenschaftlerin an der ETH Zürich. Versuche zeigten, dass Testpersonen sich nach einer Stimulation Dinge besser merken konnten. Allerdings: «Die Effekte sind generell klein», sagt Wenderoth. Bei psychischen Krankheiten liessen sich erste beobachtete Wirkungen nicht bestätigen.

Vielversprechender ist die **transkranielle Magnetstimulation**. Hier erzeugt eine Spule, die über dem Kopf platziert wird, ein Magnetfeld durch den Schädelknochen hindurch. Dieses regt Nervenzellen an, die ihrerseits elektrische Impulse erzeugen. **«Auf diese Weise lassen sich Gehirnbereiche recht gezielt ansteuern»,** sagt Daniela Hubl. Sie hat untersucht, welche Hirngebiete an Symptomen von Schizophrenie beteiligt sind, etwa dem Hören von Stimmen. Inzwischen kennt man bei Depression, Schizophrenie, Zwangs- und Angststörungen sowie Suchterkrankungen Hirnregionen, die man mit der Methode modulieren kann.

Transkranielle Magnetstimulation erzielt bei manchen Symptomen **messbare Verbesserungen** und wurde bereits weltweit in die Behandlungsempfehlungen bei Depressionen aufgenommen. «Eine leichte oder mittelschwere Depression lässt sich so gut behandeln», sagt Hubl. **Doch für eine schwere Depression sei die Methode zu schwach.** Wie an der Tiefen Hirnstimulation wird auch an der transkraniellen Magnetstimulation intensiv geforscht – etwa in Kombination mit anderen Therapiemethoden. So hält Hubl es für vorstellbar, dass die transkranielle Stimulation die Wirkung bestimmter Medikamente oder Psychotherapien verstärkt. «Weil sich psychische Erkrankungen von Mensch zu Mensch so unterschiedlich auswirken, benötigen wir ein ganzes Arsenal von Methoden, um allen helfen zu können.»

«Bei zehn Milliampere habe ich gelächelt»

Vor sechs Jahren hat sich Claudia Meier* wegen Depressionen eine Tiefe Hirnstimulation machen lassen. Wie es dazu kam und wie es ihr heute geht.

Text Judith Hochstrasser Foto Ulrike Meutzner

Die 52-jährige Claudia Meier* gehört zu den ersten Patientinnen in der Schweiz mit Tiefer Hirnstimulation wegen Depressionen. Ihre Hündin hilft ihr dabei, zurück ins Leben zu finden.

«Die Tiefe Hirnstimulation ist nur dann ein gewagter Schritt, wenn man nicht anschaut, was vorher war. Ich habe Depressionen, seit ich sechs Jahre alt bin, als Dreizehnjährige wurde ich wegen Magersucht hospitalisiert, als Erwachsene kam eine Alkoholerkrankung dazu. Ich war innerhalb von zehn Jahren in einem Dutzend Spitäler. Ich hatte zig Psychotherapien, ich habe getöpfert, ich habe sogar gestrickt, obwohl ich es hasse. Ich erhielt immer wieder neue Medikamente, die nicht anschlugen. Irgendwann war alles ausgereizt, und ich ging in eine Klinik, wo ich insgesamt 63 Elektroschocks bekam. Normal sind 15. Was sollte ich sonst tun? Ich war austherapiert, immer noch chronisch depressiv und, noch schlimmer, chronisch suizidal – inklusive vier Selbstmordversuche.

Ich habe schliesslich mit dem Mut der völlig Desillusionierten im Internet recherchiert und bin auf die Tiefe Hirnstimulation gestossen. Ich weiss noch, wie der Neurologe beim ersten Treffen sagte, dass dafür eine schwere Erkrankung vorliegen müsse. Es sei aber schwierig, auch wegen der Krankenkasse. 250 000 Franken kostet so etwas ungefähr.

Meine grösste Angst vor der Operation war, dass jemand von den drei beteiligten Professoren doch noch abspringt. Zuerst bekam ich diesen stereotaktischen Rahmen um den Kopf. Den braucht es für die präzise Durchführung des Eingriffs. Er ist wirklich sehr schwer. Nach der siebenstündigen Operation bei vollem Bewusstsein sagte ich: ‹Mir ist alles egal, aber nehmt diesen Rahmen weg.› Im Gehirn selbst spürt man ja nichts. Aber es ist schon speziell, wenn sie einem da reinbohren. Man hört das eins zu eins. Etwa nach der Hälfte des Eingriffes wollten sie schauen, was passiert, wenn Strom durch die Kabel gelassen wird. Die sind rauf und rauf und rauf. Und plötzlich, bei zehn Milliampere, habe ich gelächelt. Ich kann Ihnen nicht sagen, was das für ein Gefühl war! Nach so vielen Jahren, ein echtes Lächeln aus mir selbst heraus! Alle waren begeistert. Es war ein Hochgefühl im Operationssaal.

Nachher ging eine komische Zeit los. Geht es mir gut oder geht es mir schlecht? Und es kam zu einem Zwischenfall: Meine Neurologin war einige Zeit weg, und ich musste die Einstellungen bei ihrem Chef überprüfen lassen. Zwei Tage danach hatte ich einen massiven Einbruch. Es gebe halt Schwankungen, sagte er. Als meine Neurologin zurückkam, merkte sie, dass die Stimulation falsch eingestellt war.

Leider ging es mir nicht innerhalb weniger Tage wieder gut. Ich war verzweifelt und ging zu Exit. Als es um den Termin ging, hat sich bei mir etwas gewandelt. Ich konnte die Vorstellung nicht ertragen, hundertmal bewusst von Leuten Abschied zu nehmen. Von da an habe ich angefangen, kleine Schritte zu machen. Ich nahm mir eine eigene Wohnung, begann erneut mit Noradrenalin. Dieses Mal schlug es an. Nun hatte ich das Gefühl: ‹Ich brauche wieder einen Hund.› Mit meiner Dackeldame hat sich sehr viel verändert. Ich würde nie sagen, dass es mir nur wegen der Tiefen Hirnstimulation besser geht. Vielleicht ebnet sie aber den Weg dafür, dass andere Sachen greifen können.

Das Aufladen der Batterie für die Stimulation, die vorne unterhalb meiner Schulter implantiert ist, dauert jeweils etwa 45 Minuten, das erledige ich am Morgen. Einmal hatte ich eine Diskushernie und musste in die Röhre. Dafür musste die Stimulation ausgeschaltet werden. Schon nach wenigen Sekunden war ich in einem ganz komischen Zustand. Das Gegenteil von geerdet. Ich weiss nicht, wo ich das Gefühl hintun soll. Die Tiefe Hirnstimulation ist eine Installation für den Rest meines Lebens. Ich frage mich schon manchmal, ob es im Inselspital immer Leute haben wird, die mir damit helfen können.

Es gibt eine lustige Nebenwirkung bei mir. Wenn ich in Situationen gerate, die sehr emotional sind, schiessen mir gleich Tränen in die Augen, etwa kürzlich, als ich ein Kind in einem Rollstuhl beobachtete, dem ein Erwachsener über den Kopf streichelte. Das hatte ich früher nicht! Wie wenn ich hochschwanger wäre! Aber ich finde das schön. Überhaupt etwas zu spüren ist schön.»

* Name geändert und der Redaktion bekannt.

Judith Hochstrasser ist Co-Redaktionsleiterin von Horizonte.

Diese Apparatur sorgt für Rundumfotografie und realitätsnahe Tonaufnahmen: Das Team von Neurowissenschaftler Olaf Blanke studiert damit, wie wir in virtueller Realität navigieren. Foto: Matthieu Gafsou

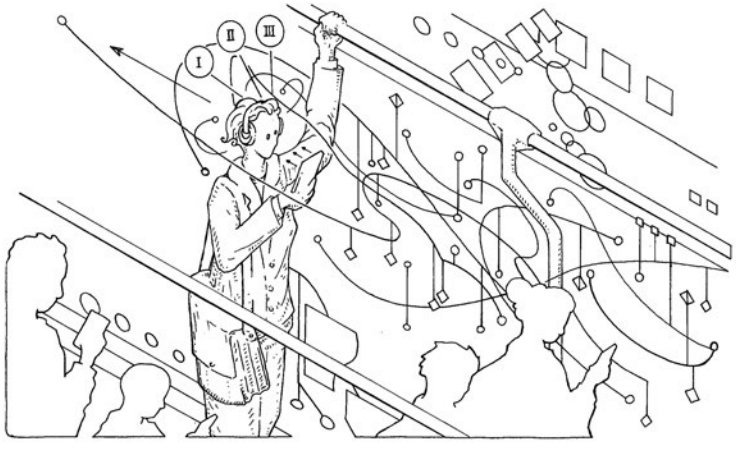
Doping für die grauen Zellen

Man vergisst Namen, kann sich bei der Prüfung nicht konzentrieren oder denkt langsamer als alle anderen. Es gibt Tipps und Tricks, um die Leistung seines Gehirns zu verbessern. Wir prüfen, ob diese ihre Versprechen halten.

Text Yvonne Vahlensieck Illustrationen Peter Bräm

Gehirnjogging – Spielen muss anstrengend sein

Sudoku, Kreuzworträtsel, Memory, Puzzles – die kleinen Apps sollen nicht nur unterhaltsam sein, sondern generell die Denkfähigkeit verbessern. Das verspricht zumindest die Werbung. Stimmt aber leider nicht: Die Mini-Games üben immer nur eine ganz spezifische Fähigkeit ein, die sich nicht auf andere Aufgaben übertragen lässt. «Wer den grossen Zeh trainiert, bekommt deswegen auch keine Muskeln im Arm», sagt Daphné Bavelier, Professorin für Neurowissenschaften an der Universität Genf.



Das Problem: Die bei diesen Spielchen erlernten mentalen Techniken werden mit der Zeit automatisiert und erfordern nur noch wenig Leistung von Hirnregionen, die für das Lösen komplexer Probleme zuständig sind. «Für einen erfolgreichen Transfer braucht es eine Aktivität, die für den präfrontalen Kortex herausfordernd ist – und vor allem auch herausfordernd bleibt», so Bavelier.

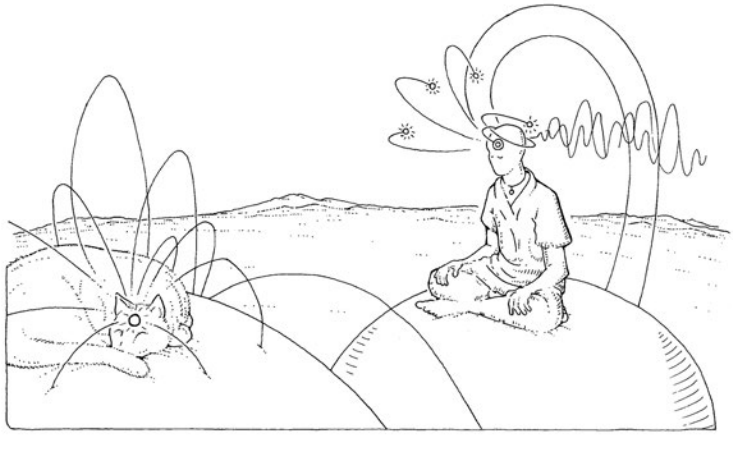
Für einige Videogames – etwa den Ego-Shooter «Call of Duty» – ist das der Fall. Sie helfen, das Gehirn in den gewünschten Zustand zu versetzen. Diese Spiele fordern einen flexiblen Wechsel zwischen verschiedenen Zuständen der Aufmerksamkeit: verteilt, wenn man sich durch die Spielelandschaft bewegt; konzentriert, wenn man Feinde ins Visier nimmt. Dies trainiert die Kontrolle über die Aufmerksamkeit – eine ideale Voraussetzung dafür, neue Dinge schnell zu erlernen. Der Effekt kann monatelang anhalten, vor allem bei regelmässigen Booster-Spielesitzungen. Das ist eine gute Nachricht für passionierte Gamer – wenngleich, laut Bavelier, kurze Übungssitzungen verteilt über mehrere Wochen am besten funktionieren. Spiele-Marathons sind also nicht nötig.

Um aus den Mini-Games trotzdem das Beste rauszuholen, hat die Neurowissenschaftlerin einen Tipp: «Am besten Spielchen aussuchen, in denen man richtig schlecht ist und die man als anstrengend empfindet.» Möglicherweise halte dies das Gehirn dann so auf Trab, dass es sich positiv auf die allgemeinen kognitiven Fähigkeiten auswirkt. Ob das Spielen dann noch motivierend ist, ist eine andere Frage.

Achtsamkeitstraining – Fokussierung macht's aus

«Achtsamkeitstraining ist eine spezielle Form der Meditation», sagt die Psychologin Patricia Cernadas Curotto von der Universität Genf. «Die Teilnehmenden lernen dabei, ihre Aufmerksamkeit bewusst auf den gegenwärtigen Moment zu richten, ohne ihre Wahrnehmungen zu bewerten.» Dies geschieht etwa durch Konzentration auf die eigene Atmung oder Sinneseindrücke. Aus eigener Erfahrung weiss sie: Einmal erlernt, kann die Technik jederzeit im Alltag abgerufen werden.

Es gibt fast nichts, bei dem Achtsamkeit nicht helfen soll: von generellem Wohlbefinden und Stressresilienz bis hin zu einer Verbesserung des Arbeitsgedächtnisses und der Fähigkeit, komplexe Probleme zu lösen. Immer mehr Studien bestätigen, dass dies nicht nur hohle Versprechen der Kursanbieter sind. Es zeigt sich auch, dass die Übungen die Verbindungen in gewissen Hirnarealen verstärken.

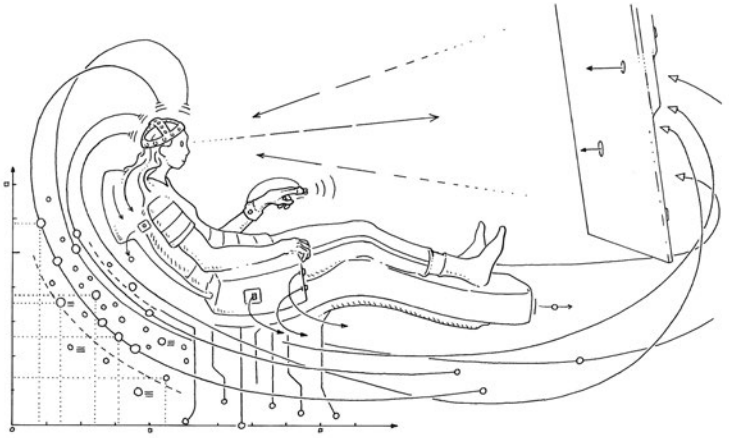


Dabei steht auch nicht die Entspannung im Vordergrund. «Es geht nicht darum, sich auszuruhen, sondern sich aktiv zu fokussieren», sagt Nathalie Mella, ebenfalls Psychologin an der Uni Genf. Sie untersucht gerade, ob Achtsamkeitstraining für Kinder in der Schule etwas bringt.

Neurofeedback – vorerst nur als Therapie sinnvoll

Können Sie auf Befehl Ihre Sehrinde aktivieren? Oder mehr Sauerstoff in Hirnareale schicken, die für das Gedächtnis zuständig sind? Klingt unmöglich, ist es aber nicht. Mithilfe von Neurofeedback lernen das die meisten Menschen in wenigen Stunden. Während des Trainings werden Hirnströme oder die Durchblutung mit Elektroenzephalografie oder funktioneller Magnetresonanztomografie gemessen. Die Versuchsperson bekommt dann in Echtzeit eine Rückmeldung, wie aktiv die gewünschte Hirnregion ist – zum Beispiel durch einen wachsenden grünen Balken auf einem Bildschirm.

Obwohl hauptsächlich für die Therapie von Krankheiten wie Depressionen untersucht, funktioniert die Methode beispielsweise auch für die Verbesserung des Arbeitsgedächtnisses oder der visuellen Wahrnehmung. Dennoch: «Man sollte die Kirche im Dorf lassen, die Datenlage ist noch recht dünn», sagt der Kognitionswissenschaftler Frank



Scharnowski von der Universität Wien, der an mehreren Schweizer Forschungsprojekten auf diesem Gebiet beteiligt ist. Unsicher ist beispielsweise, ob und wie lange die Fähigkeiten ohne ständiges Training erhalten bleiben. Und die aufwendige Technologie ergibt ausserhalb der Medizin wenig Sinn.

Dennoch sind schon einige Techfirmen auf den Zug aufgesprungen. Sie bieten Kopfaufsätze an, die auf vereinfachte Weise Hirnwellen oder Durchblutung messen – und über gekoppelte Apps ein Feedback geben. Ein Hersteller prognostiziert durch sein Produkt gar «eine Revolution der Hirngesundheit». Scharnowski schliesst positive Effekte nicht pauschal aus. «Aber wenn wir im Labor mit ausgefeilten Methoden noch nicht mit Sicherheit sagen können, ob es lang anhaltende Effekte gibt, wieso soll das dann mit einem kommerziellen Gerät gelingen? Ich persönlich bin zuversichtlich, dass diese Technologie irgendwann den Durchbruch schafft, aber momentan würde ich dafür mein Geld noch nicht ausgeben.»

Gedächtnisdrogen – Pillen harmloser als ihr Ruf

Schönheitsoperationen sind heutzutage gang und gäbe. Warum also nicht auch das Gehirn aufpeppen mit verschreibungspflichtigen Pillen? Das ist für viele ethisch fragwürdig. Denn dies bringe diejenigen, die ehrlicherweise darauf verzichten, vielleicht ins Hintertreffen. Vor allem junge Erwachsene greifen zu pharmakologischen Substanzen, um ihre Leistungen in Schule, Studium oder Job zu verbessern. Laut einer Umfrage aus dem Jahr 2013 haben in der Schweiz zu diesem Zweck schon rund vier Prozent der Studierenden mindestens einmal den Wirkstoff Methylphenidat ausprobiert, eine Amphetamin-ähnliche Substanz, welche im ADHS-Medikament Ritalin steckt. Oder Modafinil, das zur Behandlung von Narkolepsie entwickelt wurde. Beide Wirkstoffe beeinflussen vor allem den Haushalt der Botenstoffe Dopamin und Noradrenalin im Gehirn und wirken stimulierend.

Die Frage ist nur, ob sich das Hirndoping überhaupt lohnt. «Die Wirksamkeit dieser Medikamente ist vergleichbar mit einer Tasse Espresso», sagt Matthias Liechti, stellvertretender Chefarzt für klinische Pharmakologie am Universitätsspital Basel. «Wer gut ausgeschlafen ist, kann seine Leistungen mit einem Stimulans kaum verbessern.» Der Wettbewerbsvorteil wäre minim. Diese Einschätzung teilt Annette Brühl, Chefärztin des Zentrums für Affektive, Stress- und Schlafstörungen an den Universitären Psychiatrischen Kliniken Basel: «Wie Studien zeigen, helfen diese Mittel eigentlich nur beim Kompensieren von Defiziten durch Schlafmangel, zum Beispiel, wenn man die Nacht durchlernen möchte. Ein positiver Effekt auf andere kognitive Funktionen, etwa das Gedächtnis, ist nicht nachgewiesen.»

Gemäss Liechti sind Koffein, Methylphenidat und Modafinil als Stimulanzien alle eigentlich recht gut verträglich und sicher. «Koffein ist einfach gesellschaftlich etabliert, und wir haben viel Erfahrung damit.» Die anderen Substanzen hingegen seien Medikamente – wer sie nicht verschrieben bekommt, muss sie sich unter der Hand besorgen. Aller-

dings gibt es immer wieder Forderungen, die Rezeptpflicht aufzuheben. Dafür spricht, dass sowohl Ritalin als auch Modafinil kaum bekannte Nebenwirkungen haben. «Wir haben gute Daten von Erwachsenen, die wegen ADHS schon jahrzehntelang Ritalin nehmen, und ausser einer möglichen Erhöhung des Blutdrucks wurde bis jetzt nichts festgestellt», sagt Brühl. Allerdings hat Methylphenidat ein gewisses Abhängigkeitspotenzial. «Wenn die Tabletten geschnupft werden, wirken sie wie Kokain», so Liechti.

Auch aus ethischer Sicht müsse man sich die Konsequenzen einer Freigabe laut Brühl gut überlegen. Nicht, weil sich manche damit einen unlauteren Vorteil verschaffen – das gehe damit wahrscheinlich sowieso nicht. Aber beispielsweise wegen einer möglichen Aufweichung des Arbeitsschutzes: So könnten etwa Spediteurinnen ihre Fahrer dann dazu drängen, bei Müdigkeit einfach Pillen einzuwerfen, statt Pausen einzulegen.

Hirnstimulation – Noch nicht für den Selbstversuch

Man nehme eine 9-Volt-Batterie, Drähte, ein paar Elektronikbauteile, zwei mit Salzwasser befeuchtete Küchenschwämme: Fertig ist der Brain-Hack. Über die am Kopf befestigten Schwämme lässt sich damit ein schwacher Strom durch das Gehirn leiten. Zwei Milliampere – weniger, als ein LED-Lämpchen benötigt – etwa eine halbe Stunde pro

Tag machen laut Erfahrungsberichten schlauer, leistungsfähiger und glücklicher. Für ein paar hundert Dollar gibt es solche Gadgets auch zu kaufen.

Keine gute Idee seien solche Do-it-yourself-Hirnstimulationen, findet die Neuropsychologin Anna-Katharine Brem, die an der Universität Bern und am King's College London auf diesem Gebiet forscht. Nicht, weil die Methode grundsätzlich nicht funktioniere, sondern weil sie nicht für den Freizeitgebrauch ausgereift sei – zumindest noch nicht. Eine Stimulation mit Strom habe durchaus eine Wirkung auf das Gehirn, davon ist Brem aufgrund der wissenschaftlichen Beweislage überzeugt. Auch wenn noch nicht alle Faktoren bekannt sind, so kennt man den grundlegenden Mechanismus: Der Strom fliesst durch die Nervenzellen und regt diese leicht an, sodass sie bei einem Reiz eher feuern. «Man kann sich vorstellen, dass die Nervenverbindungen dadurch nach und nach von einem Trampelpfad zu einer Autobahn ausgebaut werden», so Brem.

Tatsächlich gibt es viele Studien, die über positive Effekte der sogenannten transkraniellen Gleichstromstimulation auf Arbeitsgedächtnis, Konzentration und andere kognitive Funktionen berichten. Im Labor verwenden die Forschenden nebst Strom auch kurze Pulse von Magnetfeldern, die ebenfalls einen Stromfluss im Gehirn erzeugen. Mit einer Magnetresonanztomografie können sie dabei prüfen, ob sie die gewünschte Region treffen.

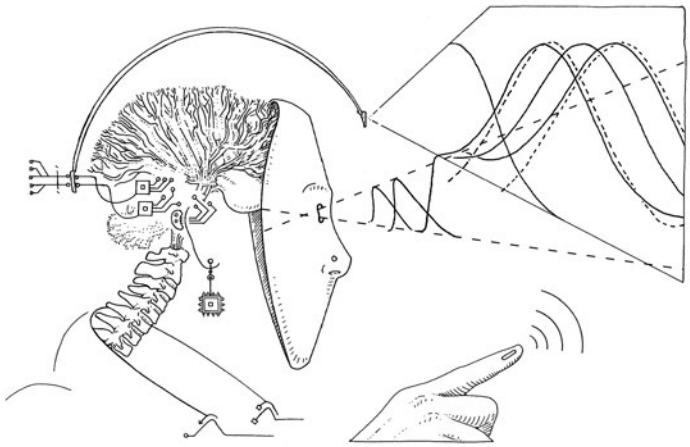
Bei den Geräten für den Hausgebrauch konnte der Effekt jedoch noch nicht belegt werden – die Erfolgsgeschichten sind anekdotisch und ein gewisser Placebo-Effekt ist nicht auszuschliessen. Brem warnt davor, dass eine Stimulation ungewollt auch negative Effekte auslösen kann: «Man darf nicht vergessen, dass das Gehirn nicht aus einzelnen isolierten Teilen besteht. Wenn man eine Hirnregion stimuliert, beeinflusst man gleichzeitig auch das ganze damit verbundene Nervennetzwerk.» Nicht zu unterschätzen sei zudem die grösste Gefahr bei selbstgebastelten Apparaten: Trocknen die Schwamm-Elektroden aus, kann es schmerzhafte Verbrennungen auf der Kopfhaut geben.

Implantate – Die Cyborgs sind da

Vor einigen Jahren wurde Schwein Gertrude auf einen Schlag berühmt. Ein Operationsroboter hatte in ihrem Gehirn mehr als tausend hauchdünne Elektroden platziert. Mit einer Live-Vorführung des quietschlebendigen Tiers wollte Elon Musk beweisen, wie einfach und sicher die Implantation des Computerchips seiner Firma Neuralink ist. Die eingepflanzten Elektroden können sowohl Informationen über die Hirnaktivität auslesen als auch Nervenzellen stimulieren. Die Vision: Der Mensch ist dadurch drahtlos und dauerhaft mit einem Computer vernetzt – und kann diesen allein durch die Kraft seiner Gedanken steuern. In einer neueren Vorführung von Neuralink spielt ein Schimpanse mit Hirnimplantat berührungslos das einfache Videospiel Pong.

Für die einen ist dies der nächste Schritt in eine wirklich schöne, neue Welt: Laut Musk sind wir durch unsere Abhängigkeit vom Smartphone sowieso alle schon De-facto-Cyborgs – ein Hirnchip würde diese Beziehung nur noch inniger machen. Andere sehen eine vorschnelle massenhafte Anwendung mit hohen Risiken verbunden. Der Neurobiologe Tobias Ruff von der ETH Zürich hat grosse Bedenken bei Systemen, wo das Implantat autonom entscheidet, wie es das Gehirn stimuliert. «Wenn man die Impulse, die man von aussen bekommt, nicht wahrnimmt, öffnet das die Tür für eine unbewusste Manipulation.»

Für die nahe Zukunft macht sich Ruff keine Sorgen. «Das ist bis jetzt technisch und wissenschaftlich nichts Neues.» Die exakte Platzierung von Elektroden bringt seiner Ansicht nach nicht viel – eine Stimulation aktiviert trotzdem unspezifisch Tausende Nervenzellen rundherum. «Ausserdem wissen wir noch gar nicht genau, wie das Gehirn Informationen kodiert und wo es sie ablegt.» Eine komplette Verschmelzung



von Mensch und Technik sei noch Fantasie. Für machbar hält Ruff Projekte, die an der Peripherie des Gehirns ansetzen: an den Sinnesorganen. Dort können Stimulationen bewusst wahrgenommen werden. Dank Cochlea-Implantaten im Innenohr nehmen gehörlose Menschen schon jetzt Töne wahr. Der komplett farbenblinde Brite Neil Harbisson überträgt mit einer im Schädel eingepflanzten Antenne visuelle Informationen über Vibrationen an sein Gehirn. Damit kann er Farben spüren, auch im infraroten und ultravioletten Bereich, der für Normalsterbliche unsichtbar ist. Er will nun weitere neue Sinne schaffen – etwa zur Wahrnehmung von Magnetfeldern oder der Erdrotation.

Yvonne Vahlensieck ist freie Wissenschaftsjournalistin in Ettingen (BL).

Zwei Männer im Rollstuhl trainieren für den Cybathlon: ein Wettkampf von Teams, die Technologie für Menschen mit einer körperlichen Behinderung entwickeln. Die Fahrer können einen Avatar steuern mittels Hauben voller Elektroden. Diese Brain-Computer-Interfaces wurden von José del R. Milláns Team an der EPFL entwickelt. Foto: Matthieu Gafsou

Er pendelt zwischen Labor und Klinik

Grégoire Courtine ist seit 2019 Professor an der EPFL und forscht zu neuen Therapien bei Störungen des zentralen Nervensystems, insbesondere bei **Rückenmarkverletzungen.** Gemeinsam mit der **Neurochirurgin Jocelyne Bloch** leitet der Franzose das Zentrum Neurorestore, das von Logitech-Gründer Daniel Borel finanziert wurde. Über 50 Mitarbeitende entwickeln dort **neue chirurgische und neurologische Ansätze.** Involviert sind die EPFL, das CHUV und die Universität Lausanne. Courtine erklärt: «Bei Neurorestore arbeiten wir extrem translational – wir gehen von der Grundlagenforschung in die Klinik und mit Fragen aus der Klinik wieder zurück ins Labor.» Aktuell arbeite sein Team an **sechs klinischen Studien parallel,** auch für neue Therapieansätze nach Schlaganfällen und bei Parkinson.

Pionier der Neurorehabilitation

Grégoire Courtine hat ein Implantat entwickelt, mit dem er bei Rückenmarkverletzungen die Beinmuskulatur stimulieren kann. Dabei lässt sich der unternehmerische Neurowissenschaftler nicht von seinem Weg abbringen.

Text Samuel Schläfli Foto Sébastien Agnetti

Grégoire Courtine tritt nonchalant und selbstbewusst auf. Das halblange Haar mit silbergrauen Strähnen und der Dreitagebart verleihen ihm die Aura des Abenteurers. In seinem Büro am Campus Biotech in Genf ertönt leise Housemusik mit Jazz. Courtine ist im Stress und bittet um Geduld: «Ich stecke in den letzten Zügen zweier grosser Forschungsanträge. Die Deadline ist heute Nachmittag.»

Wenige Minuten später beginnt er zu erzählen: Als Kind habe er mit seinem Vater nächtelang durch ein Teleskop in die Sterne geguckt. Diese Erfahrung trug zu seiner Entscheidung bei, Astrophysiker zu werden. Während des Studiums in Mathematik und Physik habe er sich dann gelegentlich mit einem Neurowissenschaftler zum Klettern getroffen. Dieser habe ihm von den komplexen Interaktionen zwischen Gehirn und Bewegungsapparat erzählt – davon, was sich beim Festhalten mit Fingern und Zehen an der Felswand in unserem Kopf abspielt. «Ich entwickelte eine unglaubliche Faszination für neurologische Vorgänge», erinnert er sich. So kombinierte er in seiner Doktorarbeit die alte Leidenschaft mit der neuen: Er erforschte die neurologische Basis für das Wiedererlangen des Gehvermögens von Astronauten nach einer Weltraummission.

Als er deren Ergebnisse 2003 auf einer Konferenz in Stockholm vorstellte, sass im Publikum auch Reggie Edgerton, Professor für Neurobiologie an der University of California Los Angeles – ein Pionier der Entwicklung von Therapien bei Rückenmarkverletzungen. Courtine hatte viele seiner Studien gelesen und sprach ihn an: «Reggie sagte damals nur: ‹Young french man, ich habe zwar keinen blassen Schimmer, was du sagst, aber ich mag deine Forschung!›» Drei Monate später flog Courtine nach Los Angeles, um als Postdoc in Edgertons Labor zu arbeiten. Dort sei er erstmals direkt mit Para- und Tetraplegikern in Kontakt gekommen. «Die Begegnung mit Menschen, die sich nicht mehr bewegen konnten, hinterliess bei mir einen starken Eindruck.»

Mann mit Lähmung kann wieder gehen

Nach drei Jahren kehrte Courtine 2008 in die Schweiz zurück und baute als Assistenzprofessor an der Universität Zürich seine eigene Gruppe auf. Bald folgten mehrere Erfolge: Zum ersten Mal gelang dem Team eine Rehabilitation bei Ratten mit einer Rückenmarkverletzung. Nach monatelangem Training konnten sich die Tiere, unterstützt durch ein Förderband und später einen Roboter, der einen Teil des Körpergewichts trägt, wieder bewegen. Noch bevor die dazugehörigen Publikationen veröffentlicht wurden, holte der damalige EPFL-Direktor Patrick Aebischer, selbst ein Mediziner und Neurowissenschaftler, Courtine nach Lausanne und brachte ihn mit Neurochirurgin Jocelyne Bloch vom Universitätsspital Lausanne (CHUV) in Kontakt. «Das war von Beginn an ein perfect match!», schwärmt Courtine. «Wir arbeiten sehr komplementär, ergänzen uns ideal und stehen nicht in Konkurrenz.»

Die Kooperation mit Bloch eröffnete dem Neurowissenschaftler neue Wege: Bis zu diesem Zeitpunkt hatte er seine Technologie nur im Modell mit Zebrafischen, Mäusen, Ratten und Makaken erforscht. Nun konnte er den Sprung zum Menschen wagen. Im Oktober 2016 implantierte Bloch am CHUV erstmals einem Patienten das von Courtines Gruppe entwickelte System. Im Unterleib ein Schrittmacher und bei den Lendenwirbeln, etwas unterhalb der beschädigten Stelle des Rückenmarks, ein Band mit 16 Elektroden. Dort gibt es eine Art zweites Kontrollzentrum für die Steuerung der Beine, das weitgehend unabhängig vom Gehirn funktioniert. Nach einer Verletzung ist dieses Zentrum traumatisiert und inaktiv, kann jedoch mithilfe von elektrischen Impulsen wieder aktiviert werden. Zur Studie publizierten Courtine und Bloch ein Video: David Mzee, der seit einem Sportunfall 2011 an einer partiellen Rückenmarkverletzung leidet und seither nicht mehr gehen konnte, erhebt sich aus seinem Rollstuhl und beginnt mit einer Gehhilfe zu laufen. Die Bilder des Durchbruchs gingen um die Welt.

«Wir erhalten für die Teilnahme an unseren klinischen Studien zwischen 20 und 30 Anfragen pro Tag.»

Weltweit sind jährlich zwischen 250 000 und 500 000 Menschen neu von einer Querschnittlähmung betroffen; für die Schweiz wurde die Anzahl querschnittgelähmter Erwachsener in einer Studie der Schweizer Paraplegie-Forschung von 2012 auf 6000 geschätzt. Die Hoffnung der Betroffenen, durch eine Operation, Implantate und hartes Training wieder eine gewisse Mobilität zurückzugewinnen, ist gross. «Wir erhalten für die Teilnahme an unseren klinischen Studien zwischen 20 und 30 Anfragen pro Tag», sagt Courtine. «Und wir haben mittlerweile Tausende Menschen auf unserer Warteliste.» Der Forscher will die Technologie deshalb so schnell wie möglich auf den Markt bringen. Dafür gründete er 2014 das Start-up Onward, das über 300 Patente besitzt, die in Courtines Labor entwickelt wurden. Heute betreibt es Büros in Lausanne und Boston mit 80 Mitarbeitenden. Die Börsenkapitalisierung betrug beinahe 500 Millionen Euro. Bis heute ist der Professor Miteigner und Berater von Onward. Interessenkonflikte sieht er dabei keine. «In der Forschung erarbeiten wir das Grundlagenwissen, und das Unternehmen kann die Innovation schnellstmöglich auf den Markt bringen – wieso also nicht eng zusammenarbeiten?»

Strenge Regulierung als Hindernis

Für die Weiterentwicklung des Systems bleibt das Tiermodell zentral. 2018 berichtete «24 heures», dass Bloch mehrmals im Jahr nach Peking fliege, um dort Makaken durch Gehirnimplantate wieder zum Laufen zu bringen. Solche Versuche werden von Tierschutzorganisationen, wie dem Genfer Verein LSCV, stark kritisiert. Courtine erklärt: «Im Rahmen einer Forschungskooperation arbeiteten wir eng mit chinesischen Partnern zusammen – deshalb haben wir auch in China operiert.» Er sei überzeugt, dass dieselben Versuche auch an der Universität Freiburg möglich wären, wo die Experimente seiner Gruppe mit Makaken hauptsächlich stattfinden. Er räumt jedoch ein, dass diese in der Schweiz aufgrund des Tierschutzes deutlich aufwendiger sind als in China. In den strengen Regulierungen der Schweiz sieht Courtine vor allem ein Hindernis für biomedizinische Innovationen. Sein Team unternehme heute schon viel, um die Anzahl benötigter Tiere für Experimente kontinuierlich zu reduzieren.

Hat der umtriebige Pionier auch noch Zeit für anderes als Forschung? «Durchaus!», versichert Courtine. Er spiele Piano, treibe viel Sport, koche oft und verbringe Zeit mit seiner Frau und den zwei Kindern – das dritte ist unterwegs. Dafür schlafe er wenig: «Fünf Stunden pro Tag reichen mir. Vielleicht habe ich deswegen ein kurzes Leben, aber dafür eines mit sehr viel Spass.» Wissenschaft ist für Courtine in erster Linie Leidenschaft, «nach Arbeit fühlt es sich nur an, wenn ich Förderanträge schreiben muss», sagt er, lacht und bedeutet mit einem Blick auf seine Rolex, dass es an der Zeit ist, das Gespräch zu beenden. Es bleiben noch 30 Minuten Zeit bis zur Abgabe.

Samuel Schläfli ist freier Journalist in Basel.

Mit diesem sich wild bewegenden Gerät wird der Gleichgewichtssinn so richtig auf die Probe gestellt. Das Team um Olaf Blanke von der EPFL studiert damit die Selbstwahrnehmung, wenn wir gedreht und geschüttelt werden.

Foto: Matthieu Gafsou

Die grossen Fragen zum Bewusstsein

Wie entsteht aus physischen Prozessen im Gehirn unser subjektives Erleben? Ob sich das komplexeste Problem der Bewusstseinsforschung jemals lösen lässt, darüber scheiden sich die Geister. In der Zwischenzeit gibt es genug weitere Detailfragen, die ebenfalls untersucht werden wollen.

Text Ümit Yoker

1 – Was ist Bewusstsein?

Der Begriff entzieht sich bis heute einer eindeutigen Definition. Dem britischen Neurowissenschaftler Anil Seth, der sich seit mehr als zwei Jahrzehnten damit beschäftigt, bereitet das kein Kopfzerbrechen. In seinem Buch «Being You» definiert er Bewusstsein schlicht als «jede Form subjektiver Erfahrung». Das möge zu leicht oder trivial klingen, räumt er ein, doch sei das nicht unbedingt schlecht. «Solange wir komplexe Phänomene nur unvollständig verstehen, engen zu präzise formulierte Definitionen eher ein oder führen sogar in die Irre.»

2 – Wo sitzt das Bewusstsein?

Aristoteles sprach dem Gehirn einst nicht mehr als die Funktion eines Kühlaggregates zu, dazu dienend, die Temperatur des mit Nahrung beladenen Blutes abzusenken und so dem Menschen zu Schlaf zu verhelfen. Das zumindest schreibt der emeritierte österreichische Philosophieprofessor Erhard Oeser in einem Buch zur Geschichte der Hirnforschung.

Die Seele des Menschen sass gemäss Aristoteles im Herzen – mit einer wichtigen Einschränkung: Von den drei Formen der Seele, die der antike Philosoph unterschied, seien nur deren zwei dort anzutreffen, die Anima vegetativa und die Anima sensitiva, die Seele der Körperfunktionen und jene der Wahrnehmung. Die Seele des Geistes dagegen, der eigentliche Ort unserer Ideen und Hort der Vernunft, habe ihren Platz nicht im Körper, also weder in Herz noch Hirn, und sei deswegen unsterblich.

Im 17. Jahrhundert stellte René Descartes als Erster eine konkrete These über das Zusammenspiel von Leib und Seele auf und verortete das Bewusstsein klar im Gehirn. Alles um ihn herum möge eine Illusion sein, ein Traum, Täuschungen eines Dämons. Jegliche Wahrnehmung lasse sich anzweifeln, aber eines bleibe doch am Ende: er, Descartes, der über all dies nachdenke. Der französische Philosoph fasste seine Überlegungen in jenem berühmten Satz zusammen, der bis heute in kreativsten Interpretationen vielfach zitiert wird: Ich denke, also bin ich.

Das denkende Selbst besteht laut Descartes ungleich dem physischen Körper nicht aus Materie, die sich mechanisch im Raum bewegt und ausbreitet, sondern aus einer fundamental anderen Substanz. Die britische Psychologin Susan Blackmore erklärt in ihrem umfassenden Einführungsband zum Bewusstsein: Interagieren würden gemäss Descartes die körperliche Materie, die Res extensa, und die denkende, ideelle, die Res cogitans, eben im Gehirn, genauer: in der Zirbeldrüse. Dieser Substanzdualismus, die Vorstellung also, dass unser Bewusstsein in keiner Weise aus physiologischen Vorgängen im Gehirn entsteht, findet inzwischen aber kaum mehr Anhängerinnen.

«Heute streitet niemand mehr die entscheidende Rolle des Gehirns für das Bewusstsein ab», schreibt denn auch Blackmore. Höchst uneinig seien sich die Forschenden nur darüber, wie diese Rolle denn genau aussehe. Eine der grossen Debatten verläuft laut Anil Seth, Co-Leiter des Center for Consciousness Science an der Universität Sussex, derzeit entlang der von Philosoph Ned Block geprägten Unterscheidung zweier Ausprägungen: Als die eine Form gilt hier der Zustand, in dem es uns möglich ist, unser Verhalten zu steuern, die Aufmerksamkeit zu lenken oder Bericht zu erstatten, das sogenannte Zugriffsbewusstsein. Entscheidend sind dafür vor allem die vorderen Gehirnregionen. Die zweite Form gehe eher mit Aktivität in den hinteren Teilen des Gehirns einher, da hier die Wahrnehmung des Menschen im Fokus steht. Man spricht vom phänomenalen Bewussten.

3 – Was ist das schwierige Problem?

Vorweg: Natürlich sind auch die einfachen Probleme der Bewusstseinsforschung alles andere als leicht zu lösen. Als der australische Philosoph und Kognitionswissenschaftler David Chalmers in den 1990er-Jahren eine Unterteilung der Probleme des Bewusstseins vorschlug, wollte er lediglich verdeutlichen: Die einfachen dürften mit den gängigen wissenschaftlichen Methoden grundsätzlich zu lösen sein. Es geht bei ihnen etwa um die Rolle des Bewusstseins im Zusammenhang mit Schlaf und Wachsein, mit Aufmerksamkeit oder der Steuerung von Verhalten.

Das schwierige Problem hingegen ist eine ganz grosse Knacknuss: Wie wird aus den physischen Prozessen im Gehirn subjektives Erleben? Warum fühlt es sich anders an, jemanden zu vermissen als frischen Kaffee zu riechen oder Helene Fischer zu hören? Oder wie es der britische Philosoph Colin McGinn formulierte: «How can technicolour phenomenology arise from soggy grey matter?» Frei übersetzt: Wie kann aus einem grauen Klumpen von Zellen Wahrnehmung in den prächtigsten Farben werden? Die Philosophie nennt diese ganz persönlichen, inneren Erfahrungen Qualia.

4 – Lässt sich das schwierige Problem je lösen?
Manche meinen, die Lösung aller Bewusstseinsfragen sei möglich, sie setze aber ein ganz neues Verständnis für das Wesen des Universums voraus und verlange nach noch unbekannten physikalischen Prinzipien, wie Blackmore schreibt. Andere wie der Mysterianer Colin McGinn meinen dagegen, es fehle dem Menschen schlicht an der notwendigen Form von Intelligenz, um das Wesen des Bewusstseins je ganz erfassen zu können – geradezu so, wie es einem Hund nie gelingen werde, eine Zeitung zu lesen oder Poesie zu würdigen.

Ähnlich pessimistisch gibt sich Psycholinguist und Kognitionswissenschaftler Steven Pinker. Er räumt laut Blackmore aber immerhin einem noch ungeborenen «Darwin oder Einstein des Bewusstseins» die Chance ein, uns eines Tages alle mit spektakulärer Erkenntnis zu überraschen. Illusionisten wie der amerikanische Philosoph Daniel Dennett vertreten gar die Haltung: Das schwierige Bewusstseinsproblem gebe es gar nicht, das subjektive Erleben sei eine Einbildung. Die entscheidende Frage laute deshalb: Wie kommt es, dass wir der Illusion erliegen?

Pragmatischer gehen Forschende wie Anil Seth, die dem Physikalismus nahestehen, die ganz grosse Frage des Bewusstseins an: «Man darf auch einfach eine agnostische Haltung dazu einnehmen», sagt der Brite. Den Physikalismus beschreibt er als die Idee, dass alles im Universum physischer Natur sei und folglich auch das Bewusstsein auf einer solchen Grundlage beruhe und aus einer bestimmten Anordnung physischer Elemente heraus entstehe. Seths Ansatz ist denn auch, mit umso mehr Vehemenz schlicht den einfachen Problemen auf den Grund zu gehen. «Natürlich kann ich nicht garantieren, dass das Erforschen der physischen Grundlagen ausreicht, um das Bewusstsein zu erklären», räumt er ein. «Doch es ist mit Sicherheit das Produktivste, das wir in der Zwischenzeit tun können.»

«Selbst wenn die Theorie des Panpsychismus stimmen würde, wie sollten wir das je nachweisen?»

Anil Seth

Möglicherweise löst sich auf diesem Weg ja eines Tages auch gleich das schwierige Problem – oder es verflüchtigt sich zumindest irgendwann die Aura des Mysteriösen, die es schon so lange umgibt. Seth vergleicht die Situation mit der Jagd der Philosophie nach dem geheimnisvollen «élan vital» noch bis ins 20. Jahrhundert. Eine solche allumfassende Theorie des Lebens gebe es zwar bis heute nicht, schreibt er in seinem Buch. Doch hat das Verständnis zahlreicher Teilprozesse, die das Leben ausmachen, die Suche danach längst obsolet gemacht. «In der Wissenschaft voranzukommen heisst keineswegs, immer Antworten auf die Anfangsfragen zu finden», betont er. «Ein Zeichen des Fortschritts ist es auch, wenn die Fragen sich ändern.»

5 – Wie wird Bewusstsein heute erforscht?
Das subjektive Erleben als Tatsache zu akzeptieren, aber nicht zum direkten Forschungsziel zu erklären und sich stattdessen erst einmal an den einfachen Problemen abzuarbeiten, das ist derzeit der gängige Ansatz in der Bewusstseinsforschung, sagt Anil Seth. Diese ist zwar weiter ein interdisziplinäres Feld, die Neurowissenschaften haben die Philosophie aber als wichtigste Disziplin abgelöst.

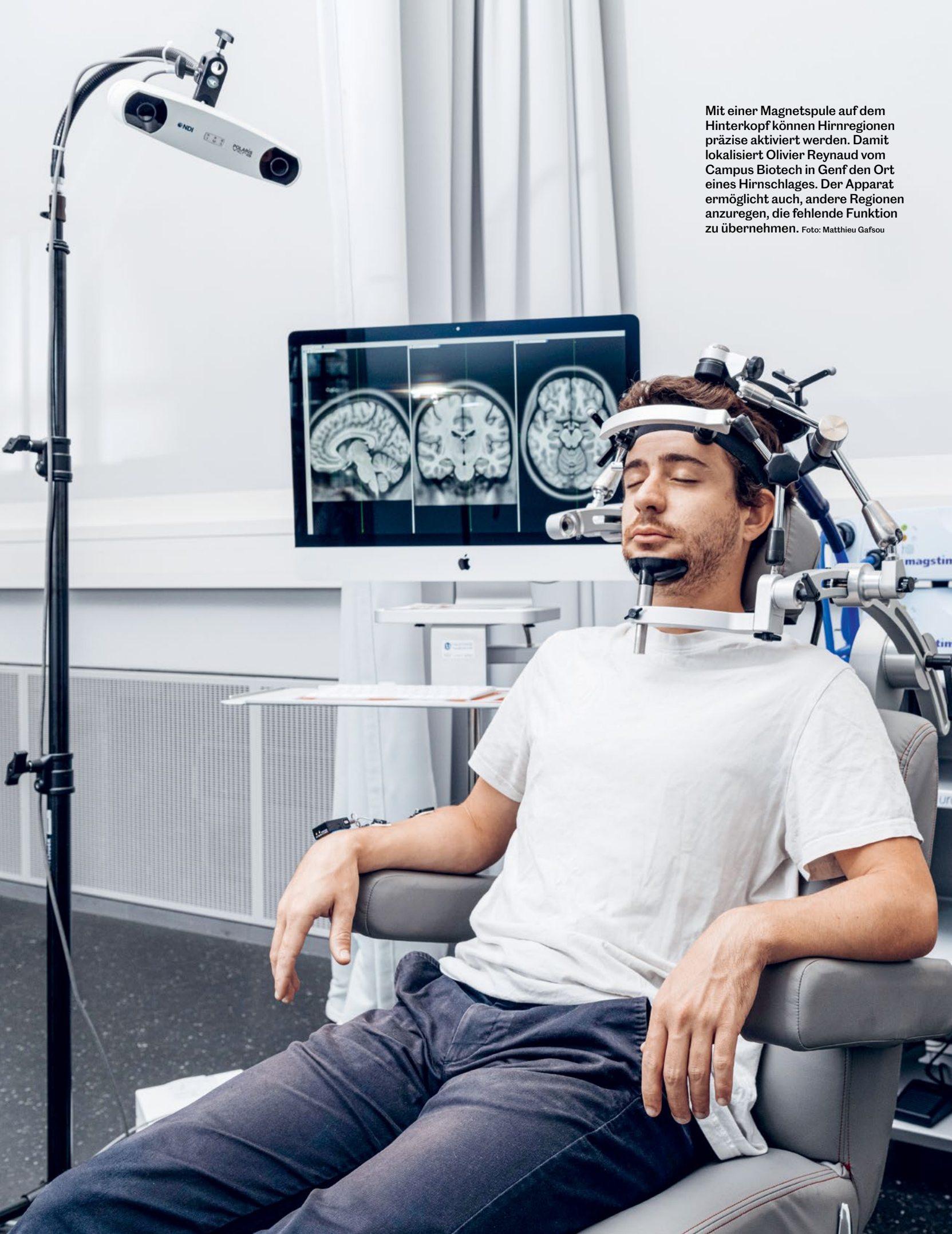
Seit den Neunzigerjahren ist der Königsweg dabei die Suche nach den sogenannten neuronalen Korrelaten des Bewusstseins. Geprägt haben den Begriff der Physiker und Molekularbiologe Francis Crick und der Neurowissenschaftler Christof Koch als «die kleinstmögliche Menge von Mechanismen oder Ereignissen im Gehirn, die ausreichen für eine ganz bestimmte bewusste Empfindung; diese kann so elementar sein wie das Erleben der Farbe Rot, aber auch so komplex wie das sinnliche, mysteriöse und ursprüngliche Gefühl, das die auf einem Buchumschlag abgebildete Dschungelszene auslöst.»

Dass ausgerechnet ein Nobelpreisträger wie Crick, der in den Fünfzigerjahren die Struktur der DNA mitentschlüsselt hat, als einer der Ersten nach solchen Korrelaten zu suchen begann, trug laut Seth ganz entscheidend dazu bei, das Bewusstsein wieder als respektables Forschungsfeld zu etablieren. Zuvor war es über weite Strecken des 20. Jahrhunderts komplett aus der Gunst gefallen – damals, als die Psychologie sich ganz auf die Untersuchung von Verhalten zu beschränken begann, das von aussen beobachtet werden konnte. Heute komme die Suche nach den neuronalen Korrelaten, die in den vergangenen Jahrzehnten mehr konkrete Ergebnisse hervorgebracht haben dürfte als irgendein anderer Forschungsansatz, aber langsam an ihre Grenzen. Das Hauptproblem dabei: «Korrelationen sind noch keine Erklärungen.»

Die vergangenen Jahre haben darum eine regelrechte Flut von Bewusstseinstheorien hervorgebracht. Sie haben das Thema jedoch nicht überschaubarer gemacht: Häufig ist nicht klar, was für ein Verständnis von Bewusstsein den verschiedenen Theorien zugrunde liegt und was sie genau zu erklären versuchen. Manche lassen sich auch gar nicht überprüfen. Seth nennt etwa den Panpsychismus, der besagt, dass jeder Form von Materie ein gewisses Bewusstsein innewohnt. «Selbst wenn die Theorie stimmen würde, wie sollten wir das je nachweisen?» Solche Thesen sind für den britischen Forscher wenig fruchtbar, auch den Mysterianismus hält er für eine eher mutlose Angelegenheit.

Die eigentliche grosse Herausforderung der Bewusstseinsforschung ist für Seth denn auch: die verschiedenen Theorien präziser zu formulieren, um sie testen und miteinander vergleichen zu können. Und vielleicht heben sich ja dann irgendwann ein paar Erklärungsansätze vom Lärm um sie herum ab.

Ümit Yoker ist freie Journalistin in Lissabon.



Mit einer Magnetspule auf dem Hinterkopf können Hirnregionen präzise aktiviert werden. Damit lokalisiert Olivier Reynaud vom Campus Biotech in Genf den Ort eines Hirnschlages. Der Apparat ermöglicht auch, andere Regionen anzuregen, die fehlende Funktion zu übernehmen. Foto: Matthieu Gafsou

Tropische Üppigkeit, bereit für kühle Analyse

Am Botanischen Garten Genf wird entschlüsselt, weshalb die Chemie zwischen Blüten und Bestäubern so genau stimmt. Diese erklärt auch die Vielfalt an Farben, die eine Pflanzengruppe allein für Kolibris entfaltet.

Text Atlant Bieri Fotos Hervé Annen

1

2

5

Die Brillengläser des Botanikers Mathieu Perret beschlagen, als er die Tür zum Tropenhaus mit seinen feuchten 20 Grad Celsius aufstösst. Wir befinden uns in einer winzigen Nachbildung des Atlantischen Regenwalds von Brasilien, eines der artenreichsten Lebensräume der Erde. In diesem Gewächshaus des Botanischen Gartens Genf wachsen mannshohe Sträucher auf Tuffsteinquadern, und von aufgehängten Rindenstücken strecken kleine, zarte Pflänzchen ihre roten Blüten herab. So unterschiedlich die Pflanzen rein äusserlich auch scheinen mögen, sie gehören alle zu ein und derselben Familie, den sogenannten Gesneriengewächsen.

Diese sind weltweit mit über dreitausend Arten in den Tropen verbreitet, von Australien bis nach Amerika. Als Zierpflanzen haben sie Berühmtheit erlangt und stehen heute in vielen Wohnzimmern. Die enorme Formen- und Farbenvielfalt ihrer Blüten hat sie auch zu einem begehrten Forschungsobjekt gemacht. «Wir wollen herausfinden, wie die Evolution so etwas zustande bringt», sagt Perret.

Auch bei Kolibris frisst das Auge mit

Der Forscher bleibt vor einem prächtigen Strauch stehen. Seine Blüten sehen aus wie leicht gebogene Röhren. «Die sind perfekt an den Schnabel eines Kolibris angepasst.» Die Staubblätter mit den Pollen sitzen auf langen Stielen und ragen einen halben Zentimeter aus den Blüten hervor. Wenn der Kolibri im Schwebeflug seinen Schnabel reinsteckt, berührt seine Stirn irgendwann die Staubblätter und wird eingepudert. Beim nächsten Busch überträgt er den Pollen auf das Fruchtblatt, das ebenfalls punktgenau auf die Stirn des Kolibris zeigt. «Dank dieser hochspezialisierten Blütenform funktioniert die Bestäubung möglichst zuverlässig», erklärt Perret.

Er pflückt eine der Blüten und bricht sie entzwei. Ein Tropfen aus dickflüssigem Nektar quillt hervor. «Das ist die Belohnung für die Vögel und sorgt dafür, dass sie immer wieder zurückkehren.» Jetzt braucht es nur noch einen Wegweiser, dem die Kolibris folgen können: die Farbe. «Das leuchtende Rot der Blüte entspricht genau der Wellenlänge, die Kolibris gut mit ihren Augen wahrnehmen.»

Perret hat die Blütenfarbe von mehr als 150 Gesneriengewächsen ermittelt und verglichen, wie gut diese mit den Augen von Kolibris und anderen Bestäubern wie etwa den Wildbienen wahrgenommen werden können. Fazit: In den meisten Fällen passen die beiden Spektren wie zwei Puzzleteile zusammen. Kolibri-Blüten reflektieren Licht meist im Bereich von 600 Nanometern (rot) und bienenbestäubte Blüten eher im Bereich von 400 Nanometern (blau). Mit dem Farbcode sorgen die Pflanzen dafür, dass nur die richtigen Bestäuber zu den Blüten finden.

Verbrannter Plastik für Fledermäuse

Der nächste Strauch hat sich ein anderes Kommunikationsmittel einfallen lassen. Seine Blüten sind grünlich und trichterförmig. Und sie riechen nach verbranntem Kunststoff. Der Nektar schmeckt angenehm süsslich und fruchtig. «Diese Blüte hat sich den Bedürfnissen von Fledermäusen angepasst», erklärt Perret. In der Nacht sehen die Tiere fast nichts, also braucht die Pflanze nicht in eine aufwendige Blütenfarbe zu investieren. Stattdessen kommuniziert sie via Duft. Die Staubblätter sitzen auf kurzen Stielen im Innern des Blütenkelchs, ideal, um die Schnauze seiner nächtlichen Besucher einzupudern.

«Noch vor wenigen Jahren hätte man diese beiden Sträucher nur für entfernte Verwandte gehalten, da ihre Blüten komplett anders aussehen. Aber dank unseren genetischen Analysen wissen wir nun, dass das nicht stimmt. Tatsächlich sind sie sehr nah miteinander verwandt», sagt Perret. Er hat den gesamten Stammbaum der Gesneriengewächse nach der genetischen Verwandtschaft neu geordnet. Dadurch konnte er die Evolutionsgeschichte der Blütenformen rekonstruieren und die Geschwindigkeit messen, mit der die Pflanzen

3

4

1 Yvonne Menneret, Gärtnerin im Botanischen Garten Genf, pflegt die tropischen Pflanzen und optimiert Feuchtigkeit und Temperatur der Luft.

2 Forschende sind beeindruckt von der Vielfalt der Farben der sogenannten Gesneriengewächse. Für eine Messung werden die Pigmente aus den Blütenblättern extrahiert.

3 Sie heisst magische Blume (Achimenes) und lockt mit ihrer lila Farbe Schmetterlinge an.

4 Rot und in verlockendem Fächer aufgereiht, warten die Blüten von Aeschynanthus radicans aus den asiatischen Tropen darauf, von Singvögeln bestäubt zu werden.

5 Im Tropenhaus des Botanischen Gartens Genf ist vor allem der Atlantische Regenwald Brasiliens nachgebildet.

Änderungen am Design vornahmen. Seine Daten legen nahe, dass sie sich ursprünglich allesamt von Insekten wie Wildbienen und einigen Nachtfaltern bestäuben liessen. Dann veränderte sich plötzlich etwas: Vor etwa zwanzig Millionen Jahren tauchten die ersten Kolibris in Südamerika auf. «Für die Pflanzen eröffnete sich hier eine neue Chance, und viele Arten passten sich den neuen Bestäubern an.» Aus evolutionärer Sicht gab es einen richtiggehenden Run auf die Kolibris, denn in den folgenden Jahrmillionen haben sich Kolibri-Blüten mindestens dreissig Mal unabhängig voneinander entwickelt. Das führte letztlich zu einer Artenvielfalt von über 350 Gesneriengewächsen, die sich ausschliesslich von den winzigen Vögeln bestäuben lassen.

Überrascht hat Perret, dass diese Veränderungen reversibel waren. «Manche Pflanzen stellten von Vogel-Blüten wieder auf Insekten-Blüten um. Vielleicht kam dies in Regionen vor, in denen die Kolibris für einen bestimmten Zeitraum ausgestorben waren.» Vor weniger als zehn Millionen Jahren kam es mit der Ankunft der Fledermäuse zu einer erneuten Anpassungswelle. Acht Mal haben die Pflanzen den Duft als Wegweiser unabhängig voneinander erfunden. «Da diese Entwicklung vor relativ kurzer Zeit erfolgte, ist es bislang bei diesen acht Arten geblieben.»

Heikle Temperaturen und Schädlinge

Sammlungen lebender Pflanzen haben einen hohen wissenschaftlichen Wert. «Nur mit gepressten Pflanzenbelegen hätten wir diese Studie nicht durchführen können, denn beim Trocknen verblassen die Blütenfarben. Alles sieht braun aus.»

Am Botanischen Garten Genf sind zurzeit über 160 Arten vertreten. «Wir erweitern sie jedes Jahr um ein paar Pflanzen. Manche davon sind sogar neu entdeckte Arten, die noch nicht beschrieben wurden», sagt Perret. Dazu arbeitet er mit Forschenden in Südamerika zusammen und ist ab und zu auch selbst im Dschungel unterwegs. Meist in Brasilien, Kolumbien, Ecuador oder Panama.

Der Unterhalt einer Lebendsammlung ist allerdings aufwendig. Im Vorraum zum Mini-Dschungel stapeln sich Hunderte von Blumentöpfen auf Metallgestellen. Pflanzsubstrat wie Torfmoos, Bimskies und Lauberde steht in Säcken und Bottichen bereit. Hier arbeitet Yvonne Menneret. In ihren grünen Gärtnerinnenhosen steckt lässig eine Rebschere. «Es darf keine Staunässe in den Töpfen geben. Aber zu trocken ist auch nicht gut», erklärt sie. Sie unterhält mehrere Treibhäuser nur für die Gesneriengewächse. Bei manchen ist die Temperatur jetzt auf 15 Grad gedrosselt. «Die Pflanzen sind in der Winterruhe», sagt Menneret. Die richtige Temperatur zu halten ist in Zeiten des Klimawandels tückisch. «In einem heissen Sommer wie dem von 2022 gehen viele Pflanzen ein. 30 oder 35 Grad Celsius vertragen sie schlecht.»

Das grösste Problem sind allerdings die vielen Schädlinge wie Blattläuse, Weisse Fliegen und Fadenwürmer. «Unser botanischer Garten ist Bio-zertifiziert. Wir müssen darum bei der Bekämpfung mit Nützlingen wie Marienkäfern, Raubwanzen oder Pilzen arbeiten», erklärt Menneret. Im Wochentakt lässt sie Tausende davon in den Treibhäusern frei.

In die evolutive Falle getappt

Im Labor steht Perret vor einer Auslage frisch gepflückter Blüten. Eine nach der anderen zerreibt er mit etwas Methylalkohol in einem Mörser und löst so die Farbpigmente heraus. Mithilfe von Chromatografie teilt er die chemischen Bausteine auf und analysiert sie im Massenspektrometer. Bis heute haben Perret und seine Postdoc Ezgi Ogutcen sieben grundsätzliche Arten von Farbmolekülen in den Blüten entdeckt. Allesamt gehören zu den bei Pflanzen weit verbreiteten Anthocyanen.

«Bei den Gesneriengewächsen entstehen die Pigmente entlang einer genau definierten Produktionskette – wie in einer Fabrik. Die Steuerung des Prozesses erfolgt über wenige Gene», sagt Perret. Hier liegt der Schlüssel zur schnellen Evolution der Blütenfarbe: «Eine geringfügige Veränderung in den Genen führt zur Erzeugung einer anderen Farbe und damit zur Anpassung an verschiedene Arten von Bestäubern.»

Was ihn überrascht hat: Zwei der sieben Farbmoleküle stammen von den seltenen Deoxy-Anthocyanen. Sie weisen zwei Besonderheiten auf. Erstens: Mit ihnen können Pflanzen nur rote Blüten bilden. Zweitens: Pflanzen, die auf die Produktion dieser beiden Moleküle eingeschwenkt sind, können nicht mehr zu den herkömmlicheren Anthocyanen zurückkehren. «Das heisst, diese Pflanzen stecken in einer evolutionären Falle.» Sie können sich fortan nur noch von den Kolibris bestäuben lassen.

Dreissig Prozent aller von Perret analysierten Gesneriengewächse sind in diese Falle getappt. Warum das passiert, weiss er nicht. «Jedenfalls ist es interessant, wie genetische und chemische Veränderungen das Schicksal einer Pflanzengruppe beeinflussen können. Erst durch unsere Studie verstehen wir die evolutionären Mechanismen, welche die erstaunliche Pflanzenvielfalt in den Tropen und anderswo hervorgebracht haben.»

Atlant Bieri ist freier Wissenschaftsjournalist und lebt in Pfäffikon (ZH).

6

11

«Wir erweitern die Sammlung jedes Jahr um ein paar Pflanzen. Manche davon sind sogar neu entdeckte Arten, die noch nicht beschrieben wurden.»

Mathieu Perret

7

8

10

9

6 Die rote Blüte der Sinningia reitzii aus den brasilianischen Tropen lockt Kolibris zur Bestäubung an.

7 Der Forscher bestimmt mit einem Reflektometer präzis die Farben der Blüten.

8 Mathieu Perret studiert am Botanischen Garten Genf, weshalb die Pflanzen der Gesneriengewächse so unterschiedlich aussehen, obwohl sie sehr nah miteinander verwandt sind.

9 Bei der seltenen Begonia rajah aus Malaysia sind die Blätter eindrücklicher als die Blüten.

10 Wegen des Herbars reisen Forschende aus der ganzen Welt an den Botanischen Garten Genf. Es ist die grösste Sammlung getrockneter Exemplare der Schweiz. Für das Projekt von Mathieu Perret sind jedoch lebende Pflanzen wichtig.

11 Grüne, grosse und saftige Blätter zieren das tropische Gewächshaus.

Mit dem Geschlecht ist nicht zu spassen

Männer produzieren im Schnitt die besseren Pointen als Frauen, und witzelnde Kaderfrauen erscheinen weniger kompetent. Beim Humor wird fleissig gegendert.

Text Nicolas Gattlen

Wenn Sie an eine Person denken, die Sie für besonders lustig halten, wer fällt Ihnen da als Erstes ein: ein Mann oder eine Frau? In einer Metaanalyse aus dem Jahr 2019 untersuchten der israelische Anthropologe Gil Greengross und der amerikanische Psychologe Geoffrey Miller 28 Studien mit insgesamt mehr als 5000 Teilnehmenden und kamen zum Schluss, dass Männer im Schnitt über eine «leicht ausgeprägtere Fähigkeit zur Humorproduktion» verfügen. Die meisten der analysierten Forschungsarbeiten waren nach einem ähnlichen Schema abgelaufen: Die teilnehmenden Männer und Frauen mussten Sprechblasen in Cartoons ausfüllen oder Bilder mit lustigen Unterschriften versehen. Die Ergebnisse wurden dann von einer gemischtgeschlechtlichen Jury bewertet und nach Lustigkeit sortiert – ohne dass die Jurymitglieder wussten, ob die Witze von einem Mann oder einer Frau stammten. Die Männer gewannen.

Willibald Ruch, der seit über 40 Jahren zum Thema Humor forscht und an der Universität Zürich die Fachrichtung Persönlichkeitspsychologie und Diagnostik leitet, relativiert diesen Befund: «Humor umfasst viel mehr als die Produktion von Witzen und Pointen. Auch Selbstironie und Situationskomik zählen zum Beispiel dazu. Oder grundsätzlich die Fähigkeit, mit den Widrigkeiten des Lebens gut umgehen und über sich und seine Missgeschicke lachen zu können. Hier spielt nicht das Geschlecht, sondern die Persönlichkeit die entscheidende Rolle.»

Sein Team hat die gesamte peer-reviewte wissenschaftliche Literatur zu Humor und geschlechtsspezifischen Unterschieden aus den Jahren 1977 bis 2018 gesichtet und ausgewertet. Resultat: Sowohl beim Verständnis von Humor als auch bei den Vorlieben für bestimmten Humor finden sich kaum Differenzen. Unterschiede gibt es vor allem bei der Produktion von aggressivem Humor wie etwa Zynismus und Sarkasmus und in geringerem Masse bei der kontextfreien Kreation von Witzen und Pointen. Wie bei Greengross und Miller schnitten da die Männer besser ab. Auch investieren diese mehr in die Darbietung, die humoristische Performance.

Stereotypen wirken bis in den Witz

Die Auswertung von Ruchs Team zeigt zudem, dass Frauen bei Männern die Fähigkeit, Humor zu produzieren, mehr wertschätzen als deren Empfänglichkeit für Humor, bei den Männern ist es genau umgekehrt. Diese Präferenzen entsprechen dem Stereotyp des lustigen Mannes und der lachenden Frau, das als selbsterfüllende Prophezeiung wirken könnte. Das legen etwa die gross angelegten Studien von Paul McGhee nahe. Der amerikanische Verhaltenspsychologe untersuchte in den 1970er-Jahren, wie sich der Humor von Jungen und Mädchen zwischen Kindergartenzeit und Schuleintritt in unterschiedliche Richtung entwickelte: Jungen waren die aktiven Scherzkekse und Mädchen kicherten über sie.

McGhee interpretierte seine Befunde so, dass beide Geschlechter ab der Kindergartenzeit immer stärker die Anforderungen der Geschlechterrollen zu spüren bekommen: Die Buben kamen mit ihren Spässen besser an als die witzelnden Mädchen. Also bauten sie ihr Talent weiter aus, probierten neue und schärfere und damit oft aggressivere Gangarten des Humors. Neuere Studien etwa der deutschen Psychologin Marion Bönsch-Kauke deuten jedoch darauf hin, dass die geschlechterspezifischen Differenzen bei Kindern heute weniger stark ausgeprägt sind.

Greengross und Miller erklären die geschlechterspezifischen Unterschiede hingegen mit der Evolution: Demnach kontrollieren die Frauen den Sex, und die Männer müssen sich mächtig ins Zeug legen, um aufzufallen und ihre «guten Gene» zu präsentieren. Diese Begründung ist allerdings umstritten. Gemäss derselben These soll Humor auch auf Charaktereigenschaften wie zum Beispiel Intelligenz und Kreativität hinweisen. Auf diese Verbindung deuten frühere Forschungsarbeiten von Miller und Greengross: In einer Untersuchung mit 400 Studierenden konnten sie zeigen, dass Intelligenz mit der Fähigkeit, Witze zu produzieren, zusammenhängt – wobei hier mit Intelligenz der gewiefte Umgang mit Sprache gemeint ist und mit Witz die Produktion von lustigen Cartoon-Pointen.

Vorurteile bestimmen die Deutung des Humors

Die evolutionsbiologische Deutung hat auch in den Arbeiten des Luzerner Neurobiologen Pascal Vrticka Gewicht. Lachen über einen Witz oder eine lustige Situation folgt einem zweistufigen Prozess: Bestimmte Hirnregionen für logisches Denken nehmen eine Unstimmigkeit wahr, wenn diese aufgelöst wird, treten Belohnungs- und Emotionszentren in Aktion, es wird also Vergnügen ausgelöst. Vrticka hat gemeinsam mit einem Team der Stanford-Universität entdeckt, dass die Emotionszentren im Gehirn von Mädchen bei lustigen Szenen in einem Film viel stärker

So einfach ist das Rezept: Frauen mögen lustige Männer, also setzen diese auf Spässe. Ob das immer gelingt? Foto: Dan Cermak

aktiviert werden als bei den Jungen, deren Gehirn wiederum stärker auf den Verlauf der Geschichte reagierte. Diese Beobachtung stimmt mit früheren Entdeckungen des Teams bei Untersuchungen mit Frauen und Männern überein. Vrticka vermutet, dass sich das Gehirn von Frauen auf die Bewertung von Humor spezialisiert haben könnte, während das Gehirn von Männern verstärkt darauf ausgerichtet sein könnte, Humor zu produzieren – was wahrscheinlich mit der «sexuellen Selektion» zusammenhänge.

Die Literaturanalyse von Willibald Ruch stellte ausserdem Unterschiede bei der Verwendung von Humor fest, insbesondere am Arbeitsplatz: Frauen in Führungspositionen etwa geben sich dort im Schnitt etwas nüchterner als ihre männlichen Kollegen. Aus nachvollziehbaren Gründen: So zeigt eine aktuelle Studie der Universität Arizona, dass Kaderfrauen, die bei einer Präsentation hin und wieder eine lustige Bemerkung machen, von den Studienteilnehmenden (Frauen und Männer), denen die Präsentation in einem Video vorgeführt wurde, als weniger kompetent und weniger führungsstark eingeschätzt werden als «humorlose Frauen».

Männer in Führungspositionen hingegen gewinnen mit denselben Witzen an Ansehen und Souveränität. Den möglichen Grund sehen die Autorinnen der Studie in den bestehenden Vorurteilen: Männern werde in beruflichen Angelegenheiten immer noch mehr Kompetenz zugesprochen, sie hätten diesbezüglich eine Art Vertrauensvorsprung, der sich wiederum in der Deutung des Humors spiegle: Bei Männern werde Humor als Zeichen von Selbstsicherheit gelesen, bei Frauen dagegen oft als Ausdruck von Unsicherheit.

#MeToo zeigte schädliche Seite lustiger Sprüche

In bestimmten Fällen kann Humor aber auch Männern schaden. Jamie Gloor, BWL-Assistenzprofessorin an der Universität St. Gallen, wollte herausfinden, ob positiver Humor helfen kann, zwischengeschlechtliche Barrieren und Ängste abzubauen, die in der Post-#MeToo-Ära verstärkt am Arbeitsplatz auftreten und die Karrierechancen von weiblichen Talenten schmälern, weil Männer Anschuldigungen befürchten. Das internationale Forschungsteam um Jamie Gloor liess Kandidatinnen und Kandidaten einen vorgefertigten harmlosen Witz in ihre Bewerbungsvideos einstreuen und die Bewerbenden von 1189 Personalverantwortlichen bewerten.

Dabei zeigte sich, dass positiver Humor tatsächlich ein Türöffner sein kann, für Frauen und für Männer. In Unternehmen aber, die in der Vergangenheit Probleme mit sexueller Belästigung hatten, wurden die witzelnden Männer von den Personalchefinnen negativ beurteilt. «Die Witzeleien erweckten bei ihnen den Eindruck von schädlichem Potenzial», erklärt Gloor. Der Grund: Sexuelle Belästigungen würden häufig durch Witze begangen. Ob #MeToo zu einer grundsätzliche Umdeutung des männlichen Humors führt und die entsprechenden Praktiken verändert, bleibt offen.

«Zu Humor gehört auch die Fähigkeit, mit den Widrigkeiten des Lebens gut umgehen und über sich und seine Missgeschicke lachen zu können.»

Willibald Ruch

Nicolas Gattlen ist freier Wissenschaftsjournalist in Kaisten (AG).

Klima-Upgrade für Kulturpflanzen

Neue Sorten, besserer Boden, veränderte Gene – in der Landwirtschaft wird viel ausprobiert, um Mais, Weizen und Co. fitter gegen Trockenheit zu machen.

Text Nic Ulmi

Wenn es bei uns einfach nur wärmer werden würde, könnten die Auswirkungen auch fantastisch sein: Olivenhaine, Orangenplantagen oder Teesträucher am Fuss der Alpen zum Beispiel. Annelie Holzkaemper vom Kompetenzzentrum für Agrarforschung des Bundes, Agroscope, bestätigt: «Wir könnten Sorten verwenden, die derzeit in der Schweiz nicht gedeihen, zum Beispiel Rebsorten, die hohe Temperaturen mögen.» Aber die Forscherin im Bereich Klimarisiken und Anpassungsmöglichkeiten kommt rasch zurück auf den Boden der Realität: «Hitzestress und veränderte Niederschlagsmuster stellen eine zunehmende Bedrohung für viele Kulturpflanzen dar.» So ist zu erwarten, dass der Regen im Winter und Frühling zunimmt und dagegen im Sommer und Herbst, wenn er von den Pflanzen am dringendsten benötigt wird, abnimmt.

Was tun? «Eine Möglichkeit, die wir in den letzten Jahren untersucht haben, ist die Erhöhung des Anteils an Winterkulturen, die während der feuchteren Bedingungen zu Beginn des Jahres wachsen und erntereif sind, wenn der Regen ausbleibt. Bei Mais und Weizen gibt es solche früh reifenden Sorten.» Um die Pflanzen vor der Trockenheit zu schützen, wird also der Anbaukalender an die sich verändernden Umweltbedingungen angepasst. «Aber diese Auswahl hat auch Nachteile, denn die schneller reifenden Sorten wachsen weniger lang und bauen weniger Biomasse auf, was sich in geringeren Erträgen niederschlägt», räumt die Forscherin ein.

Obstbäume verbessern Wasserhaushalt

Die negativen Auswirkungen der kurzen Wachstumsdauer auf die Erträge sprechen eher dafür, den Anteil spät reifender Sorten zu erhöhen. «Eigentlich könnte man dadurch sogar von der Erwärmung profitieren, die eine längere Wachstumsperiode und eine grössere Biomassenzunahme fördert – vorausgesetzt, es gibt keine extremen Hitze- und Dürreperioden.» Doch wie soll man sich in diesem Labyrinth aus Möglichkeiten und Risiken entscheiden? «Eine Strategie, die im Mittelpunkt vieler Forschungsarbeiten steht, ist die Diversifizierung: Durch den Anbau verschiedener Pflanzen, die unterschiedlich auf klimatische Bedingungen reagieren, kann das Risiko von grossen Ernteausfällen verringert werden.» Laut einer Studie von Agroscope, die 2021 in Nature veröffentlicht wurde, verbessert der Anbau von mehreren Sorten sowohl die Resistenz gegen Krankheitserreger als auch den Ertrag. Diese Methode wird aber wenig genutzt, da die Grundsätze noch nicht in konkret anwendbare Praktiken übersetzt wurden.

Was ist mit der guten, alten Bewässerung bei Trockenheit? «Das ist schwierig. Durch den Klimawandel wird auch die Hydrologie beeinflusst, so sinkt etwa der niedrigste Wasserstand bei Flüssen.» Es sind jedoch auch hier Anpassungen möglich, indem etwa statt einer Beregnung die effizientere Tröpfchenbewässerung eingesetzt wird. Oder: «Einer unserer Forschungsschwerpunkte befasst sich damit, wie die Kapazität des Bodens zur Wasserspeicherung erhöht werden kann», erklärt Holzkaemper. Das wird zum Beispiel mit der sogenannten Agroforstwirtschaft erreicht. «Die Kulturpflanzen profitieren dabei von einem schattigen Mikroklima, das durch forstwirtschaftliche Elemente oder Obstbäume geschaffen wird. Dies ist ein vielversprechender, aber heikler Ansatz: Die Arten müssen so zusammengebracht werden, dass sie sich nicht konkurrieren. Und es entstehen Herausforderungen für die landwirtschaftlichen Arbeiten und allgemein für die Nutzung des Bodens. Es handelt sich also nicht um eine gebrauchsfertige Lösung, sondern eher um ein Experimentierfeld.»

Das Potenzial der Gentechnik ausschöpfen

Die Speicherkapazität des Bodens lässt sich ausserdem direkt beeinflussen, indem dieser mit einer organischen Substanz angereichert wird oder indem Sorten mit tieferen Wurzeln angebaut werden. Das führt aber zu einem neuen Dilemma: «Die modernen Sorten haben ein weniger ausgeprägtes Wurzelsystem als die alten Sorten. Denn wenn eine Pflanze weniger in ihre unterirdische Biomasse investiert, bringt sie höhere Erträge. Die Produktivitätssteigerung geht also auf Kosten der Menge an organischer Substanz im Boden und damit auf Kosten der Wasserspeicherkapazität des Bodens.» Ein 2021 lanciertes EU-Projekt befasst sich mit diesem noch wenig erforschten Gebiet. Dabei wird nach Wegen gesucht, bei den wichtigsten europäischen Kulturen das Potenzial der Wurzeln auszuschöpfen.

«Neben diesen abiotischen Aspekten – wie etwa Temperatur und Niederschlag – hat der Klimawandel auch biotische Auswirkungen: Krankheiten und Schädlinge kommen häufiger vor», führt Holzkaemper weiter aus. Die Suche nach Lösungen führt hier über die Entwicklung nachhaltiger Pflanzenschutzmittel. Diese könnten bishe-

Wegen des Moratoriums kann gentechnisch veränderter Weizen nur auf kleinen Forschungsfeldern angebaut werden, wie hier in Pully (VD), geschützt durch Netze. Foto: Dominic Favre/Keystone

rige chemische Insektizide und Pestizide ersetzen, deren Einsatz in der Schweiz im Rahmen eines 2017 verabschiedeten nationalen Aktionsplans eingeschränkt wurde.

Eine weitere Möglichkeit, Kulturpflanzen an den Klimawandel anzupassen, sind auch gentechnische Veränderungen. Derzeit kann sich aber nur die Forschung auf dieses Gebiet wagen, da für den Einsatz dieser Methoden in der Schweizer Landwirtschaft seit 2005 ein Moratorium gilt. Dieses Verbot betrifft die Veränderung des Erbguts durch das Einfügen von Genen, die von anderen Pflanzen stammen, den sogenannten Gentransfer, oder gezielte Veränderungen ohne Beteiligung von Fremd-DNA, das Genome Editing. Das Anbauverbot betrifft sogar zufällige Mutationen, wenn sie durch neue Methoden bewirkt wurden – selbst wenn die Veränderungen nur epigenetisch sind, also reversibel.

Keine Erlaubnis für neue Zuchtmethoden

Bei Agroscope leitet Etienne Bucher solche Studien zur Epigenetik mit Erdbeeren, Weizen und Reis. «Aus wissenschaftlicher Sicht unterscheidet sich dieser Ansatz nicht von den Methoden, die auch in der ökologischen Landwirtschaft für die Züchtung neuer Sorten eingesetzt werden. Dabei werden die Pflanzen Substanzen ausgesetzt, die zufällige Mutationen hervorrufen. In beiden Fällen wird die DNA selbst nicht gezielt verändert. Politisch dominiert aber der Wille, stets das Prinzip der sogenannten History of Safe Use anzuwenden. Damit schliesst auch das europäische Gentechnikgesetz alle nach 2001 entwickelten Techniken aus», erklärt der Forscher.

Warum Forschung in diese für eine breitere Anwendung verbotenen Techniken investieren? «Die Züchtung einer neuen Sorte dauert mit herkömmlichen Methoden 15 Jahre. In der Zwischenzeit schreitet die Klimaveränderung aber weiter voran. Die Weizenerträge, die sich zwischen 1950 und 2000 versiebenfachten, sinken nun unter dem Einfluss der Erwärmung tendenziell wieder. Wir müssen Zeit gewinnen, indem die Anpassungen beschleunigt werden.» Bucher relativiert aber auch: «Das Potenzial dieser Ansätze darf nicht überbewertet werden. Sie können die klassische Züchtung nicht ersetzen, sondern sind einfach ein weiteres Werkzeug.»

Von den Verboten sind übrigens auch internationale Wirtschaftsbeziehungen betroffen: Mehrere Unternehmen warten auf grünes Licht für die Lancierung ihrer neu entwickelten Produkte. Das Schweizer Parlament hat den Bundesrat deswegen dazu aufgefordert, im Jahr 2024 eine Lockerung des Moratoriums vorzuschlagen. Das wäre eine weitere mögliche Wendung in der Vielzahl der Anpassungsstrategien an den Klimawandel.

Nic Ulmi ist freier Journalist und lebt in Genf.

Dann doch lieber zum Schiedsgericht

Schiedsverfahren haben Vorteile gegenüber dem traditionellen Gerichtsweg. Bei Scheidungen kommen sie bei uns aber noch nicht oft zum Zug.

Text Lionel Pousaz

In den englischsprachigen Ländern schlichten sogenannte Schiedsgerichte auch Familienstreitigkeiten über Unterhaltszahlungen, Vermögensaufteilungen oder das elterliche Sorgerecht. In der Schweiz ist dies viel seltener der Fall. Warum? Welche Grenzen setzt das hiesige Recht der Schiedsgerichtsbarkeit in solchen Fällen? Könnte ein grösserer Teil der jährlich mehr als 15 000 Scheidungen hierzulande von Schiedsgerichten übernommen werden? Clara Wack, Doktorandin der Rechtswissenschaften an der Universität Freiburg, will diese Fragen in ihrer Dissertation beantworten.

Schluss mit schön: Manche Streitpunkte bei einer Scheidung würden besser per Schiedsgericht gelöst. Foto: Peter Dazeley/Getty Images

Ein Schiedsverfahren beruht auf einer Vereinbarung zwischen den Parteien. In der Regel wird so schneller eine Einigung erzielt. Die Parteien verpflichten sich, die getroffene Entscheidung zu respektieren, sodass sie ebenso rechtsverbindlich ist wie ein klassisches Gerichtsurteil. «Das ist der Hauptunterschied zur Mediation, die in der Schweiz häufig bei Familienkonflikten eingesetzt wird», erklärt Wack. «Sobald eine Partei dem Verfahren zugestimmt hat, kann sie nicht mehr zurücktreten.»

Nach Schweizer Recht können Streitigkeiten zwischen Personen mit Wohnsitz in der Schweiz nur dann durch ein Schiedsverfahren beigelegt werden, «wenn die Parteien gemäss Gesetz frei darüber verfügen können», erklärt Wack. «Bei Fragen zur Beziehung zwischen Eltern und Kind, die dem Grundsatz des Kindeswohls unterliegen und gesetzlich geregelt sind, ist dies im Allgemeinen nicht der Fall.» Sorgerecht oder das Besuchsrecht fallen daher zwingend in die Zuständigkeit eines traditionellen Gerichts.

Auch wenn es darum geht, das während der Ehe erworbene Vermögen unter den Eheleuten aufzuteilen, kann es komplex werden, wie Wack weiss: «Aktuell wird in der Literatur überwiegend die Meinung vertreten, dass die Parteien über diese Streitigkeiten frei verfügen können, also ohne Aufsicht durch ein Gericht. Die Frage bleibt jedoch umstritten. Bei Renten wird dies noch kontroverser diskutiert, insbesondere wenn es sich um Kinderrenten handelt.» Wack will mit ihrer Dissertation zu mehr Klarheit beitragen. «Mein Ziel ist es nicht, Schiedsverfahren bei Familienkonflikten zu propagieren, sondern zu verstehen, welchen Platz ihnen das Schweizer Recht einräumt.» Die Forscherin interessiert sich aber auch für weitere Aspekte. Zum Beispiel: Kommt diese teurere Alternative auch infrage, wenn die beiden Parteien nicht über die gleichen finanziellen Ressourcen verfügen?

Mediation und Konsens zuerst

Schiedsverfahren haben Vorteile gegenüber dem klassischen Rechtsweg: Die Entscheide fallen in der Regel schneller, das Verfahren ist flexibler und die Parteien wählen die Richterin oder den Richter selbst. Berühmte Paare können zudem von mehr Diskretion profitieren. Ausserdem sind Schiedssprüche international oft einfacher durchzusetzen. «Bei Familienkonflikten scheint mir das einer der interessantesten Punkte», sagt Wack.

Laura Bernardi, Soziologin an der Universität Lausanne und Expertin für Familienfragen, betont, dass Streitigkeiten dennoch am besten im Voraus vermieden werden sollten. Bevor es zum Rechtsstreit kommt, gibt es übrigens noch andere Alternativen. «Der Kanton Wallis hat kürzlich das Konzept des elterlichen Konsenses eingeführt, eine Art erweiterte Mediation, bei der von Beginn weg Fachpersonen von Gerichten, Sozialarbeit, Mediation und Psychologie eingebunden sind. In den meisten Fällen führte dieses Verfahren bereits in der ersten Sitzung zu einer Einigung.»

Gemäss Bernardi verschärfen die heutigen Gerichtsverfahren häufig die elterlichen Konflikte. Deshalb befürwortet sie grundsätzlich solche Entwicklungen. «Wenn es zu einem Schiedsverfahren kommt, besteht allerdings eine gewisse Gefahr, dass gesetzliche Vorschriften missachtet werden. Letztendlich ist sorgfältig darauf zu achten, dass die Interessen der Eltern nicht über das Wohl der Kinder gestellt werden.»

Lionel Pousaz ist Wissenschaftsjournalist und lebt in Boston.

Klonale Räuberameisen pflegen ihre Artgenossinen, wenn sie erkrankt sind. Das hat die Forschenden überrascht. Foto: Martinho Girão Marques

Seuchenbekämpfung im Ameisenstaat

Tausende Tiere auf engstem Raum: Im Ameisennest sollten Krankheitserreger eigentlich leichtes Spiel haben. Wie die Insekten Epidemien trotzdem in Schach halten.

Text Simon Koechlin

Dicht gedrängt aufeinander zu leben birgt Risiken. Das wissen wir spätestens seit der Corona-Pandemie. Ein Paradebeispiel für enge soziale Kontakte in grossen Gruppen sind Ameisennester. Yuko Ulrich, frühere Assistenzprofessorin an der ETH Zürich und heute Gruppenleiterin am Max-Planck-Institut in Jena, untersucht die Dynamik von Infektionen in Ameisenkolonien.

Ihr Modell ist die Klonale Räuberameise Ooceraea biroi, die ursprünglich aus Asien stammt. Das Spezielle bei dieser Art: Es gibt keine Königin. Die Kolonie besteht ausschliesslich aus Arbeiterinnen, die alle am selben Tag unbefruchtete Eier ablegen, aus denen die nächste Generation schlüpft. Weil die Kolonien nicht gross sein müssen, um zu funktionieren, kann Ulrich sie in Petrischalen halten. Jede Ameise trägt einen Farbcode auf dem Rücken. Kameras und eine Software verfolgen die Wege jedes einzelnen Insektes.

Mit ihrem Team untersucht Ulrich, wie Ameisen erkennen, ob eine Artgenossin krank ist – und wie sie darauf reagieren. Dazu infizierten sie manche von ihnen mit Pilzsporen. Die Artgenossinnen erkannten die erkrankten Tiere sofort und kümmerten sich um sie. Sie entfernten die Pilzsporen, was die Überlebenswahrscheinlichkeit deutlich steigerte. «Dass sich die gesunden Ameisen derart um ihre erkrankten Nestkolleginnen kümmerten, hat uns etwas überrascht», sagt Ulrich. «Wir hätten eher damit gerechnet, dass kranke Tiere isoliert werden.»

Bekannt sind bei Ameisen beide Strategien: Pflege und Isolation. Diese würden einander nicht unbedingt ausschliessen, sagt Nathalie Stroeymeyt, die in Lausanne und Freiburg zu Epidemien in Ameisenkolonien forschte und jetzt an der Universität Bristol ist. «In der Anfangsphase einer Epidemie können sich infizierte Individuen selbst isolieren, indem sie mehr Zeit ausserhalb des Nests verbringen, während sie gleichzeitig von den Nestgenossen verstärkt gepflegt werden», sagt sie. Eine Studie mit einer infizierten Brut habe gar gezeigt, dass Ameisen von einer Pflege- zu einer Tötungsstrategie übergehen, sobald der Infektionsgrad zu hoch wird.

Sowohl das Pflegen als auch die Isolation hätten Vor- und Nachteile, ergänzt Ulrich. Wer eine kranke Nestgenossin pflegt, setzt sich einem Infektionsrisiko aus. Wahrscheinlich aber sei dieses Risiko im Fall der Pilzinfektion überschaubar. Mit einem anderen Parasiten könnte dies aber anders aussehen: Ulrich plant deshalb, die Reaktion der Kolonien auf viele unterschiedliche Pathogene zu untersuchen – unter anderem Fadenwürmer und Viren. «Wir gehen davon aus, dass Ameisen abwägen, wann welche Strategie sinnvoller ist – zum Beispiel aufgrund der Gefahr, die von einem Parasiten ausgeht.»

Reaktion auf künstliche Entzündung

Eine offene Frage bleibt, wie kranke Tiere erkannt werden. «Die Pilzsporen konnten die Ameisen wohl riechen», sagt Ulrich. «Aber wir wollten wissen, ob sie auch einen vom Wirt produzierten Krankheitsgeruch wahrnehmen.» Dazu injizierten sie und ihr Team Ameisen einen Wirkstoff, der eine Entzündungsreaktion im Körper hervorruft. So lässt sich eine Infektion simulieren, ohne dass ein Tier wirklich ansteckend ist.

Auch ohne Erreger wurden die Ameisen mit dem Wirkstoff erkannt und erhielten Körperpflege. Ulrichs Vermutung, dass die Ameisen via eine Art Geruchsmoleküle auf der Ameisenhaut Krankheit erkennen, wurde in ihrer Studie also nicht bestätigt. Es gebe viele andere mögliche Erkennungsmerkmale, sagt Ulrich. Etwa flüchtige Duftstoffe oder schlicht das Verhalten. So wie wir Menschen oft intuitiv erkennen, wenn sich eine Person krankheitshalber langsamer oder anders bewegt.

An Ameisen, sagt Ulrich, könne man mathematische Modelle testen, die auch für Epidemien beim Menschen benutzt würden. «Es gibt zum Beispiel theoretische Voraussagen, wonach Erreger sich langsamer in sozialen Netzwerken ausbreiten, die aus verschiedenen Kasten bestehen, die für bestimmte Aufgaben zuständig sind.» Ansonsten, sagt die Forscherin, sei sie aber vorsichtig damit, von ihren Studien auf menschliche Seuchen zu schliessen. «Dafür gibt es zu viele Unterschiede zwischen Ameisen und Menschen.»

Simon Koechlin ist freier Wissenschaftsjournalist in Brittnau (AG).

Zusammenarbeit mit China ja, Vertrauen haben nein

Der russische Angriff auf die Ukraine, das aggressive Auftreten Chinas: Die Wissenschaftswelt sucht fieberhaft nach Lösungen, wie die Zusammenarbeit mit nicht demokratischen Staaten in der Forschung in Zukunft geregelt werden soll.

Text Florian Fisch

Internationale Zusammenarbeit par excellence: Magnetexperte Min Liao (links) und der Leiter der Abteilung Maschinenbau Xavier Bravo (rechts) diskutieren mit dem Generaldirektor von ITER, Eisuke Tada (Mitte). Foto: ITER

«Wir wollen die Völker der Welt vereinen und die Grenzen von Wissenschaft und Technologie zum Wohle aller verschieben.» So schön schildert das Cern in Genf seine Mission. Die Unesco, unter deren Patronat das Cern 1954 gegründet wurde, schreibt auf ihrer Website, Wissenschaft könne eine gemeinsame Sprache sein und ermögliche persönliche Kontakte jenseits internationaler Politik. So kam 1955 sogar eine Delegation von Forschenden aus der Sowjetunion auf einen Besuch nach Genf. Für die meisten ist heute zudem klar: Globale Probleme wie Klimaerwärmung und Pandemien brauchen globale Zusammenarbeit.

Dieses Fundament für die Zusammenarbeit wurde durch den Angriff Russlands auf die Ukraine jedoch heftig erschüttert. So hat das Cern den Beobachterstatus Russlands suspendiert, den eigenen Forschenden untersagt, mit russischen Institutionen zusammenzuarbeiten und will die Kooperationsvereinbarung mit dem Staat 2024 nicht mehr erneuern.

Auch einzelne Forschende vertreten eine solche harte Haltung. Zum Beispiel ein Chefredaktor einer Fachzeitschrift, der sich zurzeit nur anonym äussern möchte: «Wissenschaftlerinnen aus der ganzen Welt sollen zusammenarbeiten. Aber mit illegitimen Staaten zu kooperieren ist keine gute Idee.» Illegitim seien alle nicht demokratischen Staaten, die per Definition nicht die Kultur ihrer Bevölkerung vertreten können.

Guidelines genügen nicht

Viel komplexer als der vergleichsweise klare Boykott Russlands ist die Frage, wie man mit China zusammenarbeiten soll. Das Land der Mitte tritt auf der Weltbühne zunehmend aggressiv auf, und die Menschenrechtssituation im Land verschlechtert sich. Für die Zusammenarbeit mit chinesischen Forschenden besonders schwierig ist das im November 2021

in Kraft getretene neue chinesische Datenschutzgesetz, das die Nutzenden digitaler Dienste zwar vor den Unternehmen schützt, aber dem chinesischen Staat uneingeschränkten Zugang zu den Informationen gewährleistet. Dazu kommt das Nachrichtendienstgesetz von 2017, das sämtliche Bürger des Landes zur Mitarbeit verpflichtet, wenn sie dazu aufgefordert werden. Somit kann potenziell jede Chinesin vom Regime zur Mitarbeit gezwungen werden.

Die Haltung der chinesischen Regierung widerspricht den Werten der Wissenschaft. «Fast jedes Prinzip der Integrität wird missachtet», sagt Ralph Weber, Professor für Politikwissenschaften an der Universität Basel. Weber forscht zu europäisch-chinesischer Wissenschaftspolitik, und er hielt sich 2003 und 2010 für längere Forschungsaufenthalte an Universitäten in Peking auf. In westlichen Demokratien geniesse die Wissenschaft eine hohe Autonomie gegenüber der Politik, in China würden diese Systeme aber nicht voneinander getrennt, erklärt er. Vor ein paar Jahren habe man dies als weniger problematisch wahrgenommen. «Seit Xi Jinping an die Macht kam, hat sich das Land zunehmend autoritär verschlossen.»

Während es in Ländern wie Russland vor dem Krieg durchaus die Möglichkeit gab, mit Regimegegnern zusammenzuarbeiten, fehle in China schon länger eine Zivilgesellschaft, die unabhängig vom Staat handeln könne. In einem System, das sich so autoritär durchsetze, sei Vertrauen in Einzelne nicht möglich. «Ich selbst habe keinen Kontakt mehr zu Leuten aus China, die ich noch vor wenigen Jahren als Freunde bezeichnet hätte.» Deshalb sein Rat: «Kooperation zu ausgewählten Themen ist möglich, aber nicht auf Basis von Vertrauen.»

Ganz so schwarz sieht das Basile Zimmermann nicht. Er ist Dozent an der Universität Genf und Direktor des Konfuzius-Instituts, das auch Geld aus China erhält. Er diagnostiziert eine Überreaktion des Westens auf China: «Wir haben eine sehr alte kollektive Angst vor dem Einfall der Barbaren aus dem Osten. Und die Medien bedienen dieses Ressentiment.» Er sehe das pragmatisch: Weder China noch Europa würden ihr System so rasch ändern. Der Umgang mit den Unterschieden sei zwar nicht einfach, aber China respektiere durchaus die Regeln in anderen Ländern.

Die europäischen Forschungsinstitutionen jedoch sind beunruhigt und sehen sich in der Bredouille. Die schiere Grösse der Wissenschaftsmacht China verlangt nach Zusammenarbeit. Doch wie können die einen Patientinnendaten schützen, wenn die anderen sie dem Staat zur Verfügung stellen müssen? Lidia Borrell-Damián, Generalsekretärin der europäischen Wissenschaftsdachorganisation Science Europe, sagt: «Die Situation ist zurzeit sehr schwierig, weil die Forschenden in Europa nicht wissen, was mit Daten geschieht, die sie mit Forschenden in China teilen.» Verschiedene Verhandlungen zu Kooperationsabkommen mit China steckten im Augenblick fest.

Viel, viel mehr antizipieren!

Zurzeit arbeiten sowohl Science Europe als auch die Dachorganisation der Schweizer Hochschulen, Swissuniversities, mit Guidelines. Bei Letzteren werden Fälle anonymisiert geschildert: ein Partner, der die Publikation einer Arbeit verhindern will, plötzlich auftauchende Botschaftsangestellte, die an einer Veranstaltung zu einem politisch heiklen Thema die Teilnehmenden fotografieren, eine chinesische Universität, die den Kontakt abbricht, nachdem die Heimatstadt der deutschen Partneruniversität einen Menschenrechtsaktivisten geehrt hatte. In allen Fällen sei eine pragmatische Lösung gefunden worden.

> **«Wir haben eine alte, kollektive Angst vor dem Einfall der Barbaren aus dem Osten.»**
>
> Basile Zimmermann

Das Unbehagen bleibt. So machte im August 2021 die Geschichte eines Schweizer Doktoranden der Universität St. Gallen in den Medien die Runde. Wegen eines China-kritischen Tweets soll seine Professorin das Betreuungsverhältnis beendet haben. Sie habe auf Druck von China reagiert, sagte der Doktorand. Die Universität widersprach. Das Betreuungsverhältnis sei jedoch zerrüttet. Das Doktorat ist abgebrochen, der fahle Nachgeschmack bleibt und Selbstzensur wird zum Thema.

«Guidelines sind gut, reichen aber nicht», sagt Politikwissenschaftler Ralph Weber, der schon einige Hochschulen zu diesen Fragen beraten hat. Diese seien sich der Problematik sehr bewusst. Doch die Forschenden in demokratischen Ländern müssten besser über die aktuelle Situation in autoritär regierten Ländern wie Russland, China oder Iran informiert werden, damit sie selbstverantwortlich entscheiden können, ob sie kooperieren wollen. Dafür brauche es ein nationales Kompetenzzentrum. «Vielleicht muss man sogar die Autonomie der Forschenden bei der Zusammenarbeit in militärnahen Bereichen stärker einschränken, so wie beispielsweise auch bei der Forschung mit menschlichen Embryonen Grenzen gesetzt werden», so Weber.

Beim Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) sieht man das anders: «Der Bund ist für die internationale Zusammenarbeit in Forschung und Innovation ein Enabler (Wegbereiter, Anm. d. Red.), die Hochschulen und ihre Forschenden sind autonom», schreibt der Leiter der Kommunikation, Martin Fischer. Die Behörden spielen den Ball also der Forschung zurück. Jean-Marc Rickli, Leiter von Global and Emerging Risiks am Geneva Centre for Security Policy, nimmt diesen Ball auf. Er gehört zu den eindringlichsten Warnern vor China und findet, die Wissenschaft müsse sich generell wappnen. Dazu hat er konkrete Vorschläge.

Zum Beispiel müsse verhindert werden, dass Technologie gegen uns selbst verwendet wird: «Wir müssen uns dieses absurden Silicon-Valley-Mantras von ‹Move fast and break Things› entledigen.» Anstatt unausgereifte Technologie so schnell wie möglich zu verbreiten, solle das Motto «Security by Design» beherzigt werden und ein möglicher Missbrauch von Anfang an mitgedacht und erschwert werden. Wenn Technologie potenziell katastrophale Auswirkungen haben könne, könne etwa ein sogenannter Kill Switch integriert werden. So ein Notschalter war zum Glück vorhanden, als das britische Gesundheitssystem 2017 durch die Ransomware Wannacry gelähmt wurde.

Ein anderer Vorschlag Ricklis ist an die Hochschulleitungen gerichtet: Sie sollen sich von vornherein überlegen, wie sie kritisches Denken und finanzielle Unabhängigkeit auch bei Druckversuchen von aussen aufrechterhalten können. Das hätte vielleicht im beschriebenen Fall der Universität St. Gallen Reputationsschaden verhindern können. Eins ist jedoch für alle klar: Für die Zusammenarbeit mit autoritären Regimes braucht es mehr Wissen – sei es über die eigenen Sicherheitssysteme oder darüber, wie autoritäre Regierungen überhaupt funktionieren. Das könnte etwa mittels Kompetenzzentren oder via Bildung geschehen. Der Genfer Basile Zimmermann formuliert es so: «Wenn wir nicht verstehen, sind wir schlecht ausgerüstet, um im Krisenfall richtig zu reagieren.»

Florian Fisch ist Co-Redaktionsleiter von Horizonte.

Supercomputer treffen auf Kastanienwälder

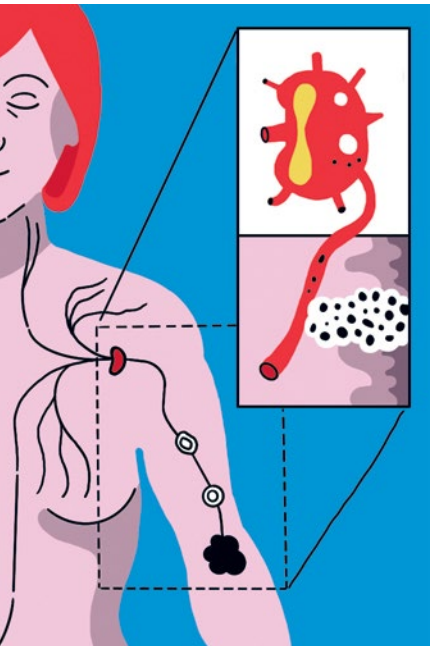
Das Tessin wird oft als die Sonnenstube der Schweiz bezeichnet. Doch es ist auch ein Forschungsstandort mit internationaler Ausstrahlung. Eine Entdeckungsreise.

Text Simone Pengue Illustrationen Clara San Millán

Das Zentrum für Immunabwehr

Ort: Istituto di ricerca biomedica, Bellinzona

Auf halbem Weg zwischen dem Fluss Ticino und dem Castelgrande, der imposanten Höhenburg über Bellinzona, liegt das Istituto di ricerca biomedica (IRB). Es gehört zur Università della Svizzera italiana (USI) und beherbergt mehr als 100 Forschende der Biowissenschaften aus über 25 Ländern. «Wir wollen das Verständnis in der Humanimmunologie erweitern, insbesondere über die Mechanismen der Immunabwehr», erklärt Direktor Davide Robbiani. «Das Immunsystem ist die beeindruckende Verteidigungswaffe des menschlichen Körpers, die Bedrohungen durch Viren und Bakterien, aber auch durch Krebszellen erkennt und neutralisiert.» Es versteht sich von selbst, dass die Forschung mit medizinischen Anwendungen Hand in Hand geht. Zwei erfolgreiche medizinische Spin-offs wurden in den letzten Jahren aus dem Institut heraus gegründet.



Das 2021 eingeweihte, brandneue Gebäude des IRB ist Teil der ehrgeizigen Wachstumsstrategie des Instituts. Seit der Gründung im Jahr 2000 mit vier Forschungsgruppen hat das Institut neun weitere Gruppenleitende angeworben, und in den kommenden Jahren sollen nochmals vier weitere hinzukommen. Gemeinsam mit dem Istituto oncologico di ricerca in Bellinzona lanciert das IRB zudem Projekte in der Tumorimmunologie und ist im Gespräch mit verschiedenen Fakultäten der USI in Lugano und der Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI), der Fachhochschule. Dort werde gerade im Bereich der öffentlichen Gesundheit und der künstlichen Intelligenz intensiv geforscht, wie Robbiani erklärt.

Der Immunologe ist von der gesamten Wissenschaftslandschaft in seinem Kanton begeistert: «Im Tessin gibt es derzeit eine ausgeprägte Dynamik und viel Enthusiasmus für die Biowissenschaften.» Ein Ergebnis ist ein innovatives medizinisches Studienprogramm, das von der USI und der ETH Zürich gemeinsam entwickelt wurde. Das IRB trägt zum Ziel des Tessins bei, das Wachstum in den Biowissenschaften zu fördern. «Der Kanton scheint sich zu einem Magneten für Life-Science-Unternehmer zu entwickeln: In den letzten Monaten sind in Bellinzona zwei neue Startups entstanden, ein drittes wird demnächst dazukommen.»

Davide Robbiani zog 2020 von seinem Labor für Immunologie in New York zurück in seine Heimat, das Tessin, und übernahm die Leitung des Instituts. Was sind seine persönlichen wissenschaftlichen Ziele? «Ein Aspekt, mit dem ich mich in letzter Zeit beschäftigt habe, ist das Immungedächtnis», antwortet er. «Wie unser Gehirn hat auch das Immunsystem die Fähigkeit, sich an vergangene Be-

gegnungen zu erinnern. Die molekularen Grundlagen des immunologischen Langzeitgedächtnisses zu verstehen, ist eine Herausforderung, die ich sowohl wichtig als auch faszinierend finde.

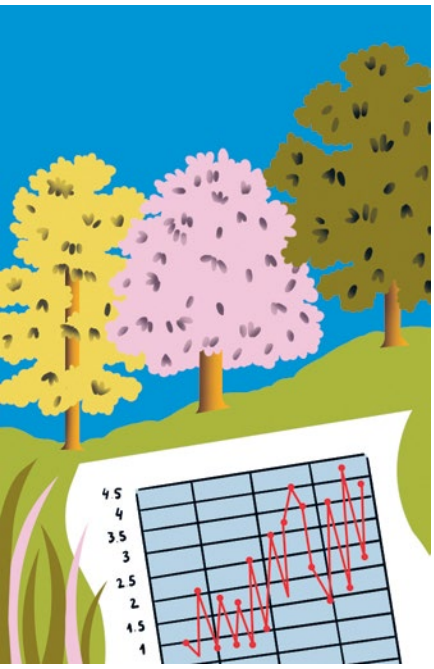
Das Wissen gegen die Waldbrände

Ort: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Cadenazzo

Atemraubende Wälder, liebliche Weinberge und viel Sonne – das ist das Tessin, wie wir es kennen und lieben. Aber eine so reiche Landschaft will gepflegt werden. Dies ist das Ziel der Forschungsgruppe in Cadenazzo unter der Leitung von Marco Conedera von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL). Dazu entwickelt die Gruppe wissenschaftliche Instrumente zur Überwachung und Bewirtschaftung der natürlichen Systeme südlich der Alpen.

Von den fünf WSL-Standorten liegt nur Cadenazzo auf der Alpensüdseite. Das vierköpfige Team will verstehen, wie und warum sich die südliche Landschaft aus wilden Wäldern und kultiviertem Land verändert. «Ursachen sind einerseits die globale Erwärmung und anderseits die seit dem Zweiten Weltkrieg völlig veränderte Landnutzung. Beide Faktoren haben einen starken Einfluss», erklärt der Wissenschaftler. Eine der Hauptfolgen des Temperaturanstiegs und der mangelnden Bewirtschaftung der Berggebiete sind Waldbrände.

Als Conedera 1984 seinen Abschluss als Forstingenieur an der ETH Zürich machte und in sein Heimatdorf Arbedo im Tessin zurückkehrte, wollte er die Brände in den Kastanienwäldern untersuchen. Zusammen mit Kolleginnen und Kollegen entwickelte er Werkzeuge zur Brandverhütung wie die Software Fire Niche, die anhand historischer Daten zu Wetter und Bränden das Waldbrandrisiko vorhersagt. Das Tool wird vom Kanton eingesetzt und dient dazu, bei Bedarf Warnungen oder Feuerverbote herauszugeben. «Waldbrände betreffen auch Städte», sagt Conedera. «Im Dezember 2023 jährt sich der schreckliche Waldbrand im Val Colla zum fünfzigsten Mal. Rauch und Asche verdunkelten den Himmel über Lugano drei Tage lang.»



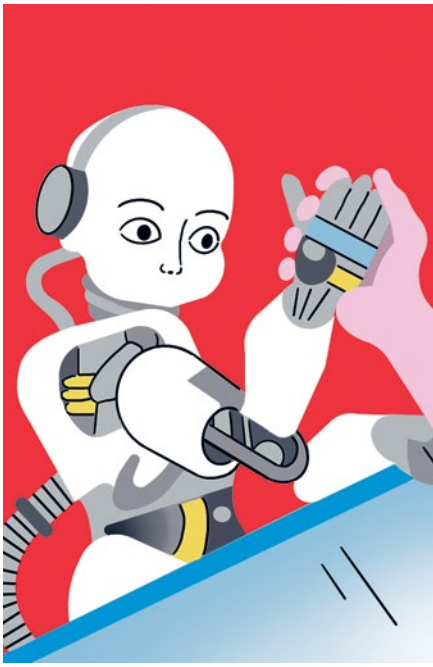
Doch Feuer ist nicht das einzige Problem. Die globale Erwärmung, das Fehlen natürlicher Barrieren zwischen der Schweiz und den Mittelmeerländern und eine Bevölkerung, die ständig in Bewegung ist, begünstigen die Ausbreitung neuer Arten in der Südschweiz, wobei Palmen ein augenscheinliches Beispiel sind. Die Auswirkungen eingeführter Arten auf das Ökosystem, den Boden und den Menschen müssen sorgfältig beobachtet werden. Beispielsweise können die Sporen neu eingeführter Pilzarten, die mit den Palmen ins Land kommen, manchmal schwere allergische Reaktionen verursachen.

Die Forschung der WSL in Cadenazzo ermöglicht auch Vorhersagen dazu, welche landschaftlichen Veränderungen in den nächsten Jahrzehnten in der Nordschweiz zu erwarten sind. «Was wir heute im Tessin sehen, wird durch die steigenden Temperaturen in 30 Jahren im Rest des Landes zu sehen sein. Wir sind bereits auf dem Weg dahin», meint Conedera. «Im Flachland der Nordschweiz leiden einige Baumarten wie Eschen und Fichten zunehmend unter dem veränderten Klima. Es wird ernsthaft darüber nachgedacht, sie durch Arten aus dem Süden, wie zum Beispiel Kastanienbäume, zu ersetzen. Die Schweiz hat eine einmalige Chance, sich an die Klimaerwärmung anzupassen – dank der im Süden des Landes gesammelten Erfahrungen.»

Der Vater der modernen KI

Person: Jürgen Schmidhuber vom Istituto Dalle Molle di studi sull'intelligenza artificiale, Lugano.

«Künstliche Intelligenz entwickeln, die schlauer ist als ich, und dann in Pension gehen.» Das ist seit seiner Jugendzeit das ehrgeizige Ziel von Jürgen Schmidhuber. Nach mehr als drei Jahrzehnten Forschung an der TU München und am Istituto Dalle Molle di studi sull'intelligenza artificiale (IDSIA) und nachdem er seine Gruppe zu wichtigen Entdeckungen im Bereich künstliche Intelligenz führte, hat der von den Medien als Vater der modernen KI bezeichnete Informatiker sein Ziel fast erreicht.



Das IDSIA, das sowohl zur SUPSI als auch zur USI gehört, wurde schon bald nach seiner Gründung im Jahr 1988 zu einer führenden Forschungseinrichtung für künstliche Intelligenz. Der Gründer Angelo Dalle Molle war ein visionärer italienischer Philanthrop, der von einer Welt träumte, in welcher der Mensch Seite an Seite mit der Technologie zu einer besseren Lebensqualität strebt. Seit 1991 leistet Schmidhubers Labor Pionierarbeit bei der Erforschung von Algorithmen für neuronale Netze, auf denen künstliche Intelligenz beruht.

Das Grundkonzept eines neuronalen Netzes orientiert sich eng an der Art und Weise, wie Menschen denken und lernen: «Unser Gehirn hat Milliarden von Neuronen. Ein Teil gehört zu den Input-Neuronen, die Informationen zu akustischen, visuellen und taktilen Reizen oder zu Schmerz, Hunger und so weiter aufnehmen und weiterreichen. Ein weiterer Teil gehört zu den Output-Neuronen, die die Muskeln bewegen», erklärt Schmidhuber. «Die meisten Neuronen befinden sich dazwischen, wo das Denken stattfindet.

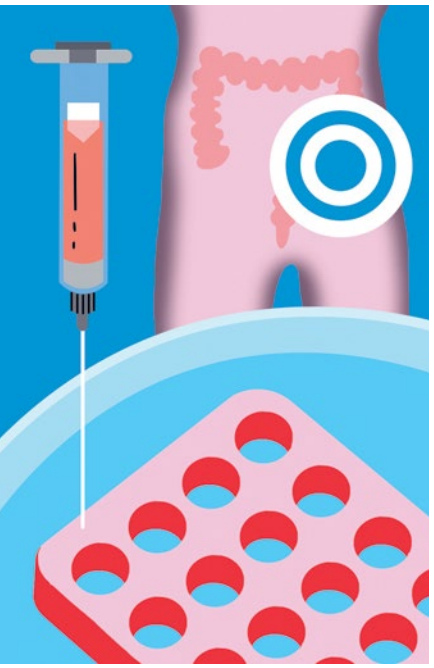
Dieses neuronale Netz lernt, indem es die Stärke der Verbindungen zwischen den Neuronen verändert. Nach diesem Prinzip scheinen die Erfahrungen eines ganzen Lebens kodiert zu sein.» Dasselbe gilt für künstliche neuronale Netze, die so lernen, Sprache, Handschrift oder Videos zu erkennen, Schmerzen zu minimieren, Vergnügen zu maximieren, Autos zu fahren und vieles mehr.

Die von seinem Labor entwickelten Algorithmen werden heute von den meisten Internetriesen wie Google, Facebook, Amazon und Microsoft eingesetzt. 2014 brachte Schmidhuber seine theoretischen Entdeckungen in sein eigenes Unternehmen mit Sitz in Lugano ein, das innovative KI-Lösungen für die Industrie und das Finanzwesen bereitstellt. Der Pionier ist sehr optimistisch, was die Zukunft dieser Branche im Herzen Europas angeht: «Als wir unser Unternehmen gründeten, kamen fast alle interessierten Investoren aus dem pazifischen Raum. Das hat sich geändert: In unserer zweiten Finanzierungsrunde erhielten wir plötzlich viel Aufmerksamkeit und erhebliche Investitionen auch von europäischen Unternehmen. Und wir sehen im Moment erst die Spitze des Eisbergs, der auf uns zukommt.»

«Die Biotinte sollte kleine Wirkstoffmoleküle gegen Entzündungen abgeben»

Person: Elia Guzzi, Mitgründer des Start-ups Inkvivo, Lugano

«Wir entwickeln spezielle Systeme, um Wirkstoffe kontrolliert freizusetzen – eine Biotinte, mit der wir dann Medikamente im 3D-Drucker herstellen. Diese können entweder im Körper platziert oder eingenommen werden. Ursprünglich war die Idee, ein System für die Versorgung nach Operationen zu entwickeln. Es sollte kleine Wirkstoffmoleküle gegen Entzündungen und Schmerzen nach orthopädischen Eingriffen abgeben. Später erkannten wir, dass wir unser Biomaterial auch für andere Herausforderungen wie Geweberegeneration, Chemotherapie oder die gezielte Zufuhr von Mikronährstoffen einsetzen können.



Die wissenschaftliche Idee basiert auf meiner Doktorarbeit an der ETH Zürich. Mitte 2020 fragte ich mich: Wie könnte diese Arbeit in ein medizinisches Produkt umgesetzt werden? Als ich anfing, mich bei Fachpersonen zu erkundigen, wurde mir klar, dass in der Medizin ein echter Bedarf nach der kontrollierten Abgabe von Wirkstoffen besteht. Im Gegensatz zu bisherigen Lösungen konzentriert sich unsere Methode auch auf das Verabreichungssystem. Insofern sind wir einzigartig.

Vor meiner Promotion habe ich bereits in einem Startup gearbeitet und dieses Umfeld sehr genossen, weil es sehr dynamisch ist. Jeden Tag macht man etwas anderes. Es ist eine Menge Arbeit und Verantwortung, aber man wird sehr geschätzt. Es war einmalig. Ich konnte mich auf meine Interessen konzentrieren und meine fachlichen Kompetenzen zur Lösung von Problemen einsetzen. Ich glaube, das ist für mich am wichtigsten: eine Herausforderung mit meinen eigenen Ideen anzugehen.

Im Jahr 2020 machte mein Geschäftspartner Stefano Cerutti seinen MBA. Wir sind seit fast zehn Jahren befreundet und ich wusste, dass er sich für innovative Technologien interessierte, da er auch Ingenieur ist. Also wandte ich mich an ihn und fragte: ‹Glaubst du, dass wir mit meiner Biotinte ein Start-up aufbauen könnten?› Er antwortete prompt: ‹Elia, du musst auch wirtschaftlich denken – es geht nicht nur um die Technologie!› Von da an begannen wir Seite an Seite zu arbeiten, er übernahm den finanziellen Teil. Für mich als Wissenschaftler ist es wichtig, Unterstützung von der Unternehmensseite zu bekommen.

Im vergangenen Jahr gewannen wir die Boldbrain Startup Challenge, mit der Auflage, uns im Tessin niederzulassen. Wir ergriffen die Gelegenheit. Ich komme aus dem Tessin, und es ist mir eine Ehre, meiner Heimat etwas zurückzugeben. Wir sind nun im USI Startup Centre. In diesem Inkubator profitieren wir von fachlicher Unterstützung für unsere nächsten Schritte. Bei Bedarf werden uns Kontakte zu Coaches oder erfahrenen Fachpersonen vermittelt. Wir bekommen zum Beispiel Hilfe bei der Ausarbeitung unserer Unternehmensstrategie und von Kooperationsvereinbarungen. Das ist sehr wertvoll, denn wir haben es mit grossen Akteuren zu tun.»

«Ich möchte eine Komponente mit einem Wirkungsgrad von 100 Prozent herstellen»

Person: Alberto Ortona, Gruppenleiter der Hybrid Materials Laboratory an der Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana, Lugano

«Schaut man auf die in der Schweiz lancierten europäischen Projekte, stellt man fest, dass das Tessin zu den aktivsten Regionen gehört. Dafür gibt es einen Grund: Wir forschen viel und erfolgreich, vor allem, wenn man bedenkt, dass im Kanton nur 350 000 Personen leben. Ich bin in einem sehr spezifischen Bereich tätig, aber ich würde sagen, dass wir in den letzten Jahren eine Art Boom erlebten.

Momentan befassen wir uns vor allem mit der Konzeption, Prüfung und Herstellung komplexer keramischer Strukturen für verschiedene Zwecke. Wir arbeiten unter anderem an Hightech-Anwendungen für den Energiebereich, zum Beispiel für solarthermische Kraftwerke, bei denen eine Vielzahl von Spiegeln das Sonnenlicht auf einen Punkt bündeln. An diesem Punkt wird ein Absorber erhitzt, der die konzentrierte Energie auf eine Flüssigkeit überträgt. Wir beteiligen uns auch am europäischen Projekt Hydrosol Beyond, für das wir Systeme zur Rückgewinnung von Wärme nach der Wasserspaltung entwickeln. Das ist ein Verfahren, bei dem aus Wasser reiner Wasserstoff und Sauerstoff gewonnen werden. Unser Ziel ist es, die bei diesem Prozess entstehende Wärme zurückzugewinnen und sie

zum Vorheizen der Einheit für die Wasserspaltung zu nutzen. Dafür stellen wir eine neue Generation von Wärmeaustauschern her, die bei sehr hohen Temperaturen von etwa 1200 Grad Celsius arbeiten und sehr kompakt sein müssen. Genau das bieten unsere keramischen Strukturen.

Ein drittes Beispiel ist ein Projekt im Bereich thermochemische Wärmespeicher. Durch die Aufnahme und Abgabe von Wasser in einer chemischen Lösung mit Natriumhydroxid kann im Sommer Wärme gespeichert und im Winter wieder abgegeben werden. Unsere Anwendungen dienen vor allem der nachhaltigen Energieversorgung: Keine dieser Technologien benötigt fossile Brennstoffe.

Gerade habe ich zwei sehr geschätzte Mitarbeitende verloren, aber ich freue mich natürlich sehr für sie! Sie haben zu zwei Unternehmen im Tessin gewechselt, in denen sie ziemlich dasselbe machen wie zuvor in unseren Forschungsprojekten. Dies zeigt: Hier sind auf Materialwissenschaften spezialisierte Fachkräfte gefragt.

Aber ich spreche lieber über Träume als über Erreichtes. Mein Traum wäre es, eine Komponente für eine Maschine mit einem Wirkungsgrad von 100 Prozent herzustellen. Das ist natürlich nur ein Traum. Ein grosser, ein unmöglicher Traum, aber mein persönlicher Traum.»

«Das wird die leistungsstärkste KI-fähige Maschine der Welt sein»

Das Schweizer Daten-Herz schlägt in Lugano: Denn hier ist das Hochleistungsrechenzentrum Centro Svizzero di Calcolo Scientifico (CSCS) der ETH Zürich angesiedelt. Maria Grazia Giuffreda, seit 2013 dessen stellvertretende Direktorin, spricht über Vergangenheit und Zukunft der Computerwissenschaften bei uns.

Dieses Jahr noch wird das CSCS über einen neuen Supercomputer mit dem Namen Alps verfügen, der einen Weltrekord aufstellt. Warum dieser Name?
Wir benennen unsere Supercomputer immer nach Schweizer Bergen. In diesem Fall spiegelt der Name Alps eine neue Idee von Recheninfrastruktur, bei der auf einer einzigen Maschine virtuelle Cluster erstellt werden können – vergleichbar mit mehreren Gipfeln in den Alpen. Alps wird Berechnungen in vielen Forschungsbereichen durchführen, wie Wetter und Klima, Materialwissenschaften, Biowissenschaften, Kernfusion oder Astrophysik. Das neue System wird die leistungsstärkste KI-fähige Maschine der Welt sein, und das CSCS steht bereits in Kontakt mit dem Istituto Dalle Molle di studi sull'intelligenza artificiale, um die Anforderungen für die KI abzuklären.

Warum befindet sich das CSCS im Tessin?
Dies war letztlich eine politische Entscheidung. Als in den 1980er-Jahren in Politik und Wissenschaft über ein Supercomputing-Zentrum in der Schweiz diskutiert wurde, konnte das Tessin ein konkurrenzloses Angebot zum Zeitrahmen machen. Die räumliche Trennung von der ETH stärkt unseren Auftrag, die ganze Schweiz zu bedienen. Alle Forschenden sollen die gleichen Chancen haben. Ausserdem brachten uns der neue Gotthard- und der Ceneri-Basistunnel der übrigen Schweiz physisch näher. Seit der Eröffnung der Tunnels besuchen uns immer mehr Interessierte und Nutzende von der anderen Seite der Alpen. Wir leisten auch einen Beitrag zur kantonalen Wirtschaft, indem wir viele Arbeitsplätze für Einheimische schaffen.

Ist das Tessin ein gutes Umfeld für die Wissenschaft?
Seit ich vor 16 Jahren hierhergezogen bin, hat das Tessin sein technologisches und wissenschaftliches Potenzial entdeckt und erlebt eine enorme wissenschaftliche Entwicklung, gerade im Bereich Informatik und künstliche Intelligenz. Heutzutage ist das Interesse an KI und maschinellem Lernen so gross, dass das Tessin vielleicht zum Silicon Valley der Schweiz wird. Trotz seiner geringen Grösse verfügt der Kanton über eine grosse Konzentration von starken und innovativen Instituten in verschiedenen Bereichen.

Die Computerwissenschaften werden häufig von Männern dominiert. Wie ist das für Sie?
Tatsächlich sind die MINT-Bereiche immer noch sehr männerlastig, auch in der Schweiz. Selbst jetzt, als stellvertretende Direktorin, muss ich immer noch beweisen, dass ich am richtigen Ort bin und das Richtige tue. Ich stehe ständig unter Beobachtung. Wir müssen als Frauen selbstbewusster auftreten. Manchmal habe ich das Gefühl, dass wir vieles gar nicht erst versuchen, weil es zu schwierig scheint. Wir geben zu früh auf, aber das ist nicht die richtige Einstellung.

Simone Pengue ist freier Journalist in Basel und Lugano.

«Ein mathematisches Problem ist etwas Intimes»

Ihren Ansatz nennt sie etwas naiv, ihre Forschung vergleicht sie mit Goldsuche: Die Gewinnerin der Fields-Medaille Maryna Viazovska von der EPFL über den Preis, ihre Arbeit und den Krieg in ihrer Heimat Ukraine.

Text Daniel Saraga Foto Catherine Leutenegger

Maryna Viazovska, wie ging es Ihnen, als Sie die Fields-Medaille erhielten?
Ich hatte natürlich grosse Freude. Es ist eine Ehre, zu den wenigen Personen zu gehören, die diesen Preis erhalten. Gleichzeitig stellte ich ein Paradoxon fest: Die Auszeichnung würdigt unsere Forschung, ist aber mit der Erwartung populärwissenschaftlicher Erklärungen verbunden, die dem eigentlichen Wesen unserer Arbeit nicht gerecht werden können.

Zu viel Populärwissenschaft für Ihren Geschmack?
Ich kämpfe ein wenig darum, meine Zeit einfach mit Mathematik zu verbringen. Aber mit Menschen zu sprechen, die nichts über mein Thema wissen, ist auch eine sehr interessante Erfahrung, weil das für mich völlig neu ist. Als Forscherin muss ich doch neugierig sein, oder? Ich stelle mir also die Frage: Warum sind diese Leute gekommen? Was wissen sie über Mathematik? Was interessiert sie?

Im September 2022 wurden Sie ins Bundesparlament eingeladen. Welche Eindrücke von der Begegnung sind geblieben?
Das ist vielleicht naiv, aber ich spürte eine positive Energie und ein aufrichtiges Interesse. Vielleicht, weil meine Arbeit neutral ist und nichts mit Politik zu tun hat. Wir haben auch über die Bedeutung der internationalen Zusammenarbeit und der Grundlagenforschung gesprochen und die Erwartungen der Wissenschaft an die Politik. Ich halte nicht viel davon, Grundlagenforschung mit einem möglichen späteren Nutzen zu rechtfertigen. Es gefällt mir einfach, dass sie es uns ermöglicht, etwas langsamer vorzugehen und darüber nachzudenken, was wir tun und was wir wollen. Für mich sind viele unserer Probleme nicht darauf zurückzuführen, dass uns die Werkzeuge zur Verwirklichung unserer Vision fehlen, sondern darauf, dass unsere Vision nicht die richtige ist.

Ihr Spezialgebiet ist optimale Verpackung von Kugeln. In der dritten Dimension wurde das Problem erst 1998 gelöst. Warum ist es so schwierig?
Es ist ein Optimierungsproblem mit einer unendlichen Anzahl von Freiheitsgraden (Parameter, Anm. d. Red.). Ausserdem ist die Lösung nicht eindeutig: Die beste dreidimensionale Packung enthält sechseckige Schichten, aber man kann sie auf unendlich viele Arten verschieben, ohne die Anordnung zu zerstören. Ab den 1950er-Jahren wurden Wege gefunden, das Problem mit einer begrenzten Anzahl von Parametern neu zu formulieren, aber es blieb unheimlich komplex.

Wann wagten Sie sich in die 8. Dimension des Kugelverpackungsproblems?
2014 bei meinem Postdoc an der Humboldt-Universität zu Berlin. Es war ein Wagnis, denn in der Mathematik weiss man nie, ob man Erfolg haben wird oder nicht. Wenn man aber den Weg sieht, wie ein Problem gelöst werden kann, ist es eigentlich schon gelöst.

Sie haben das Problem auch in der 24. Dimension gelöst. Warum 8 und 24?
Weil diese Dimensionen besondere Symmetrien haben. 2001 hatten die Mathematiker Cohn und Elkies von der Harvard-Universität die Dichte der Kugelpackung in der 8. und 24. Dimension mithilfe des Computers sehr genau geschätzt, konnten aber keine explizite Form für die von ihnen verwendete Hilfsfunktion angeben. Mein Beitrag bestand darin, diese Funktion zu finden. Ich verwendete sogenannte Modulformen, an denen ich während meiner Doktorarbeit gearbeitet hatte. Ein wenig Glück spielte auch eine Rolle.

Glück? Fachleute sagen elegant, kreativ.
Meine Arbeit gleicht der Goldsuche. Man rüstet sich aus, geht nach Alaska, beginnt zu graben. Es gibt viel Staub, aber mit etwas Glück findet man kleine Nuggets: Formeln, Ergebnisse, Theoreme. Wir arbeiten mit Ideen, und die meisten gehen sang- und klanglos unter. Mein Ansatz ist etwas naiv. Ich arbeite an Problemen, die so einfach sind, dass ich sie verstehen kann, die aber eine grundlegende Frage aufwerfen. Danach gehe ich sie mit allen Werkzeugen an, die ich habe, und entwickle Werkzeuge, die mir noch fehlen. Man muss sich einen Überblick über das Thema verschaffen. Ich bin eher eine Person, die Probleme löst, als eine, die Theorien entwickelt.

Welches sind Ihre nächsten Projekte?
Ich werde mit geometrischer Optimierung weitermachen. Das ist ein spannendes Gebiet, das unendlich viele Probleme bietet. Aber ich sage nicht gerne zu viel, das bringt Unglück.

Aberglauben? Oder befürchten Sie, dass die Konkurrenz Ihr Thema stiehlt?
Ein bisschen von beidem, glaube ich. Ein mathematisches Problem ist auch etwas Intimes, das ich für mich behalten möchte. Aber ich kann verraten, dass ich mit Kugelverpackungsproblemen in Räumen mit vielen Dimensio-

Fields-Medaillen für Forschende in der Schweiz

Die Fields-Medaille gilt als **Nobelpreis für Mathematik** und wird alle vier Jahre an zwei bis vier Personen unter 40 Jahren vergeben. Die letzten fünf Male haben folgende Forschende, die in der Schweiz arbeiten oder hier aufgewachsen sind, die Auszeichnung gewonnen: Stanislav Smirnov (Universität Genf) im Jahr 2010, Martin Hairer (Universität Warwick) im Jahr 2014, Alessio Figalli (ETH Zürich) im Jahr 2018 sowie Hugo Duminil-Copin (Universität Genf) und Maryna Viazovska (EPFL) im Jahr 2022.

nen arbeiten werde. Wir wissen, dass die Dichte mit zunehmender Anzahl Dimensionen gegen null strebt, das heisst: Zwischen den Kugeln gibt es immer mehr leeren Raum. Aber wir wissen nicht, wie schnell diese Abnahme erfolgt. Ausserdem ist die beste Anordnung wahrscheinlich zufällig, nicht strukturiert wie in Räumen niedriger Dimensionen. Eine wichtige Frage: Siegt der Zufall über die Struktur?

Hätte dies einen praktischen Nutzen?
Ja, sie ist wichtig für die Informationstheorie: Wie können Nachrichten beim Senden am besten verdichtet und bei Übertragungsfehlern korrigiert werden? Die Arbeiten des Gründers der Informationstheorie, Claude Shannon, zeigen, dass die Anzahl der Bits pro Nachricht möglichst gross sein muss – und es gibt eine Entsprechung zu den Dimensionen der Kugeln.

Sie sind erst die zweite Frau unter 64 mit einer Fields-Medaille Ausgezeichneten. Soll man dies thematisieren?
Ich hoffe, diese Frage wird mir eines Tages nicht mehr gestellt. Nicht für mich, sondern für die Mathematik! Vielfalt ist wichtig, denn Forschende bringen immer auch ihre Persönlichkeit in die Wissenschaft ein. An meinem Institut sieht es nicht schlecht aus: Sieben von dreissig Professuren sind von Frauen besetzt.

Eine Grösse in der Mathematik

Die Ukrainerin Maryna Viazovska sorgte 2016 mit ihrer «atemberaubend einfachen» Lösung des **Problems der dichtesten Kugelpackung in der achten Dimension** für Aufsehen. Nach dem New Horizons in Mathematics Prize im Jahr 2017 und dem Nationalen Latsis-Preis 2020 wurde ihr 2022 die Fields-Medaille verliehen, **als erst zweiter Frau** in der Geschichte des Preises. Mit 34 Jahren wurde sie Professorin an der EPFL. Zuvor hatte sie an der Humboldt-Universität zu Berlin und am Institut des Hautes Études Scientifiques in Paris geforscht. Sie trägt einen Doktortitel der Universität Bonn, ihren Master erhielt sie an der Nationalen Taras-Schewtschenko-Universität in Kiew.

Sie sind in Kiew noch in der ehemaligen UdSSR aufgewachsen. Welche Erinnerungen haben Sie an diese Zeit?
Nicht viele, ich war sechs Jahre alt, als sich die Sowjetunion auflöste. Es ist schwer zu erkennen, ob die Erinnerung echt oder rekonstruiert ist, wenn man viel über die Vergangenheit hört.

Wie erleben Sie den aktuellen Krieg?
Meine Schwestern und ihre Kinder haben Kiew zu Beginn der Invasion verlassen, und wir haben sie für einige Monate aufgenommen. Jetzt haben sie eine eigene Unterkunft. Meine Grosseltern wollen die Ukraine nicht verlassen. Wir haben alles getan, was wir konnten, um ihnen zu helfen, unter anderem mit der Heizung.

Arbeiten Sie mit ukrainischen Einrichtungen zusammen?
Ja, ich habe diesen Sommer meine Alma Mater besucht, die Nationale Taras-Schewtschenko-Universität Kiew, wo ich seit drei Jahren einen Online-Kurs anbiete.

Könnte Ihre internationale Anerkennung die Studierenden dort inspirieren?
Ich weiss nicht, wie sehr ich ein Vorbild für die Menschen vor Ort bin. Ich war nie in einer vergleichbaren Situation. Die Forschenden, die dort lehren, sind sicher sehr inspirierend. Es ist aber wichtig, dass sie Unterstützung von aussen spüren. Ich hoffe, die Mathematik hilft ihnen, den Alltag etwas zu vergessen.

Daniel Saraga ist freier Wissenschaftsjournalist in Basel.

Gemeinsam lernen, um Krisen zu lösen

«Wenn wir aufeinander zugehen, entstehen tragfähige Lösungen …» (Simonetta Sommaruga am 7.12.2022)

Gerne knüpfe ich an das Dezemberheft 2022 und an die Abschiedsrede von Bundesrätin Simonetta Sommaruga an. Wir Forschende haben alle während der Pandemie sowie auch in den Klimadiskussionen erlebt, dass wir nicht nur den Dialog verbessern, sondern vor allem im Dschungel der Systeme den Weg voran suchen müssen, damit der «Übertragungsriemen» von Wissenschaft zu Politik und Gesellschaft funktioniert. Wir benötigen kaum weitere Foren, Sitzungen und Berichte, die Diagnosen stellen. Es fehlen noch immer die Case-Management-Strategien. Wir sind gefragt, konkret in unseren Netzwerken mit den Kompetenzzentren Lösungen zu finden, damit die Erkenntnisse aus der Wissenschaft – Wissen und Nichtwissen und damit Handlungsoptionen und Unsicherheit – direkt zu den Entscheidungstragenden gelangen und nicht nur über die vorherrschenden diffusen Kanäle.

Foto: zVg

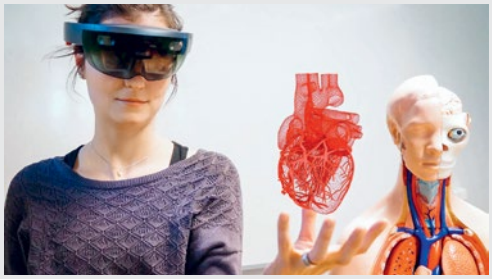
Marcel Tanner ist Präsident des Verbunds der Akademien der Wissenschaften Schweiz A+.

Es braucht Partnerschaften auf Augenhöhe. Diese beinhalten das gemeinsame Lernen, wie wir Fragen und Krisen am effizientesten lösen. Kern einer jeden Partnerschaft sind klar definierte Rollen und Verantwortlichkeiten auf allen Ebenen. Partnerschaft bedeutet, was das Eingangszitat uns rät: Nicht nur müssen wir Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen die transdisziplinäre Zusammenarbeit stärken, sondern eben auch aufeinander zugehen, damit das Generieren von Evidenz und die daraus resultierenden Handlungsoptionen iterativ und nachhaltig in unserer Gesellschaft verwurzelt werden. Sicher müssen wir dazu beharrlich sein; mit wissenschaftlicher Strenge, mit Kopf, Herz und Hand und damit auch mit aufrichtiger Demut. Dies lehren die Erfahrungen über Jahrzehnte und beschreibt auch das fruchtbare Klima im Ökosystem von Wissenschaft, Politik und Gesellschaft, das Innovationen und tragfähige Lösungen sichert.

Forschungspartnerschaften im Sinne von «mutual learning for change» und die damit verbundenen iterativen Prozesse auf Augenhöhe mit Ländern des globalen Südens haben grosse Erfolge auf dem Gebiet der Bekämpfung der Armutskrankheiten wie Malaria, HIV/Aids oder anderer vernachlässigter Krankheiten gebracht. Wir tun gut daran, über Systeme und Kulturen hinweg miteinander zu lernen; besonders weil gerade ressourcenschwache Gesellschaften mit grossen sozialpolitischen Fragilitäten oft effizientere Übertragungswege von Wissenschaft zu Politik und Gesellschaft entwickelten. Wir leben in einer Welt und nicht in der ersten, zweiten oder dritten Welt.

Fünf Milliarden Franken für vier Jahre Forschung

Foto: Valery Hentier/SNF



Die Schweizer Forschung steht an einem Wendepunkt. Damit sie die Herausforderungen bewältigen kann, hat der SNF in seinem Mehrjahresprogramm 2025–2028 vier Prioritäten definiert. «Wir müssen die internationale Vernetzung der Forschenden stärken, das Forschungspotenzial voll ausschöpfen, gemeinsam auf eine nachhaltige Zukunft hinwirken und die Digitalisierung in der Wissenschaft vorantreiben», erklärt Matthias Egger, Präsident des Nationalen Forschungsrats. Zur Umsetzung aller geplanten Massnahmen benötigt der SNF für den Zeitraum 2025–2028 Bundesbeiträge von 5,17 Milliarden Franken.

Preisgekrönte Ausstellung zur Schweizer Landwirtschaft

Foto: Silvana Tovagliari

Welchen Beitrag wir alle zur Landwirtschaft leisten können? Die Antowrt darauf liefert die Ausstellung «Wer ist Landwirtschaft?» des Agrarmuseums Burgrain im Luzerner Hinterland. Für die «mutige, sachliche, gut durchdachte, interdisziplinäre und ausgezeichnet strukturierte Ausstellung» wurde das Museum mit dem Prix Expo 2022 der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz ausgezeichnet. Sie mache neugierig darauf, was Konsumentinnen und Konsumenten tun können, damit sich die Schweizer Landwirtschaft weiterentwickelt. Das äusserst politische Thema mit der Kernbotschaft «Wir sind alle Landwirtinnen und Landwirte» werde tiefgründig, aber nicht wertend behandelt, so das Urteil der Preisjury.

Die Spuren von Covid-19 in der Gesellschaft

Wie kann eine künftige Pandemie besser bewältigt werden? Wie hat sich die Pandemie auf das kollektive und das individuelle Wohlbefinden ausgewirkt? Die 25 Projekte des Nationalen Forschungsprogramms «Covid-19 in der Gesellschaft» (NFP 80) beschäftigen sich mit dem Einfluss der Pandemie auf die Menschen in der Schweiz. Bei ihren Arbeiten konzentrieren sich die Forschenden auf verschiedene Regionen, Bevölkerungsschichten und Altersgruppen. Für die 25 Projekte, von denen 12 von einer Frau geleitet werden, wurde ein Budget von 11 Millionen Franken bewilligt. Anhand der Ergebnisse werden Empfehlungen und konkrete Massnahmen entwickelt.

Der Tod in Erzählungen

Foto: Cornelia Vinzens/SNF

«Ein schöner Tod – das entspricht den Erwartungen der Gesellschaft. Als ob der Tod eine Leistung wäre.» Anna Elsner, Professorin für französische Literatur und Kultur an der Universität St. Gallen, befasst sich mit dem Blick der Literatur auf den Tod. Anhand französischer Erzählungen, die seit den 1970er-Jahren veröffentlicht wurden, untersuchte sie die Einstellung zum Tod in Gesellschaft und Palliativmedizin. Für ihre herausragende Arbeit wurde sie mit dem Marie Heim-Vögtlin-Preis 2022 des SNF ausgezeichnet.

Mentorinnen und Mentoren gesucht

Welche Spielregeln gelten in der akademischen Welt? Wie können Nachwuchsforschende ihr Profil schärfen? Solche Fragen stellt sich die Junge Akademie Schweiz. Sie sucht deshalb erfahrene Wissenschaftlerinnen und Berufsleute aller Disziplinen, die junge Forschende durch Rat, Feedback und Vernetzung fördern – und die sich durch den Austausch mit dem wissenschaftlichen Nachwuchs inspirieren lassen wollen. Interessierte aus Forschung und Unternehmenspraxis wenden sich bitte an Karin Spycher, Leiterin der Jungen Akademie Schweiz: *swissyoungacademy.ch*

Gleiche Bildungschancen für alle?

Foto: Christian Beutler/Keystone

Bildungsinstitutionen prägen unser Leben vom Kindergarten über die Berufsbildung bis hin zur Seniorenuniversität. Sie tragen zu den individuellen Lebenschancen, zum Wohlstand und sozialen Zusammenhalt der Bevölkerung in der Schweiz bei. Das Credo lautet: Jedes Individuum erhält dieselbe Chance, in der Bildung erfolgreich zu sein und an den gesellschaftlichen Gütern teilzuhaben. Doch ist dem wirklich so? Die Soziologie fragt kritisch, unter welchen Bedingungen Bildung zu Ungleichheit, Stigmatisierung und Ausgrenzung führt und damit den gesellschaftlichen Zusammenhalt gefährdet. Eine neue Publikation unter Mitwirkung der Schweizerischen Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften (SAGW) widmet sich diesem Widerspruch: *www.sagw.ch/integration-und-ausschluss-im-bildungswesen*

Weltweit Türen aufstossen

Auch 2023 baut der SNF seine Förderangebote für die internationale Zusammenarbeit aus. So nimmt er an drei multilateralen Ausschreibungen des Belmont Forum teil. Das Forum unterstützt interdisziplinäre Forschung zum Klimawandel. Weiter macht es der SNF den Forschenden einfacher, für Projekte mit Kolleginnen und Kollegen in den USA und in Israel Finanzierung zu beantragen. «Unsere internationalen Förderangebote stossen viele Türen auf», freut sich Matthias Egger, Präsident des Nationalen Forschungsrats. «Dadurch können die Forschenden Partnerinnen oder Partner im Ausland finden, sich mit ihnen austauschen und gemeinsame Projekte durchführen. Diese Vernetzung ist ein wichtiger Erfolgsfaktor für die Schweizer Wissenschaft.» Mehr zur Förderung der internationalen Zusammenarbeit: *www.snf.ch* (Forschung > Impulse > Internationalität)

Gemeinsame Ausschreibung mit der Ukraine

Der SNF und die Forschungsförderin der Ukraine (NRFU) lancieren eine gemeinsame Ausschreibung. Forschende aus den beiden Ländern können zusammen Projekte mit frei wählbaren Themen einreichen. Bedingung ist, dass die Forschenden aus der Ukraine die Projekte in ihrem Land durchführen. Zudem hat der SNF beschlossen, die Massnahmen für die aus der Ukraine in die Schweiz geflüchteten Forschenden zu verlängern. Sie hatten bisher rund 100 000 Franken pro Person erhalten, um ihre Forschungsarbeit an einer Schweizer Hochschule bis zum Frühling 2023 fortsetzen zu können. Nun wird die Finanzierung durch den SNF bis zu einem Höchstbetrag von 60 000 Franken pro Person um ein weiteres Jahr verlängert.

Wohlbefinden unter der Lupe

Foto: Christian Beutler/Keystone

Neu fördert der SNF während einer begrenzten Zeit Projekte im Bereich Gesundheit und Wohlbefinden. Das Förderangebot richtet sich an Forschende an Fachhochschulen und Pädagogischen Hochschulen. Mit dessen Einführung will der SNF die Forschung an diesen Einrichtungen stärken und die Schweizer Forschungslandschaft vielfältiger gestalten. Die erste Ausschreibung umfasst ein Budget von 15 Millionen Franken, wobei die Forschenden die Themen selber vorschlagen. Eine zweite Ausschreibung ist für 2024 geplant.

Evolution der Evaluation

Forschung ganzheitlich bewerten und ihre Wirkung berücksichtigen, dies ist das Ziel einer europäischen Initiative, mit der die Forschungsevaluation weiterentwickelt werden soll. Der SNF und Swissuniversities unterstützen diese Initiative, weil sie auf Grundsätzen beruht, die beiden Institutionen am Herzen liegen: Bei der Evaluation muss die Qualität im Zentrum stehen und die Unabhängigkeit der Forschung ist unabdingbar. Die unterzeichnenden Organisationen können sich an der Initiative beteiligen.

Horizonte 135, Fokus «Wissenschaft im Bundeshaus»

Die Forschenden müssen auch gehört werden

Ich reagiere ausnahmsweise auf das Thema der neuen Horizonte-Nummer – mit Applaus. Denn sie distanziert sich, wenn auch sehr höflich, vom üblichen Besserwisserton, den man immer wieder in den Medien und anderswo hört: Die Wissenschaft müsse endlich mal aus dem Elfenbeinturm ins Freie treten. Als ob das so einfach wäre. Ich kenne eine einzige Studie über die politische Nutzung von wissenschaftlich begründeter Fachkompetenz in der Schweiz. Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes Gleichstellung der Geschlechter (NFP 60) wurden in einem Projekt 60 kantonale Gesetzgebungsverfahren untersucht. Diese hatten sachlich einen klaren Genderbezug, und die Forschenden analysierten, inwiefern dabei von den Parlamentarierinnen und Parlamentariern vorhandenes Genderfachwissen effektiv genutzt wurde. Das war in 8 Fällen oder 13 Prozent dieser Verfahren der Fall, also in 87 Prozent nicht.

Wissenschaftskommunikation ist grundsätzlich komplex und kann etablierte Interessen tangieren. Sie stösst deshalb nicht automatisch auf Aufnahmebereitschaft. Es genügt also nicht, wenn die Forschenden sprechen, sie müssen auch gehört werden. Dazu braucht es hüben und drüben und nicht zuletzt auch dazwischen besondere Kompetenzen. Diese hat man nicht einfach als natürliche Gabe, man muss sie erwerben. Eine feinere Analyse der die Wissenschaftskommunikation fördernden und hindernden Faktoren drängt sich deswegen schon lange auf, und auch die darauf antwortenden institutionelle Änderungen.

René Levy, Lausanne, Soziologe und ehemaliges Mitglied des Forschungsrats des SNF

Horizonte 134, Fokus «Von Film, Fakt und Fiktion»

Ein starkes Interview

Ich möchte euch ein grosses Kompliment machen, das Lesen des Magazins ist wirklich ein Gewinn. Etwas vom Besten ist das Interview «Ikonische Bilder zu produzieren, das ist die grosse Kraft von Kino» in der vorletzten Ausgabe. Die Interviewerin stellt durchwegs spannende Fragen, der Historiker antwortet behände, quer durch alle filmischen Genres und historischen Kontexte. Ein starkes Stück Wissenschaftsjournalismus. Oder um beim Thema zu bleiben: grosses Kino! Die genannten Filme habe ich mir allesamt besorgt. Das wird meine Festtagsbeschäftigung. Vielen Dank an Judith Hochstrasser und Martin Bürgin!

Anouk Beghari, Basel, Anwältin

Horizonte 135, S. 48 «Lingua franca für die Forschungsevaluation»

Wider die irrationale Seite des Englischgebrauchs

Die Empfehlung von Laura Bernardi, Mehrsprachigkeit für die Nutzung von Forschungsergebnissen zu unterstützen, sollte in Richtlinien des SNF zur Auflage werden. So wäre für Forschungsfelder wie Bildung oder soziale Arbeit darauf zu verpflichten, den Hauptbericht in mindestens einer Landessprache zu veröffentlichen. Zwei Beispiele, warum: Zentrale Studien wie etwa eine Metaanalyse zu den Einflussfaktoren auf hochschulische Studienleistungen werden nur auf Englisch veröffentlicht, obwohl von Deutschsprachigen verfasst. Deutschsprachige Forschende zitieren selbst bei Publikationen für das Praxisfeld ausschliesslich die Originalausgaben, obwohl sie teilweise gravierende Fehler enthalten, die in den Übersetzungen deklariert und bereinigt sind.

Wolfgang Beywl, Windisch, Professor für Erziehungswissenschaft an der FHNW

Schreiben Sie uns Ihre Meinung

Sie möchten auf einen Artikel reagieren? Wir freuen uns über Ihren Kommentar auf Twitter @horizonte_de oder Ihre Mail an *redaktion@horizonte-magazin.ch* – Leserbriefe bis spätestens am 30. März 2023.

Wissenschaft schafft Argumente. Empfehlen Sie Horizonte weiter!

Horizonte berichtet 4× im Jahr über die Schweizer Forschungslandschaft. Schenken Sie sich oder Ihren Freundinnen und Freunden gratis ein Abo.

Haben Sie eine neue Adresse oder Fragen zu Ihrem Abonnement? Dann wenden Sie sich an *abo@horizonte-magazin.ch*

Hier abonnieren Sie die Printausgabe:
horizonte-magazin.ch/abo

Horizonte
Das Schweizer Forschungsmagazin erscheint viermal jährlich auf Deutsch und Französisch. Die Online-Ausgabe erscheint auch auf Englisch. 36. Jahrgang, Nr. 136, März 2023

horizonte-magazin.ch
redaktion@
horizonte-magazin.ch

Das Abonnement ist kostenlos:
horizonte-magazin.ch/abo

Bei Fragen und Änderungswünschen zu Ihrem Abonnement:
abo@horizonte-magazin.ch

Redaktion
Florian Fisch *(ff)*, Co-Leitung
Judith Hochstrasser *(jho)*, Co-Leitung
Astrid Tomczak-Plewka *(ato)*
Elise Frioud *(ef)*
Yvonne Vahlensieck *(yv)*

Gestaltung und Bildredaktion
Bodara GmbH,
Büro für Gebrauchsgrafik
13 Photo AG

Übersetzung
Weber Übersetzungen

Korrektorat
Birgit Althaler
Anita Pfenninger

Chefredaktion
Christophe Giovannini

Herausgebende
Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (SNF)
Wildhainweg 3
CH-3001 Bern
Tel. 031 308 22 22
com@snf.ch

Akademien der Wissenschaften Schweiz
Haus der Akademien
Laupenstrasse 7
CH-3001 Bern
Tel. 031 306 92 20
info@akademien-schweiz.ch

Der Schweizerische Nationalfonds fördert im Auftrag des Bundes die Forschung in allen wissenschaftlichen Disziplinen. Er investiert jährlich rund eine Milliarde Franken. Aktuell sind über 5600 Projekte im Gang, an denen knapp 20 000 Forschende beteiligt sind. Damit ist der SNF der wichtigste Forschungsförderer der Schweiz.

Die Akademien der Wissenschaften Schweiz setzen sich im Auftrag des Bundes für einen gleichberechtigten Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft ein. Sie vertreten die Wissenschaften institutionen- und fachübergreifend. Sie haben Zugang zur Expertise von rund 100 000 Forschenden.

Druck, Litho und Adressmanagement
Stämpfli AG, Bern und Zürich

klimaneutral gedruckt, *myclimate.org*

Papier: Lessebo Rough White, Magno Star

Typografie: Caslon Doric, Sole Serif

Auflage
31 600 deutsch,
14 400 französisch

© alle Rechte vorbehalten. Nachdruck der Texte möglich: Sie sind Creative Commons BY-NC-ND lizenziert.
ISSN 1663 2710

Die Artikel geben nicht unbedingt die Meinung der Herausgebenden SNF und Akademien wieder.

Wir streben gendergerechte Sprache an und verwenden deswegen beide generischen Formen sowie neutrale Formulierungen wie «Forschende».

Muss das Bevölkerungswachstum gestoppt werden?

JA 1830 umfasste die Weltbevölkerung eine Milliarde Menschen, 1930 zwei Milliarden, später stieg diese Zahl rasant: Im Jahr 1974 lag sie schon bei vier Milliarden, bei sechs Milliarden im Jahr 1999 und bei acht Milliarden im Jahr 2022. Für 2060 liegen die Prognosen der Uno bei zehn Milliarden. Aktuell kommen jeden Tag etwa 200 000 Menschen dazu! Dabei ist auf einem Planeten mit endlichen Ressourcen lediglich ein Wachstum von 0,0 langfristig tragbar. Das ist offensichtlich.

Das Bevölkerungswachstum muss also irgendwann gebremst werden, doch wie und wann soll das geschehen? Selbst wenn die Fruchtbarkeit per sofort auf zwei Geburten pro Frau zurückginge, also die Frau und ihr Partner mit der nächsten Generation ersetzt werden, würde das Wachstum noch mindestens 50 Jahre lang anhalten. Denn weil heute viele junge Menschen leben, wird die Bevölkerung auch weiterwachsen, selbst wenn Frauen nur zwei Kinder haben. Dies veranschaulicht der Fall China: Obwohl die Geburtenzahl bei den Chinesinnen seit den 1990er-Jahren unter zwei liegt, ist die Bevölkerung von 1,1 Milliarden im Jahr 1990 auf heute 1,4 Milliarden angewachsen. Erst für das Ende des Jahrzehnts wird ein Plateau und anschliessend ein Rückgang erwartet.

Das Bevölkerungswachstum muss zum Stillstand kommen. Wenn dies nicht durch einen starken Geburtenrückgang mit Ein-Kind-Familien als Norm geschieht, dann wird eine höhere Sterblichkeit das Wachstum bremsen. Denn nicht erneuerbare Ressourcen wie fossile Brennstoffe und Mineralien werden aufgebraucht, erneuerbare Ressourcen wie Grundwasser oder Wälder über ihre Regenerationsfähigkeit hinaus beansprucht.

Und die Herausforderung ist sogar noch grösser. Fünf Forschungsteams aus der Ökologie haben getrennt voneinander analysiert, wie viele Menschen unser Planet nachhaltig versorgen kann, und die Ergebnisse peer-reviewt veröffentlicht. Alle Schätzungen liegen bei unter vier Milliarden! Damit diese Zahl erreicht werden kann, ohne dass die Sterblichkeit stark steigt, muss die Ein-Kind-Politik global und sofort eingeführt werden.

Foto: zVg

«Weltweit muss sofort die Ein-Kind-Politik eingeführt werden.»

Stan Becker ist emeritierter Professor für Bevölkerungsstudien an der John Hopkins University. Sein besonderes Interesse gilt Paaren, der reproduktiven Gesundheit sowie dem schnellen Bevölkerungswachstum.

NEIN Die Weltbevölkerung wächst zwar derzeit weiter, doch allen Prognosen zufolge nur noch für einige Jahrzehnte. Der Höhepunkt ist gemäss einer Studie, die in The Lancet veröffentlicht wurde, ab der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts zu erwarten, vielleicht sogar bereits in den 2050er-Jahren.

Die Idee eines Datums dafür, wann die sogenannte Erdüberlastung erreicht ist, beruht auf abenteuerlichen Berechnungen. Unser Planet wird dabei als endliches Gefäss betrachtet. Bei der Ressourcenökonomie geht es aber eigentlich um Ströme und Grenzkosten der Nutzung. Ein Beispiel: Die chinesische Bevölkerung wird in fünfzig Jahren anders leben als die heutige europäische. Eine hochentwickelte Gesellschaft schützt ihre Umwelt zudem besser.

Wäre ein Bevölkerungsrückgang im Kampf gegen die Klimaerwärmung hilfreich? Am meisten Emissionen kommen aus den Staaten mit der niedrigsten Fertilität. Die Emissionen der reichen Länder werden also abnehmen. Müssen wir dennoch handeln? Ein Kind soll 58 Tonnen CO_2-Äquivalente pro Jahr verursachen, sagt eine andere Berechnung. Dabei wird jedoch angenommen, dass ein Elternteil während des gesamten Lebens seines Kindes für die Hälfte von dessen Emissionen verantwortlich ist, dann für einen Viertel der Emissionen der nächsten Generation und so weiter. Doch geht das auf? Wird eine kleinere Population nicht anders konsumieren? Sind die Menschen auch bereit, für die Erde Sorge zu tragen, wenn sie sie nicht an Kinder weitergeben? Und junge Menschen sind eine kreative Kraft: Die Kinder, die heute geboren werden, finden vielleicht die richtigen Lösungen für morgen. Länder mit schrumpfender Bevölkerung geraten zudem in grosse wirtschaftliche Schwierigkeiten. Wer sich ein solches Szenario herbeiwünscht, spielt mit dem Feuer.

Zum Schluss sei daran erinnert, dass die Politik der Geburtenreduktion nur langfristig einen signifikanten Effekt hat. Selbst ein sofortiger massiver Rückgang der weltweiten Fertilität würde im besten Szenario zu weniger als 30 Prozent der notwendigen Reduktionen führen, um einen Anstieg der durchschnittlichen Erdtemperatur um zwei Grad bis zum Jahr 2050 zu verhindern.

Foto: zVg

«Die Kinder, die heute geboren werden, finden vielleicht die richtigen Lösungen für morgen.»

Bruno Tertrais ist Geopolitologe und stellvertretender Direktor der französischen Stiftung für strategische Forschung. Er hat unter anderem das Buch «Le choc démographique» verfasst.

«Schon nur, dass wir eine psychische Erkrankung direkt im Gehirn behandeln, ist für viele schwer zu verstehen – obwohl Psychopharmaka ja auch dort wirken.»

Daniela Hubl, Chefärztin bei den Universitären Psychiatrischen Diensten Bern, über die Vorurteile gegenüber psychiatrischen Behandlungen, die über Medikamente hinausgehen, wie etwa die Tiefe Hirnstimulation.

Therapie tief im Kopf
Seite 16