

Horizonte

Das Schweizer Forschungsmagazin

Fenster auf für virtuelle Räume

Seite 14

129 Juni 2021



Die Uni schrumpft zum Bildschirm



Judith Hochstrasser
Co-Redaktionsleiterin

Wenn ich mir früher vorgestellt hatte, eine regionale oder globale Katastrophe mitzuerleben, war dies immer mit einem radikalen Ortswechsel verbunden: Ich musste in die Alpen flüchten, um mich vor Feindinnen zu verstecken, oder ich musste mich zuerst in den Luftschutzbunker verkriechen und dann das verseuchte Europa für immer verlassen. Nie aber hätte ich mir Orte ausgemalt, wie sie jetzt Realität geworden sind: Statt dem rauen Wind auf den Pässen bin ich den scheppernden Stimmen der Online-Meetings ausgesetzt, statt die Heimat für immer zu verlassen, bin ich ans ganz kleine Daheim gefesselt: mein Zimmer. Und selbst dieser vertraute Ort hat ein fremdes Gesicht bekommen: Nun ist er auch Büro und Fitnesscenter.

Während wir seit der Pandemie manche Orte neu definieren müssen, verlieren wir zu anderen Orten den Bezug fast ganz. Eine Studentin verlieh dieser verstörenden Entwicklung in einem Beitrag auf SRF Ausdruck: «Die Uni ist kein Ort mehr, sondern nur noch ein Gefühl.» Etwas konkreter zeigt sich diese Erfahrung in einer Umfrage der ETH Zürich, an der über 7800 Bachelor- und Masterstudierende teilnahmen: Der physische Campus fehlt den jungen Erwachsenen bitter, auch wenn sie den Fernunterricht per Bildschirm positiv bewerten. Bis vor Kurzem wurde die Welt schlagartig grösser, wenn man zu studieren begann: Man zog vom Land in die Stadt, auf der Terrasse vor dem Lehrgebäude lag einem das urbane Panorama zu Füssen, man sass in modernen Amphitheatern und sah von oben auf die Dozierenden. Die luftigen Höhen, die man im Geist zu erreichen versuchte, wurden zumindest körperlich schon erfahren.

Durch aufrüttelnde Veränderungen – sei es eine grosse Katastrophe, die alles Gewohnte in Bewegung versetzt, oder einfach der Studienbeginn – wird die Welt zuletzt oft weiter. In der Pandemie dagegen schrumpft sie zusammen. Scheinbar. In unserem Fokus zu virtuellen Räumen wird klar, dass wir dank ihnen auch unendliche Weiten und unbekannte Orte mit unbegrenzten Möglichkeiten entdecken können.



Fokus: Im virtuellen Raum

16 Unendliche Möglichkeiten
Eine philosophische Reise an die verschiedenen Orte des Internets

18 Soziale und ethische Grenzen
Wenn Arbeitsalltag und Freizeit am Bildschirm verbracht werden

22 Eine Kurzgeschichte
Moira wird volljährig und lässt zum ersten Mal ihr Interface zurück

24 Konkrete Wirkungen
Sechs virtuelle Projekte in Medizin und Bildung, die real helfen

Links und Titelseite: Was nach innen gehört, steht draussen, was draussen bleiben müsste, wächst in den Innenraum – Künstler Alexis Christodoulou entwirft surreale Landschaften in 3D. Bild: Alexis Christodoulou

4 Im Bild
Ein ästhetischer Schnitt aus der Arktischen Polkappe

6 Aus der Wissenschaftspolitik
Gegen rassistische Gewalt, für den Wissenschaftsjournalismus und für finanzielle Hilfe bei Zoff im Doktorat

10 Aus der Forschung
Von wirkungslosem Greenwashing, einflussreicher Isolation und effizientem Impfen gegen Influenza

13 So funktioniert's
Nano-Katalysator reinigt Abwasser

28 Reportage
Im Metallkorb hoch in die Baumkronen – Ausflug ins Waldlabor

32 Glaubwürdigkeit
Warum Forschenden vertraut wird – oder eben nicht

34 Umstrittener Entscheid
Weshalb das Hochschulinstitut zur Hochschule wird

35 Schmelzender Permafrost
Felsstürze am Petit Dru zeigen, was in den Bergen künftig droht

36 Assistierter Suizid
Angehörigen geht der geplante Tod oft zu schnell

38 Hand in Hand mit Forschenden
Warum Wissenschaft die Reinigungsfachfrau, den Glasbläser und die Degustatorin braucht



42 Fotosynthese imitieren
Künstliche Pflanzen können helfen, CO₂ zu reduzieren



44 Altruistische Tiere
Wenn Ameisen, Ratten oder Fische scheinbar selbstlos handeln

46 Porträt
Raffaele Peduzzi, das Forscher-Urgestein am Gotthard

48 Von SNF und Akademien
50 Rückmeldungen/Impressum

51 Debatte
Soll das Alter als Krankheit behandelt werden?

Darf es noch ein Stückchen Packeis sein?

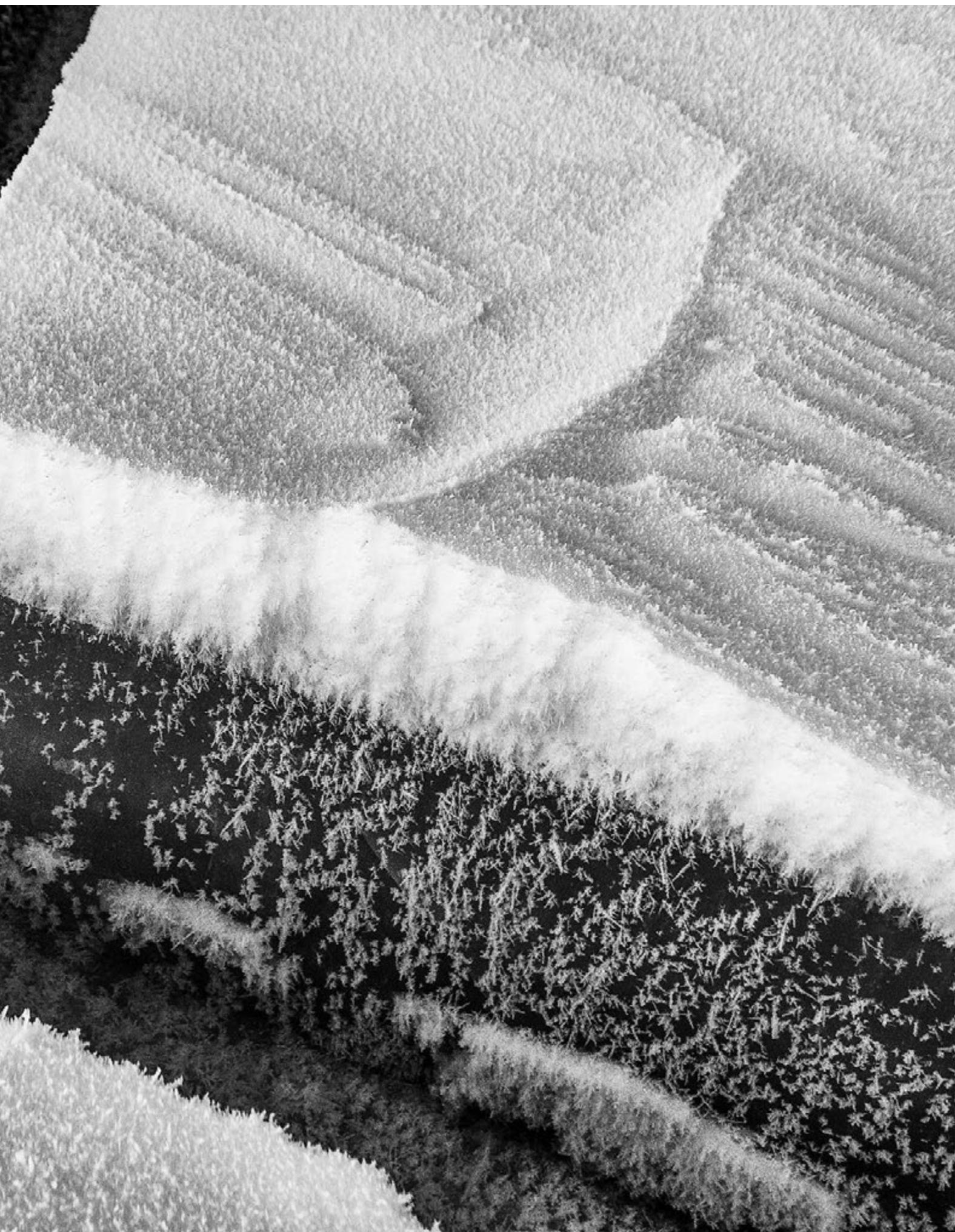
Wie ein Stück Torte, das gleich serviert werden soll, sieht er aus: der Bruch im Packeis der Arktischen Polkappe. Das Eis ist fast schwarz, bedeckt von einer weissen Schneeschicht. An der dunkelsten Stelle lässt sich Meerwasser erahnen, das an der Oberfläche bereits wieder gefroren ist. Die Aufnahme zeigt fast schon poetische Details: vom Wind geschliffene Schneeskulpturen und federartige Kristalle, geformt durch den Temperaturunterschied zwischen dem flüssigen Wasser mit minus 1,8 Grad Celsius und der viel kälteren Umgebungsluft.

«Ich mag die feinen Nuancen und den Kontrast zwischen ursprünglichen Farben, den ich mit der Schwarz-Weiss-Fotografie noch hervorheben wollte», erklärt Matthias Jaggi, der das Bild aufgenommen hat. Er ist Spezialist für Schneephysik am Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung in Davos. «Bei diesem Bruch hat mich zudem vor allem die Geometrie fasziniert: Rechte Winkel sind in der Natur nicht häufig.» Das Packeis, das den Arktischen Ozean bedeckt, ist in ständiger Bewegung und bricht zwar immer wieder auf, ein rechtwinkliger Bruch aber ist ziemlich aussergewöhnlich. «Die Form des Risses hängt gleichzeitig von den Kräften ab, die durch die Bewegungen des Eises entstehen, und von den Eigenschaften des Eises selbst, weil es dort nachgibt, wo seine mechanische Belastbarkeit am geringsten ist», so Jaggi.

Das Foto wurde während der Expedition Mosaic aufgenommen, an der Matthias Jaggi teilgenommen hatte, um die Eigenschaften des Schnees an der Polkappe genauer zu untersuchen. «Die Schneeschicht hat eine Isolationsfunktion: Sie beeinflusst das Wachsen und Schmelzen der Eisschicht entscheidend», erklärt er. Die Schneeschicht auf dem Bild ist etwa zehn Zentimeter dick, was relativ dünn ist. Übrigens wird die Dicke der Schneeschicht in der Arktis nicht durch die – relativ geringen – Niederschläge bestimmt, sondern hauptsächlich durch den Wind, der die Schneemassen verfrachtet.

*Elise Frioud (Text),
Matthias Jaggi (Bild)*





Aufgeschnappt

«Das ist schlicht Rassismus.»

Fotos: zVg



Hilda Bastian, Expertin für Datenanalyse aus klinischen Studien und Gründungsmitglied der Cochrane Collaboration, ärgerte sich im Nachrichtenportal Vox über die Skepsis in Europa und den USA gegenüber Impfungen aus Asien. Das sei «altes kolonialistisches Gedankengut», das die asiatische Wissenschaft und Erfahrung geringschätze.

«Es wäre eine klassische Lose-Lose-Situation.»

Vivienne Stern, Direktorin von Universities UK International, bedauert den Versuch der Europäischen Kommission, Länder von ausserhalb der EU – wie die Schweiz und Grossbritannien – von der Teilnahme an Forschungsprogrammen auszuschliessen. «Alle müssten dann für Fortschritte in den Bereichen härter arbeiten und mehr Geld ausgeben.»



Konferenzboykott wegen Polizeigewalt gegen Schwarze

«Mir wurde bewusst, dass wissenschaftliche Konferenzen in Städten Schwarze in Gefahr bringen können, wenn die Austragungsorte nicht mit Blick auf die polizeilichen Praktiken ausgewählt werden.» Der Physiker Philip Phillips wollte etwas tun, nachdem im Mai 2020 in Minneapolis der unbewaffnete George Floyd von Polizisten getötet worden war. Zusammen mit einem Kollegen schrieb er einen offenen Brief, in dem er wissenschaftliche Gesellschaften zu konkreten Schritten

«Das ist ein grossartiger Schritt.»

aufforderte. Ein Vorschlag: Jahrestagungen, die Tausende von Besuchenden und viel Geld bringen, sollten nicht länger in Städten mit fragwürdiger Polizeiarbeit abgehalten werden. Im November 2020 kündigte die American Physical Society (APS) an, dass sie dies in Zukunft bei der Auswahl von Konferenzstädten berücksichtigen werde. Faktoren sind etwa: Gibt es eine unabhängige Stelle, die Schiessereien und Todesfälle mit Polizeibeteiligung untersucht? Stellt die Stadt transparent

Daten über Gewalt durch die Polizeikräfte sowie demografische Informationen zu den Opfern bereit? «Das ist ein grossartiger Schritt für die APS», sagte Ximena Cid, Vorsitzende der Physikabteilung an der California State University in Carson. Sie erklärte in Nature, dass sich schwarze Forschende in Restaurants, Hotels und bei der An- und Abreise zu einem Konferenzzentrum oft vorsichtiger verhalten müssten.

Der Entscheid der APS hat ein grosses historisches Vorbild: Die Boykotte gegen Südafrika gelten heute als bedeutend für das Ende des Apartheidregimes. Mit diesem Beispiel applaudieren auf Twitter Forschende der APS. Ähnliche Massnahmen hat die APS gemäss Nature zudem schon für den Schutz von Transmenschen beschlossen. Sie verlegte 2018 eine Tagung, nachdem der Staat North Carolina ein Gesetz verabschiedet hatte, das die Benutzung öffentlicher Toiletten entsprechend dem Geschlecht in der Geburtsurkunde vorschrieb. jho



Wissenschaft schafft Argumente. Empfehlen Sie Horizonte weiter!

Horizonte berichtet 4x 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



«Es braucht spezialisierte Journalistinnen, wie beim Sport»

Huma Khamis Madden ist Wissenschaftsjournalistin bei RTS La Première. Als Vizepräsidentin des Schweizer Klubs für Wissenschaftsjournalismus engagiert sie sich für ihren Berufsstand, der sich zurzeit als besonders wichtig erweist, dessen Mitglieder aber zu den Ersten gehören, die wegen der Medienkrise geopfert werden.

Huma Khamis Madden, die Pandemie zeigte die Bedeutung des Wissenschaftsjournalismus. Eine Bestätigung für Sie?

Nein, ich spürte eher eine grosse Frustration, weil die Zahl der Wissenschaftsjournalistinnen und -journalisten seit zehn Jahren kontinuierlich abnimmt. Das macht die Aufgabe, der Bevölkerung die Wissenschaft näherzubringen, nicht einfacher. Die Pandemie ist ein gutes Beispiel: Zu Beginn wollten wir die Basisreproduktionszahl R_0 in einem Beitrag thematisieren, waren uns aber nicht sicher, ob wir dieses komplexe Konzept mit unseren beschränkten Ressourcen erklären können.

Wie viele Wissenschaftsjournalistinnen arbeiten bei RTS?

Bei der Sendung CQFD sind wir zwölf Leute mit insgesamt sieben Vollzeitpensen. Während der Spitze der Pandemie waren zwei Stellen ausschliesslich mit dem Thema Corona beschäftigt. Für das aktuelle Geschehen wurden



Huma Khamis Madden arbeitet als Journalistin für die Sendung CQFD, das Format für Wissenschaft und Gesundheit von RTS La Première. Foto: zVg

die Ressourcen verdreifacht, was positiv war. Aber viele Medien haben keine Wissenschaftsjournalisten.

Nimmt das die Öffentlichkeit denn wahr?

Ich glaube ja. Unsere Sendungen hatten während der Spitze der Pandemie ein sehr grosses

Publikum. Wir erhielten viele Nachrichten und Fragen. Im Grunde ist klar: Es braucht spezialisierte Journalisten für Sport, Wetter, Wirtschaft – und für Zusammenhänge rund um Hydroxychloroquin und Impfstoffe.

Hat sich Ihr Status in der Redaktion verbessert?

Ja. Wir wurden häufiger zu Rate gezogen, weil Kolleginnen Orientierungshilfe im Dschungel der Informationen brauchten. Wie vertrauenswürdig ist diese Publikation? Worin unterscheidet sich eine Meldung über ein Preprint von einer über einen Artikel mit Peer-Review?

Zerstören kostenlose Publikationen wie Horizonte oder Beiträge von SRF/RTS den Wissenschaftsjournalismus?

Nichts ist gratis. RTS oder Horizonte sind öffentliche Medien, die durch die Steuerzahlenden finanziert werden. Aber bestimmte Gratismedien wie beispielsweise 20 Minuten haben nicht die Mittel, solche Themen abzudecken.

Welches Fachwissen ist in Zukunft nötig?

Die nächsten Herausforderungen sind Umwelt und Ökologie. Ich möchte aber andere Themen nicht ausschliessen – die Forschung in der Schweiz ist enorm vielfältig. Wissenschaftsjournalismus muss eine Selbstverständlichkeit werden, die nicht der Fachpresse vorbehalten ist. ff



Diese Forschenden tanzen eine Doktorarbeit. Foto: Youtube

Ph.D.-Rap gewinnt

Die Doktorarbeit ist in einer nüchternen Zeile erklärt: «Wir suchen nach molekularen Clustern und wollen sie schneller finden, wenn wir den Konfigurationsraum durchsuchen.» Gar nicht nüchtern rappt diese Zeile der Atmosphärenwissenschaftler Jakub Kubečka aus Finnland im Song «Molecular Clusters». Er ist damit Sieger des diesjährigen Wettbewerbs «Dance Your Ph.D.» Neben dem perfekten Zusammenspiel von Text, Tanz und Musik ist der Rap mit selbstironischen Seitenhieben gegen das Wissenschaftssystem gespickt: «Ich bin der Erstauteur und du bist nur et al.» Heuer gab es zudem einen Covid-19-Preis. Diesen hat Heather Masson-Forsythe aus den USA gewonnen: Sie wird in ihrem Tanz selbst zu den verschiedenen Proteinen des Virus, die sich unberechenbar drehen und wenden. jho

Wenn's im Doktorat kracht

Das Machtgefälle zwischen Doktorierenden und ihren Betreuerinnen und Betreuern ist gross. Die Vorgesetzten begutachten auch die Abschlussarbeit. Wenn die Zusammenarbeit scheitert, fehlt den Doktorierenden also nicht nur das Einkommen, sondern meistens ist auch die Forschungsarbeit futsch. Um ihre Abhängigkeit und auch die von forschenden Masterstudierenden zu verringern, hat das MIT in Boston im März 2021 ein neues Programm ins Leben gerufen. Dieses garantiert unter anderem ein Semester finanzielle Unterstützung, unabhängig von der betreuenden Person.

«Doktorierende in einer belastenden Situation sollen wissen, dass sie ihre Betreuerin oder ihren Betreuer jederzeit ohne Angst vor finanziellen Einbussen oder Repressalien wechseln können», heisst es dort. Jedes Departement muss dafür eine oder einen «Transition Support Coordinator» designieren und über diese Möglichkeit breit informieren. An

der Änderung mitgearbeitet hat auch Masterstudent Nicholas Selby. Laut dem Magazin The Chronicle of Higher Education wurde er 2017, nachdem er 13 Monate an einem Forschungsprogramm mitgearbeitet hatte, völlig unerwartet entlassen. «Beim Departement sagte man mir, das sei nicht seine Verantwortung und ich müsse selbst eine Lösung finden», so Selby. Er habe nur dank des persönlichen Engagements einer Mitarbeiterin der Verwaltung eines anderen Departements seine verbleibenden fünf Monate abschliessen und ein Doktorat beginnen können. «Forschende in solch schrecklichen Situationen haben es ab jetzt mindestens etwas einfacher, sich selbst daraus zu befreien.»

Die Kampagne für die Änderungen führten verschiedene Studierendenorganisationen. Nun will das MIT erreichen, dass auch in weniger gravierenden Fällen Anspruch auf Hilfe besteht. ff

Politisches Fitnessstraining für Forschende

«Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler leiden oft an **politischem Analphabetismus**», lautet die vernichtende Diagnose des Zürcher Wissenschafts-Thinktank Reatch. Er lanciert gleich die Therapie dagegen: Das Franxini-Projekt ist eine Art Weiterbildung für Forschende. Zum Beispiel sollen sie in einem Bootcamp die **Grundlagen des Schweizer Politiksystems** lernen oder an Apéros Volksvertreterinnen und andere Menschen von ausserhalb der Hochschulen treffen. Ein Preis hat zudem das Ziel, **innovative Lösungen aus der Akademie zu den Entscheidungsträgern zu bringen**. Das Projekt hat Unterstützerinnen aus fast allen Parteien – von der SVP bis zu den Grünen. Die Rektorin der Universität Freiburg, Astrid Epiney, der EPFL-Epidemiologe Marcel Salathé und weitere Forschende gehören ebenfalls zu den Unterstützenden. Ob die Therapie wirkt, wird sich weisen müssen. ff

Ernstfall

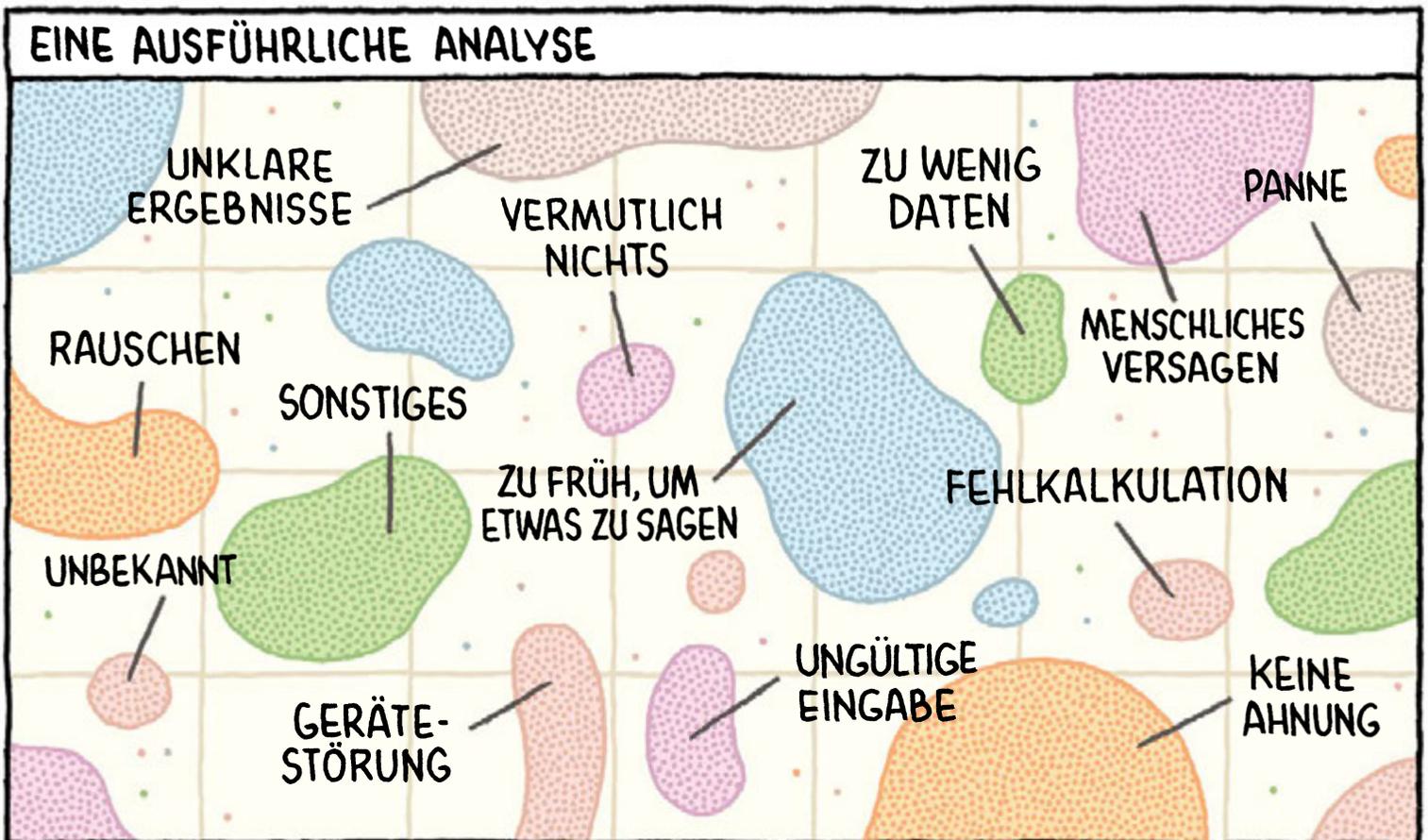


Illustration: Tom Gauld / Edition Mœdeme

Köpfe

Im Hintergrund ganz vorne



Sabine Süsstrunk ist seit Anfang 2021 Präsidentin des Schweizerischen Wissenschaftsrats (SWR).

Das hat der EPFL-Professorin viel mediale Aufmerksamkeit eingebracht. Unter anderem warnte sie in der NZZ: «Es gibt ein Superisiko für die Schweizer Forschung: unsere Beziehung zur EU.» Die in diesem Jahr laufenden Verhandlungen über das europäische Forschungsabkommen Horizon seien fundamental, denn: «Moderne Wissenschaft macht man nicht allein im kleinen Kämmerchen.» Sie erklärt, dass der SWR bei politischen Themen viel Hintergrundarbeit leiste, aber in der Öffentlichkeit kaum wahrgenommen werde. Das müsse sich ändern. Eine Ausnahme sei der Bericht zur Chancengleichheit gewesen: «Darin konnten wir belegen, dass Chancengleichheit beim Zugang zur Bildung in der Schweiz nicht gegeben ist. Damit haben wir auch politische Veränderungen angestossen.» jho

Lauter werden gegen Laute



Susanne Wampfler, Professorin für Astrochemie an der Universität Bern, hatte sich neben zwei anderen Forscherinnen in der SRF-Sendung «Einstein» zum Thema Frauen

in der Astrophysik geäußert. Danach erhielten sie beleidigende Kommentare. Wampfler forderte in der Berner Zeitung, dass diese nicht als Bagatelle angeschaut werden dürften. «Wenn es keine Konsequenzen hat, denken die Kommentarschreibenden, dass Beleidigungen im Internet akzeptabel seien. Ruhig bleiben ist also auch keine Lösung. Es bleibt nichts anderes übrig, als sich trotzdem zu exponieren und sich mit den negativen Reaktionen herumzuschlagen.» jho

Gross beim Kleinsten



Der Experimentalphysiker Nico Serra vom CERN hat mit seinen Beobachtungen Schlagzeilen gemacht. Der Professor der Universität Zürich hat am Large Hadron Collider vielleicht eine neue

Naturkraft entdeckt. Diese würde das seit Jahrzehnten geltende Standardmodell der Physik über den Haufen werfen. Noch gibt es laut Serra zwar zu wenig Messdaten, doch wie er im Tages-Anzeiger sagte: «Wenn sich das bestätigt, wäre es die grösste Entdeckung in der Teilchenphysik innerhalb der letzten Jahrzehnte.» Er führt aus: «Die Bedeutung wäre so gross, dass wir das weiter absichern müssen. Aussergewöhnliche Behauptungen verlangen aussergewöhnlich gute Belege.» jho

Zahlen

14

Monate früher erreichen **Preprints** ihr Publikum im Gegensatz zu den wissenschaftlichen Artikeln, die nicht vorab in einem Repository abgelegt werden.

Entsprechend erhalten sie auch **fünf Mal mehr Zitierungen**, wie ein Preprint-Paper auf Arxiv für die letzten 30 Jahre der Plattform ermittelt hat.

85

arme Länder werden nicht vor 2023 grossflächig gegen Sars-Cov-2 geimpft sein – es werden also **nicht mindestens 60 bis 70 Prozent der Bevölkerung immunisiert** sein.

The Economist Intelligence Unit prognostizierte dies auf Basis von Lieferverträgen und anderen Indikatoren.

84%

der **Zielsetzungen von Regierungen** für ihre **Forschungsausgaben** im Verhältnis zum Bruttoinlandprodukt wurden um über 40 Prozent verfehlt, oft sogar um über 100 Prozent. Dies **stelle das Ziel selbst infrage**, schreibt ein Autor in der Fachzeitschrift Science and Public Policy.

180

wissenschaftliche Artikel mit der Autorin **Camille Noël** sind gemäss Fachzeitschrift Science seit 2020 mindestens erschienen. Mit dem **fiktiven Autorinnennamen** setzt das **Kollektiv Rogue ESR** ein Zeichen gegen Individualismus in der Wissenschaft.

Künftigen Verlust bei Ernte vermeiden

Extreme Klimaereignisse wie Hitzewellen, Trockenheit oder Überflutungen können die Erträge landwirtschaftlicher Kulturen massiv reduzieren. Die Auswirkungen hängen im Einzelfall allerdings von vielen meteorologischen Grössen und ihren Wechselwirkungen ab. In Modellrechnungen hat der Klimaforscher Jakob Zscheischler von der Universität Bern den Einfluss dieser Variablen auf Erträge von Winterweizen simuliert und die massgebenden Grössen identifiziert. Es zeigt sich, dass neben Niederschlag und Temperatur vor allem der Wassergehalt der Luft, genauer das Sättigungsdefizit von Wasserdampf, entscheidend ist. «Man sollte diesen Wert stärker beachten», sagt deshalb Zscheischler.

Für die Berechnungen hat das Forschungsteam mit Kolleginnen und Kollegen mehrerer Universitäten Ernterträge von Winterweizen über 1600 Jahre auf der nördlichen Hemisphäre mit Modellen simuliert. Die Analysen berücksichtigten elf verschiedene meteorologische Grössen, deren Einfluss für schwere Ernteverluste so quantifiziert werden konnte. Es zeigte sich, dass in allen Regionen das Sättigungsdefizit im Frühsommer entscheidend ist. Bedeutsam sind zudem die Niederschläge, die Temperatur und die Zahl der Frosttage, was weniger überraschen dürfte.

«Das Sättigungsdefizit wird bei Prognosen häufig übersehen, obwohl seine Bedeutung für das Pflanzenwachstum bekannt ist», so Zscheischler. Die Grösse gibt an, wie viel Feuchtigkeit sich tatsächlich in der Atmosphäre befindet im Vergleich dazu wie viel die Atmosphäre maximal aufnehmen könnte. Ein grosses Defizit bekommt den Pflanzen schlecht, weil sie dann kaum noch CO₂ assimilieren und nicht mehr wachsen. Was die Praxis betreffe, so könnte das Modell laut Jakob Zscheischler zu besseren saisonalen Prognosen beitragen und helfen, Ernteverluste beim Winterweizen zu vermeiden. Für den Modellierer ist zudem die Machbarkeit der Methodik wichtig, die für weitere Klimabedrohungen taugte: «Mit dem Ansatz können auch Überschwemmungen oder Brände modelliert werden.»
Stefan Stöcklin

J. Vogel et al.: Identifying meteorological drivers of extreme impacts: an application to simulated crop yields. *Earth System Dynamics* (2021)



Sie schliessen sich zum Schlafen den Aktivsten an: Bechsteinfledermäuse. Foto: Ludwig Werle/imageBroker

Aktive Fledermäuse sind Anführer

Bechsteinfledermäuse schlafen nicht gern allein. Sie benötigen Artgenossen, um sich gegenseitig warm zu halten, und führen diese deshalb zu ihren bevorzugten Schlafplätzen. Forschende der ETH Zürich und der Universität Greifswald (D) haben nun eine Methode entwickelt, um dieses Verhalten besser zu verstehen.

Dazu statteten sie die Individuen zweier Fledermauskolonien mit Chips aus, mit deren Hilfe sie registrierten, wann wer bei welcher Schlafstätte ankommt. «Aus diesen Daten haben wir dann mit statistischen Methoden die relevanten Interaktionen herausgefiltert», so Studienleiter Frank Schweitzer. Damit konnten die Forschenden ein Netzwerkmodell entwickeln, in dem für jedes Individuum verzeichnet ist, wie oft es andere führt respektive sich führen lässt. Sie fanden heraus, dass es in jeder

Gruppe einige wenige Tiere gibt, die andere besonders oft zu Schlafplätzen leiten.

Aber wie finden Führende und Geführte zusammen? Um dies zu klären, modellierten sie das Verhalten der Fledermäuse. Dabei passte das Modell, in dem sich Individuen rein zufällig einem der aktivsten Individuen der Gruppe anschlossen, am besten zu den Daten – zusätzliche Annahmen, etwa über den Verwandtschaftsgrad, waren nicht nötig. «Die Aktivsten spielen beim Informationsaustausch über die Schlafplätze die entscheidende Rolle, entweder mit ihrer Flugaktivität oder mit ihrer Erfahrung», sagt Schweitzer. Ähnlich liesse sich auch das Entscheidungsverhalten anderer sozialer Gruppen analysieren. *Manuela Lenzen*

P. Mavrodiev et al.: Quantifying individual influence in leading-following behavior of Bechstein's bats. *Scientific Reports* (2021)

Ein Roboter testet das Rückgrat

Foto: zVg



Verformungen der Wirbelsäule lassen sich oft nur durch eine **versteifende Fusion der Wirbel** korrigieren. Vom Prinzip her entsprechen dies der Behandlung wie vor hundert Jahren, sagt der Basler Chirurg Daniel Studer. Bei der Entwicklung von besseren Methoden soll nun ein Roboter helfen, der mit Bioingenieuren der Universität Bern entwickelt wurde: Er misst während der Operation die Beweglichkeit der Wirbelsäule und sammelt so Daten zur Biomechanik. *yv*

P. Büchler et al.: The Spinebot – A Robotic Device to Intraoperatively Quantify Spinal Stiffness. *Journal of Medical Devices* (2021)

Grünes Tarnmäntelchen versagt

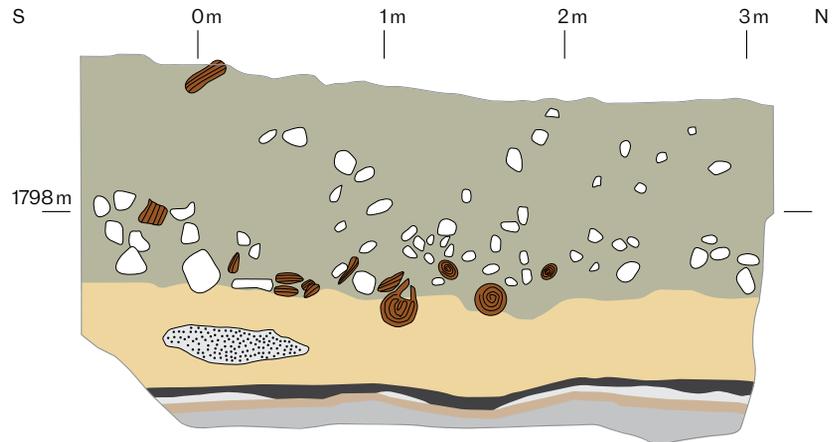
Firmen geben sich gerne einen grünen Anstrich: So warb etwa ein bekannter Textilriese damit, gebrauchte Kleider zu recyceln – während er laut Berichten **still und leise unverkaufte Neuware verbrennt**. Andere verbreiten sogar aktiv Fehlinformationen, um umweltfreundlich dazustehen.

Solches **Greenwashing** ist zwar nicht illegal, kommt aber bei Kleininvestorinnen nicht gut an, wie eine Studie der Università della Svizzera italiana belegt. Die Versuchspersonen studierten hierfür Dossiers von fiktiven Firmen, die in verschiedenem Masse Greenwashing betrieben, und mussten dann über einen Aktienkauf entscheiden.

Besonders allergisch reagierten potenzielle Anleger auf aktives Lügen, während Ablenkungsmanöver wie die eingangs erwähnten eher toleriert wurden. Wenn Firmen Kleininvestoren anlocken wollen, sollten sie aber lieber ganz auf **irreführende Kommunikation verzichten**, so Studienleiter Peter Seele. Ob komplettes Schweigen wirksamer wäre, ist noch nicht erforscht. *yy*

L. Gatti et al.: Green lies and their effect on intention to invest. *Journal of Business Research* (2021)

Blickfang



Ablagerungen einer Katastrophe

Vor 1300 Jahren lösten **abgerutschte Erdmassen im Silsersee** einen Tsunami aus, der die kleine Ebene im Oberengadin mit einer bis zu drei Meter hohen **Flutwelle** überschwemmte – wie Geologie-Forschende der Universität Bern durch Bohrkernanalysen und Modellierungen ermittelten. Das erklärt die Ablagerung der sandigen Sedimentschicht (gelb) zwischen Torf (schwarz) und menschengemachtem Schutt (grün), wo eine frühere Grabung Steinaltäre aus der römischen Zeit fand. *yy*

V. Nigg et al.: A tsunamigenic delta collapse and its associated tsunami deposits in and around Lake Sils, Switzerland. *Natural Hazards* (2021)

Isolierte Gemeinschaften tragen zu einer grösseren Sprachenvielfalt bei

Gemäss neuen Erkenntnissen wirken die Isolation von Gemeinschaften in Höhenlagen sowie die wenigen Kontakte, die sie dennoch haben, als Motoren der Sprachenvielfalt. Eine Studie des Biologischen Instituts der Universität Neuenburg und der Universität Tübingen (D) zeigt, dass anthropologische Faktoren bei der Entwicklung von Sprachen wichtiger sind als Umweltfaktoren.

Die Studie untersuchte zwei Arten von Konsonanten, sogenannte ejective und uvulare. Ejective Konsonanten sind rar und klingen wie ein «pop». Zu hören sind sie vor allem in Gemeinschaften in höheren Lagen, zum Beispiel in den Anden, im Afrikanischen Graben oder im Kaukasus. Im Deutschen gibt es sie nicht. Uvulare Konsonanten sind ebenfalls sel-

ten und werden komplett anders ausgesprochen, sind aber dennoch an ähnlichen geografischen Orten zu hören. «Wir wollten herausfinden, ob diese Laute aufgrund von Faktoren in der Umgebung aufgetreten und erhalten geblieben sind oder ob ihre geografische Verteilung auf indirekte Faktoren wie die relativ isolierte Lage dieser Gemeinschaften in den Bergen zurückzuführen ist», erklärt Steven Moran, Assistenzprofessor an der Universität Neuenburg.

Das Forschungsteam stützte sich auf einen multidisziplinären Ansatz: Es verwendete eine Datenbank mit den Sprachen der Welt (Phoible), kombiniert mit dem Katalog der geografischen Verteilung (Glottolog) sowie Daten über Höhenlagen. Mit Computerlinguistik

wurde modelliert, wie sich die beiden Lautkategorien im Laufe der Zeit entwickelten. Schliesslich wurde die Fachliteratur eingehend auf das Auftreten dieser Laute analysiert.

Ergebnis: Die Kontakte zwischen Sprachgemeinschaften spielten bei der Verbreitung der beiden Konsonantenarten in höheren Lagen eine dominante Rolle. Die Umwelt hingegen hatte demnach nur indirekt einen Einfluss. Dies widerspricht der 2013 verbreiteten Theorie von Caleb Everett, wonach die trockene Luft und der Luftdruck in Bergregionen das Auftreten dieser Konsonanten erklären. *Nicolas Pache*

M. Urban, S. Moran: Altitude and the distributional typology of language structure: Ejectives and beyond. *Plos One* (2021).

Ultraschneller Lichtblitz

Viele essenzielle biologische Prozesse benötigen Energie in Form von Licht – etwa die Photosynthese oder die Anregung von Sehzellen. Diese Vorgänge sind schwer zu erforschen, denn sie beruhen auf bisher nicht messbaren Zustandsänderungen von Elektronen im Bereich von wenigen Billiardstel Sekunden. Forschenden der ETH Zürich ist es nun gelungen, ein solch ultraschnelles Ereignis in einem organischen Molekül zu beobachten, mit Hilfe der Attosekunden-Spektroskopie.

Dafür werden mit einem Laser Pulse von weicher Röntgenstrahlung erzeugt, die über 20-mal kürzer sind als die Veränderungen. So konnten die Forschenden beobachten, wie ein durch Licht angeregtes Elektron in einem Kohlenstoffatom in den Ausgangszustand zurückfällt, und berechnen, wie sich dabei die Molekülstruktur ändert. *yv*

K. Zinchenko et al.: Sub-7-femtosecond conical-intersection dynamics probed at the carbon K-edge. *Science* (2021)

Souveräne Doppelgängerin

Sozialkompetenz lässt sich verbessern, wenn **ein Vorbild nachgeahmt wird**, mit dem man sich identifizieren kann. Forscherinnen der Universität Lausanne haben beobachtet, dass Personen bessere Vorträge halten, wenn sie sich zuvor selbst als virtuellen Doppelgänger bei einem **perfekten Auftritt** beobachten konnten. Besonders Männer mit geringem Selbstbewusstsein absolvierten ihren Vortrag besser. Offen ist, warum das bei Frauen weniger gut funktioniert. *yv*

E. Kleinlogel et al.: Doppelgänger-based training: Imitating our virtual self to accelerate interpersonal skills learning. *Plos One* (2021)



Foto: E. Kleinlogel et al. (2021)

Effizienter gegen Influenza impfen

Vor allem für ältere und immunsupprimierte Menschen steht sie alljährlich an: die Grippeimpfung. Gelten sie doch als besonders gefährdet, einen schweren Krankheitsverlauf zu erleiden. Da sich das Influenzavirus verändert, muss der Impfstoff jährlich angepasst und neu verabreicht werden. Einen möglichen Ansatz für einen besseren und langanhaltenden Impfschutz für diese ständig wachsende Gruppe hat nun der Internist und Infektiologe Cédric Hirzel vom Inselspital Bern herausgefunden – dafür müsste nämlich eine Immunantwort gegen stabile Strukturen des Virus angeregt werden.

Er sah sich während eines Aufenthalts an der Universität Toronto die Serumproben von 120 Patientinnen und Patienten an, deren Immunsystem wegen einer Organtransplantation unterdrückt war. Je ein Drittel hatte eine Infektion mit Influenzaviren vom Typ H1N1 oder H3N2 überstanden, die dritte Gruppe hatte eine Grippeimpfung erhalten.

Normalerweise messen Medizinerinnen nur die Antikörper gegen ein bestimmtes Protein an der Oberfläche des Virus, um zu bestimmen, ob eine Patientin gegen eine Influenzainfek-

tion gefeit ist. Hirzel aber untersuchte, gegen welche anderen Strukturen des Erregers ebenfalls eine Immunreaktion zu beobachten war.

Im Gegensatz zu den geimpften Versuchspersonen hatten die immunsupprimierten Patienten nach einer Infektion mit Influenza gegen viele verschiedene Strukturen des Virus Antikörper gebildet. «Das hat uns überrascht. Wir hatten bei diesen Patienten nicht so eine breite Immunantwort erwartet», sagt Hirzel.

Vor allem aber fiel dem Infektiologen auf, dass die immunsupprimierten Patientinnen auch Antikörper gegen stabile Virusbestandteile bildeten, die sich also nicht von Jahr zu Jahr verändern.

«Wenn wir es schaffen würden, wirksame Impfstoffe auch aus diesen Strukturen zu entwickeln, könnte vielleicht sogar ein langfristiger Schutz möglich sein», so der Infektiologe.

Astrid Viciano

C. Hirzel et al.: Natural influenza infection produces a greater diversity of humoral responses than vaccination in immunosuppressed transplant recipients. *American Journal of Transplantation* (2021)



Foto: Edwin Remsburg/VWPics/Getty Images

Wenn der Colorado-Kartoffelkäfer abrutscht, kann er der Pflanze nicht mehr schaden.

Rutschbahn für Käfer

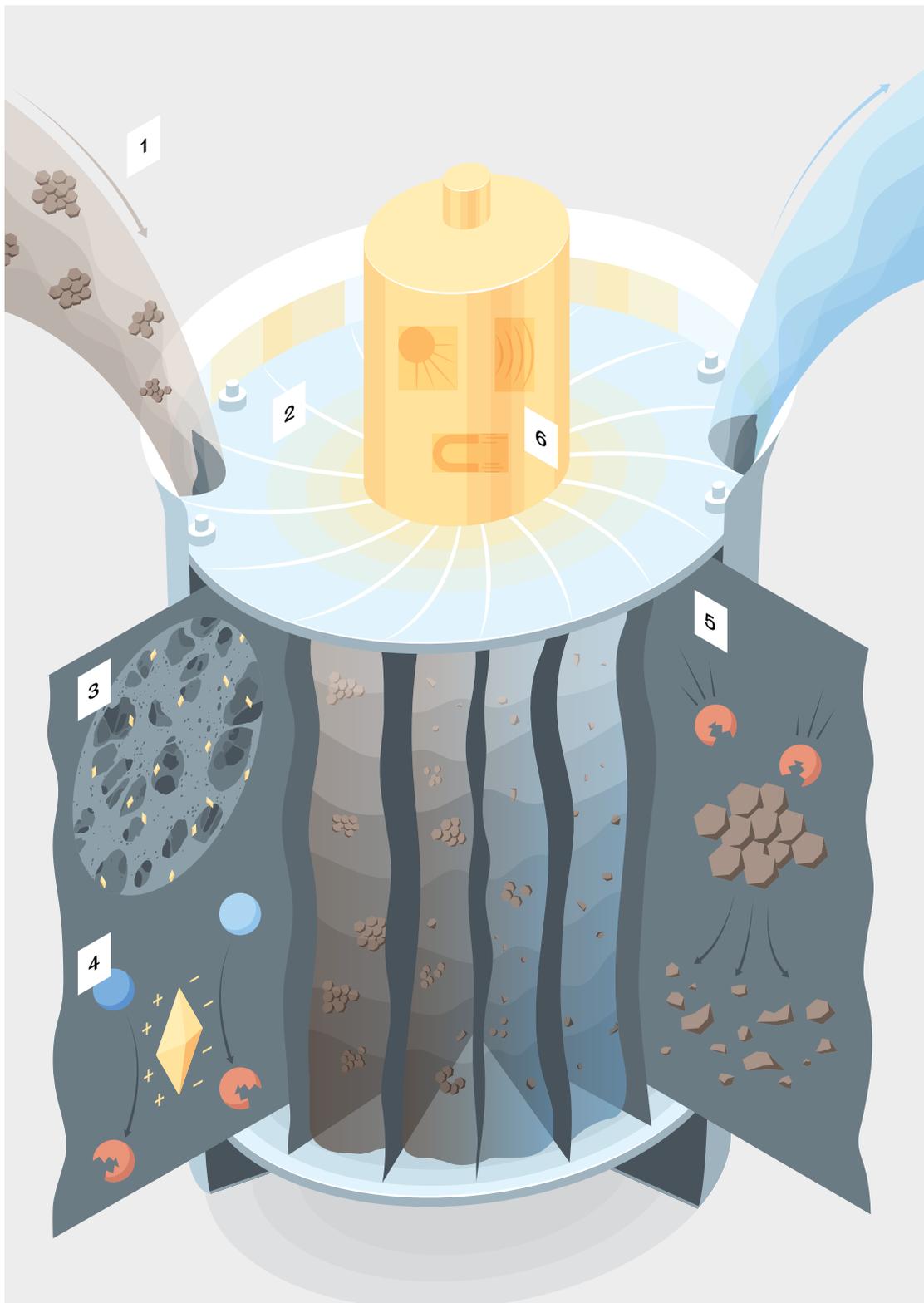
Auf Litschiblättern sorgen mikroskopisch kleine Strukturen dafür, dass Käfer keinen Halt finden. Diese **natürliche Form der Insektenbekämpfung** inspirierte Johannes Bergmann von der Universität Freiburg: Er zeigte, dass aufgesprühte Zellulosepartikel für den schädlichen Colorado-Kartoffelkäfer noch rutschiger sind als Litschiblätter – wenn die Partikel kleiner als ein hundertstel Millimeter sind und genug Falten aufweisen. Laut Bergmann liesse sich diese Methode für die Landwirtschaft weiterentwickeln. *yv*

J. Bergmann et al.: Insect Antiadhesive Surfaces Using Electrospayed Wrinkled Ethyl Cellulose Particles. *Applied Materials and Interfaces* (2021)

Hormone im Wasser zerstören

Chemischer Schmutz hält sich hartnäckig im Abwasser. Um ihn unschädlich zu machen, entwickelt ein Spin-off der ETH Zürich eine Lösung mit einem nanoporösen Katalysator.

Text Judith Hochstrasser Illustration Ikonaut



1. Problem: Kaum abbaubare Stoffe in Abwässern

Schmutzwasser aus Labors, der pharmazeutischen Industrie oder Spitätern enthält Mikroverunreinigungen wie etwa Hormone oder Medikamente. Sie sind schwer abbaubar und bleiben in der Nahrungskette. Bisher wurden sie mit Chemikalien behandelt oder mit UV-Licht, das bei trübem Abwässern nicht effizient ist. Das ETH-Spin-off Oxyle hat deshalb nun einen nanoporösen Katalysator entwickelt.

2. Idee: Nanoporöser Katalysator

Der Katalysator besteht aus Polymerblättern, die in einem Halter aufgespannt sind und vom Abwasser umspült werden. Die schwarze Farbe kommt vom Nanomaterial.

3. Material: Mininetzwerk

Auf der Oberfläche der Polymerblätter wird bei Energiezufuhr ein komplexes nanoporöses Netzwerk aktiviert: Auf jedem Nanopartikel (gelbe Rauten) entstehen negative und positive Ladungen. Das ergibt in jedem Sekundenbruchteil Milliarden von Oberflächenladungen in den kleinsten Poren (schwarze Kugeln).

4. Prozess: Putzquipe im Kleinstformat

Die elektrischen Ladungen spalten Wasser- (dunkelblau) und Sauerstoffmoleküle (hellblau) in reaktive Radikale (rot): die Saubermacher.

5. Ziel: Abbau zu harmlosen Rückständen

Die Radikale reagieren mit synthetischen Schadstoffen im Wasser, seien es Pharmazeutika, Pestizide oder andere Chemikalien. Sie bauen diese zu harmlosen Molekülen wie Wasser, Sauerstoff oder Kohlendioxid ab. Die Polymerblätter bleiben sauber. Das behandelte Wasser kann wieder dem Kreislauf beigefügt werden.

6. Aktivierung: Saubere Energie

Der nanoporöse Katalysator wird durch grüne Ressourcen wie Licht, magnetische Felder oder mechanische Vibrationen in Gang gesetzt.

Seit Monaten gehören sie zu den am stärksten frequentierten Orten der Welt. Zeit also, in die virtuellen Räume einzutreten und sie in unserem Fokus zu erkunden.

Irritierend echt

Der in Südafrika lebende Alexis Christodoulou gilt als Pionier der imaginären Architektur. Die von ihm verwendete Technik des Renderings ist in der Immobilienbranche üblich, um noch nicht existierende Gebäude Kundinnen schmackhaft zu machen. Christodoulou dagegen kreiert Räume und Landschaften, die niemals gebaut werden sollen oder je existieren könnten. Seine oft pastell- oder leuchtfarbenen Werke irritieren, weil sie einerseits lebendig scheinen, andererseits nicht real sein können. Wie etwa beim Bild rechts, das anmutet wie ein überinszenierter Blumenladen. Bilder: Alexis Christodoulou



«Die Inbox erstreckt sich wie eine Blase in eine andere Dimension»

Wir loggen uns ein, laden hinauf und herunter: Unsere Sprache zeigt schon lange an, dass es sich bei elektronischen Angeboten auch um Orte handelt. Technikphilosoph Tobias Holischka steckt diese virtuellen Räume ab.

Interview Judith Hochstrasser Foto Sebastian Arlt



Tobias Holischka, wir beide treffen uns gerade virtuell, oder?

Ich würde es virtuell nennen, weil das Wort aktuell so benutzt wird. Doch es ist nicht Virtualität im eigentlichen Sinn. Wir meinen nur, dass wir uns nicht physisch treffen. Aus dieser Betrachtung ergibt sich ein Problem: Virtualität wird gegen Wirklichkeit gestellt. Aber dass wir beide jetzt gerade, obwohl wir uns online begegnen, ein wirkliches Treffen haben, würde niemand infrage stellen. Sie sind keine Illusion, und ich bin für Sie kein Computerspiel. Ich bin auf der Hut, weil durch den Begriff Virtualität immer alles in den Bereich des Unwirklichen abgedrängt wird.

Warum ist das ein Problem?

Viele Forschende aus dem Bereich der Geisteswissenschaften werden durch den Begriff Virtualität sofort getriggert und fragen: Was bedeutet es, wenn wir uns nur noch virtuell, also nicht real, treffen? So verwendet ist die Bezeichnung wie eine Nebelkerze. Das gilt auch für andere Begriffe wie künstliche Intelligenz. Wer den technischen Hintergrund nicht versteht, denkt dann: Um Himmels willen, jetzt gibt es künstliche Intelligenz, früher gab es nur natürliche Intelligenz! Aber das ist nur ein Name für eine Technik.

Ich verstehe. Uns geht es vor allem um virtuelle Räume. Sagen wir einfach, wir treffen uns seit einem Jahr an neuen Aufenthaltsorten. Braucht es eine neue Betrachtungsweise von Räumen?

Ja. Wenn wir den alten Begriffswerkzeugkasten verwenden, dann ist das, was wir in den Bildschirmen sehen, sei das nun ein E-Book oder ein soziales Netzwerk, nur eine zweidimensionale Textwand. Auf den ersten Blick scheint alles dasselbe zu sein. Aber wir haben es mit völlig unterschiedlichen Phänomenen zu tun: Beim E-Banking befinden wir uns in einem ganz sicheren Bereich, der passwortgeschützt ist. Auf einem sozialen Netzwerk dagegen schi-

cke ich persönliche Nachrichten. Unsere Sprache zeigt uns schon lange an, dass es sich dabei um Orte handelt. Wir loggen uns ein, wir laden Sachen herunter. So sehen wir eine Dimension, die vorher verdeckt war: Es handelt sich so gesehen tatsächlich um virtuelle Räume. Denn ursprünglich bezeichnet ein Raum ein Nebeneinander von Dingen. Virtuelle Räume sind aber kein Teil des materiellen Raumes. Es gibt keine Strasse, auf der ich zum elektronischen Postfach fahren könnte. Das ist eher eine Blase, die sich in eine andere Dimension erstreckt.

Die Menschheit hat sich lange physisch ausgedehnt: hat neue Kontinente entdeckt, ist ins Weltall vorgestossen. Nun dehnen wir uns sozusagen in Inneres aus. Verändert das den Blick auf die Welt?

Das ist eine sehr schöne Überlegung. In Amerika gibt es das New-Frontier-Denken: Man musste immer weiter nach Westen vorstossen, als das nicht mehr möglich war, ging es in den Weltraum. Jetzt gibt es einen neuen Raum. War das die logische Weiterentwicklung? Durch den Blick vom Mond aus haben wir verstanden, dass wir alle auf einem Planeten zusammengedrängt sind, unterschiedslos, ein bisschen verloren. Eine Analogie hat sich durch die Simulationstheorie ergeben, populär geworden durch den Film Matrix: Wir können nicht nur selbst Simulationen erzeugen, sondern wir könnten auch selbst in einer leben. Wie real ist die Welt, die ich sehe? Damit steht noch mehr auf dem Spiel: Was ist für uns noch wirklich? Gibt es eine höhere Wirklichkeit?

Diese Fragen haben Ungewissheiten eröffnet.

Ja. Ich fände es spannend zu untersuchen, ob gewisse geisteswissenschaftliche Ströme mentale Kinder dieser Fragen sind. Wenn behauptet wird, es gäbe keine absolute Wahrheit mehr, alles sei relativ. In Simulationen könnte auch immer alles anders sein. Schon in der Antike

gab es Theorien, die davon ausgingen, dass die Welt etwas Geschaffenes ist. Dabei brauchte es jemanden, der sie schafft. Wenn wir in einer Simulation leben, muss ja jemand die Simulation erschaffen haben. Das ist die Frage nach Gott. Eine neue religiöse Vorstellung macht sich breit.

Zurück zum Konkreten: Hat der Raum das Dreidimensionale verloren?

Ja, das ist schwierig in traditionellen Kategorien zu erfassen. Wir sitzen am Bildschirm, und dahinter eröffnet sich eine ganze Welt, die aber keinen physischen Platz braucht. Die Computer sind ganz klein, aber wir können quasi unendlich neuen Raum erzeugen. Das ist so ungreifbar. Obwohl natürlich die Darstellungen den drei Dimensionen folgen, sonst könnten wir sie nicht verstehen.

Räume, die keinen Platz brauchen ...

Obwohl: Alle virtuellen Räume werden in Geräten erzeugt, und die Rechenzentren brauchen viel Platz. Es braucht Menschen, die diese Maschinen physisch bauen und warten und reparieren.

Bis jetzt gingen wir via Bildschirm in andere Räume. Aber es geht auch umgekehrt: mit Techniken wie Augmented Reality. Oder Hologrammen.

Ich bin noch unsicher, mit welchem griffigen Konzept man das in den Blick bekommt. Ist es wirklich so ein grosser Unterschied, ob ich eine Projektion via Hologramm im Raum habe oder ob die Personen aus dem Fernseher sprechen? Und wenn wir mit der Smart-Brille, die uns Informationen einblendet, durch die Stadt gehen: Ist das so anders, als wenn ich mit der Karte unterwegs bin?

Raum und Ort: Was ist eigentlich der Unterschied?

Raum ist eine geometrische Kategorie: Länge, Breite, Höhe. Ort ist aber das, wo wir einen

Gedankenreisen an imaginäre Orte

Tobias Holischka ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Philosophie an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt. Er forscht zu **Technikphilosophie und Phänomenologie der Virtualität**. 2015 promovierte er zum Thema **«Cyber-Places**. Philosophische Annäherungen an den virtuellen Ort». *jho*

Platz haben. Wir sitzen beide in einem Dachzimmer, wie ich sehe. Sie könnten theoretisch beide die gleichen Ausdehnungen haben. Der Unterschied befindet sich auf der Ortsebene: Das eine ist Ihr Zuhause, das andere meines. Was einen Platz ausmacht, können wir nicht mit geometrischen Beschreibungen erklären. Die virtuelle Landschaft in einem Computerspiel oder die Webseite des E-Banking – auch virtuell kann ein Ort kuschelig sein oder steril.

Eine Besonderheit des virtuellen Ortes ist, dass man ihn nicht berühren kann.

Für uns Menschen ist es wichtig, dass die Welt uns Widerstand gibt. Bei unserem Körper durch Hunger und Durst. Objekte wie mein Trinkglas haben ein Gewicht, an meinem Tisch kann ich mich stossen. Indem ich die Widerstände der Welt überwinde oder nicht überwinde, bewege ich mich darin. All das fehlt an virtuellen Orten. Man verwendet zwar teilweise haptisches Feedback etwa durch Vibrationen, aber das ist nicht das Gleiche. Meine Überzeugung ist: Elektronische Darstellungen, virtuelle Orte, stehen nicht in Verdrängungskonkurrenz zu physischen Orten. Das sind einfach Alternativen.

Welches ist Ihr liebster virtueller Ort?

Ich mag Computerspiele sehr gerne, besonders Minecraft. Man hat kein Ziel, kann tagelang geradeaus laufen zum Beispiel. Aber was die meisten Menschen tun: Sie bauen Häuser. Und richten sich ein. Dabei gibt es dafür überhaupt keine Notwendigkeit. Das hat mich sehr an Martin Heidegger erinnert, der das Wohnen als den ursprünglichen menschlichen Weltbezug bezeichnet hat. Wir Menschen sind in der Welt, indem wir sie bewohnen. Das reproduzieren wir in der virtuellen Welt. Man könnte alles machen, aber die Leute bauen Häuser. Irre.

Judith Hochstrasser ist Co-Redaktionsleiterin von Horizonte.

Von den Grenzen der unendlichen Weiten

Wir halten uns so oft in virtuellen Räumen auf wie nie zuvor, grösstenteils unfreiwillig. Was das mit uns macht.

Text Ümit Yoker

Das letzte Jahr hat klargemacht, dass man verbindliche Entscheidungen auch treffen kann, wenn der eine in Stäfa sitzt und die andere in San José. Dass wir Zuneigung auch spüren, wenn zwischendurch der Bildschirm einfriert. Natürlich sehnen wir uns den Alltag mit persönlichen Begegnungen trotzdem zurück. Wie sehr, hängt aber stark von unserer Persönlichkeit und Arbeitssituation ab, sagt Dominique de Quervain von der Universität Basel. Der Professor für kognitive Neurowissenschaften hat seit Beginn der Coronakrise mehrmals erhoben, wie es den Schweizerinnen und Schweizern geht in dieser Zeit. Was die vielen Stunden im Homeoffice betrifft, lässt sich kein eindeutiger Einfluss auf das psychische Wohlbefinden ausmachen: «Manche fühlen sich in der Abgeschiedenheit ihrer Mansarde wohler als im Grossraumbüro», fasst es de Quervain zusammen. «Für andere sind die fehlenden Sozialkontakte eine grosse Belastung.»

Die Soziologin Helene Thaa, die an der Universität Basel zu digitaler Entfremdung und Aneignung von Arbeit forscht, stellt in ihren Interviews zum Thema fest: Die physische Distanz zum Betrieb tut der Überzeugung, einen wertvollen Beitrag zu leisten, in der Regel keinen Abbruch. «Allerdings handelt es sich bei diesen Personen um gefragte Fachkräfte wie etwa Programmierende oder Professionelle im Projekt- und Change Management, die gute Bedingungen aushandeln und selbstbestimmt arbeiten können.»

Stundenlang das eigene Gesicht

Auf den ersten Blick mag sich das berufliche Treffen online gar nicht mehr so sehr von der persönlichen Begegnung unterscheiden. Doch wer täglich viele Stunden in Videokonferenzen verbringt, dürfte anderer Meinung sein. Inzwischen hat sich ein Begriff für die Ermüdung etabliert, die die neue Realität mit sich bringt: Zoom Fatigue. Jeremy Bailenson, Professor für Kommunikationswissenschaften und Gründer des Virtual Human Interaction Lab an der Universität Stanford, hat die möglichen Gründe dafür zusammengetragen: Erstens würden wir auf Zoom und Co. mit allen Menschen auf eine Weise kommunizieren, die eigentlich dem Austausch mit den Allernächsten vorbehalten sei, schreibt der Medienpsychologe in einem Beitrag in *Technology, Mind and Behavior*. Denn: Die Gesichter auf dem Bildschirm rücken uns viel zu nah, der Blick ist zu lange auf uns gerichtet. Der Medienpsychologe vergleicht die Situation mit einer vollgepferchten U-Bahn, in der uns alle Reisenden ununterbrochen das Gesicht zu-

wenden: Hier würden wir im echten Leben automatisch den Blick abwenden, um Distanz zu schaffen. Ausserdem senden und empfangen wir in persönlichen Begegnungen zahlreiche nonverbale Signale, meist mühelos und ohne bewusstes Zutun. Online aber können wir beispielsweise nicht mehr aus Körperhaltung oder Bewegungen ableiten, ob uns jemand zustimmt. Andere Signale erhalten dafür umso mehr Gewicht: die Sprache, die Mimik oder Gesten. So werde in Videochats etwa lauter gesprochen und heftiger genickt, schreibt Bailenson. Zudem hätten viele nonverbale Signale im physischen Austausch eine andere Bedeutung. So interpretieren wir den langen Seitenblick der Kollegin erst einmal so, dass sie dem Nachbarn im Gesicht-Gitter wortlos etwas mitteilen möchte. Wahrscheinlich schaut sie aber gerade einen Termin im Onlinekalender nach. Natürlich wissen wir um solche automatischen Reaktionen. Aber es kostet Energie, den ursprünglichen Eindruck ständig an das neue Medium zu justieren.

Zudem finden wir uns, drittens, viel häufiger in einer Situation wieder, die bisher Balletttänzern oder Spiegelkabinettbesitzerinnen vorbehalten war: Wir sehen täglich stundenlang unser Ebenbild reflektiert, was laut Bailenson zu kontinuierlicher Selbstkritik und Stress führen kann. Zu guter Letzt: Die Online-Sitzung steht nicht nur ausgedehnten Spaziergängen im Weg, sondern auch kleinen Bewegungsaktivitäten. Während eines persönlichen Gesprächs oder am Telefon erledigen wir ganz vieles nebenbei, strecken kurz den Rücken durch oder setzen das Pastawasser fürs Mittagessen auf, ohne dass unsere Konzentration darunter leiden würde. Im Gegenteil, sagt Bailenson, wer sich bewege, und seien es nur ein paar Schritte durchs Sitzungszimmer, erbringe oft bessere Leistungen und habe kreativere Ideen, als wer ausschliesslich sitze.

Grundsätzlich scheint es in virtuellen Räumen leichter zu sein, bestehende Beziehungen zu pflegen, als neue Kontakte zu knüpfen. So befand in einer Befragung von knapp 180 Zürcher Psychiaterinnen und Psychiatern die Mehrheit, dass psychotherapeutische Gespräche gut vorübergehend in ein virtuelles Setting verlegt werden könnten, sagt Anke Maatz, Oberärztin an der Psychiatrischen Universitätsklinik Zürich. «Allerdings nur, wenn die therapeutische Beziehung bereits etabliert ist.» Maatz geht derzeit mit Kolleginnen und Kollegen aus Psychologie und Interaktionslinguistik der Frage nach, wie wichtig physische Präsenz für die Psychotherapie ist. «Für Erstgespräche hielten die meisten Befragten virtuelle Sitzungen da-

gegen für ungeeignet.» Und auch Cornelia Diethelm, die an der Hochschule für Wirtschaft in Zürich den Studiengang Digitale Ethik leitet, beobachtet: «So etwas wie Klanserverband entsteht viel langsamer, wenn man sich von Anfang an nur online begegnet. Die Lernenden bleiben relativ lange einfache Individuen, die sich für die Unterrichtseinheit zuschalten und dann wieder weg sind.»

Holprig verlaufen deshalb auch die Versuche, am Bildschirm so etwas wie Apérostimmung herzuzaubern. «Es genügt nicht, sich mit einem Glas Prosecco vor den Bildschirm zu setzen», sagt Klaus Marek, der sich im Departement Design & Kunst der Hochschule Luzern damit beschäftigt, wie physische und virtuelle Räume gestaltet werden müssen, damit wir uns darin wohlfühlen. Wer sich mit wem treffe, werde in virtuellen Netzwerkangeboten wie etwa den Breakout Rooms meist vom Host entschieden. Besser würden sich deshalb Programme wie Gather Town eignen, so der Leiter des Studiengangs Spatial Design. Dort verfüge jede Person zusätzlich über einen kleinen Avatar, der wie eine Spielfigur in individuell eingerichtete Umgebungen gezogen werden kann. Zu einer intuitiveren Orientierung im Raum ver helfe zudem, dass die Stimmen der anderen Teilnehmenden je nach Distanz leiser oder lauter würden.

Trotzdem: Stadtwald und Seeufer, Tramhaltestelle und Treppenhaus, Diskothek und Dennerkasse ersetzen auch die besten Tools nicht. Es fehlt im Netz an Zwischenorten, die zufällige Begegnungen ermöglichen; an einem öffentlichen Raum, der uns nicht vorgibt, welche Menschen wir auf welche Weise treffen. Denn auch vermeintlich belanglose Kontakte steigern unser Wohlbefinden und tragen vielleicht sogar dazu bei, uns als Gesellschaft zusammenzuhalten. So wiesen die kanadischen Psychologinnen Gillian Sandstrom und Elizabeth Dunn vor einigen Jahren in einem Experiment nach, dass Leute, die sich beim Cappuccino zum Mitnehmen noch kurz mit den Baristas unterhielten, deutlich besser gelaunt aus dem Café kamen als diejenigen, die nur die Bestellung aufgaben. Dazu schien ein Gefühl von Zugehörigkeit beizutragen.

Nach Auschwitz mit der VR-Brille

Doch umgekehrt können wir virtuell auch Orte besuchen, die uns im richtigen Leben verwehrt blieben: weil es sie nicht mehr gibt oder sie gar nie existierten, weil sie zu gefährlich sind oder man sie uns lieber vorenthält. Virtual Reality ermöglicht uns einen Spaziergang auf dem Mars ebenso wie den Gang durch die Schlachtfabrik. Gerade für Museen sieht der Designer Klaus Marek hier eine grosse Chance. Virtuelle Führungen könnten heikle Artefakte einem breiten Publikum zugänglich machen, ohne deren Zerfall zu riskieren. Aus Ruinen können wieder ganze Städte entstehen. Das Erleben können hat aber auch seine Grenzen: Ein italienisches Studio bietet seit 2017 eine Nä-

herung an die Schrecken von Auschwitz mittels VR-Brille an. Das Angebot hat Diskussionen ausgelöst. Es wäre vermessen zu glauben, dass man nur virtuell in die Schuhe eines Opfers zu schlüpfen brauche, um dessen Leid verstehen zu können, sagt der Medienethiker Thilo Hagedorff von der Universität Tübingen. «Schliesslich ist einem stets bewusst, dass man nur die Brille abzusetzen braucht, und schon hat der Schrecken ein Ende.»

Es kann aber echt sein, was wir in virtuellen Sphären fühlen. Schon 2002 wies ein Forschungsteam der Universität North Carolina nach, dass es reicht, von ein paar Zentimetern über dem Boden in eine virtuelle Grube hinunterzublicken, damit das Herz rast. Und manchmal wirkt in der Realität sogar nach, was wir virtuell erlebt haben, wie eine 2013 an der Universität Barcelona durchgeführte Studie zeigt: So erliegen weisse Probandinnen, die im virtuellen Raum durch schwarze Avatare verkörpert wurden, nach dem Experiment weniger Vorurteilen als zuvor. Dominique de Quervain hat in den letzten Jahren mehrere VR-Apps zur Behandlung von Phobien ent-

wickelt. «Obwohl der konventionellen Konfrontationstherapie grosse Wirksamkeit bescheinigt wird, kommt sie im Alltag selten zur Anwendung», stellt der Neurowissenschaftler fest. Ein paar Vogelspinnen zu organisieren oder einen Seminarraum mit Publikum zu füllen, bedeute für die Therapierenden einen grossen Aufwand. Ausserdem koste es Phobikerinnen viel Überwindung, sich freiwillig in eine Situation zu begeben, die man normalerweise um jeden Preis vermeide. «In der virtuellen Umgebung hingegen kann ein Stimulus so präsentiert werden, dass er die Patienten nicht überfordert.»

Die Pandemie war Katalysator für Homeoffice und Onlinemeetings und hat Vorbehalte ausgeräumt. «Die vergangenen Monate haben unser Sensorium dafür geschärft, wo physische Anwesenheit entscheidend ist – und wo wir problemlos darauf verzichten können», sagt die Dozentin und Unternehmerin Diethelm. «Es dürfte künftig mehr Überzeugungsarbeit leisten müssen, wer einzig mit einem Referatereigen für die Konferenzteilnahme vor Ort wirbt.» Gleichzeitig sei klar geworden, dass Kaffeepausen nicht einfach verlorene Zeit sind. Getrost kann man zudem eine neue Gewohnheit infrage stellen: Nicht jeder Austausch muss zwingend in ein Videomeeting münden. Man darf weiterhin zum Telefon greifen oder eine E-Mail schreiben.

Allen Anpassungen zum Trotz, die das Navigieren in virtuellen Auditorien mit sich bringt: Es ist ein überschaubarer Teil der Bevölkerung, der nun täglich stundenlang seine Tränensäcke am Bildschirm vorgehalten bekommt. Die Mehrheit hingegen, die Busfahrerinnen, Krankenpfleger und Supermarktangestellten, verbringen ihren Arbeitsalltag nach wie vor überwiegend in der physischen Welt.

Ümit Yoker ist freie Journalistin in Lissabon.

«Inzwischen ist unser Sensorium dafür geschärft, wo physische Anwesenheit entscheidend ist.»

Cornelia Diethelm





MOÏRAS WELT

Eine Kurzgeschichte von Vincent Gessler

Das Aufwachen ist ähnlich wie immer: ein schwieriger Moment, in dem der Körper nur langsam die Kontrolle gewinnt. Ich sitze auf der Bettkante, das Leintuch gleitet über meine Haut, ich spüre ein sanftes Schaudern. Aus einer Platte an der Decke fällt gedämpftes Licht, das allmählich an Intensität zunimmt. Keine Fenster. Kein reflektierendes Metall. Die Prüfung mit dem Spiegel erwartet mich hinter der einzigen, verschlossenen Tür.

Ich nehme Kontakt mit dieser Realität auf, versuche zu begreifen. Ich betrachte meine Hände, die wie immer geschmeidig und blass sind. Ein Fleck auf meinem Handgelenk, vertraute Falten tanzen über meine Knöchel. Keine Narben natürlich. Spontan berühre ich mit einem Finger die Oberseite meines Schädels, wo sich die Öffnung der neuronalen Buchse befindet: die Schnittstelle, die mein Gehirn mit der echten Welt verbindet. Ich spüre sie, warm, aufregend, wunderbar eindringend. Sie schmiegt sich nahtlos an den Knochen. Wenn ich darüberstreiche, löst das keine Empfindung aus.

Heute werde ich fünfzehn. In wenigen Minuten beginnt mein Mündigkeitsritual, und ich werde mein echtes Gesicht sehen, hier, in der Welt meines Körpers, weit entfernt von meinen bisherigen Orientierungspunkten.

Ein Schwindelgefühl überkommt mich, das Bedürfnis, mich zu sammeln.

Mit Daumen und Zeigefinger kneife ich mich in den Unterarm, immer fester. Kein Filter mildert den Schmerz, ich könnte weitermachen bis zu einer Verletzung ... Als ich den Druck lockere, hinterlassen meine Nägel violette Abdrücke.

Das ist mein Körper. Der Tempel, der mein Bewusstsein beherbergt. Ich habe ihn mir immer als Schutzhülle vorgestellt, als einen wohligen Kokon aus Fett, Muskeln und Knorpel. Doch mein Kopf sitzt fest auf dem Ende einer Wirbelsäule, und ich nutze ihn genauso wie alle anderen Avatare meiner wahren Welt.

Meine wahre Welt, in der es praktisch keinen Schmerz, keinen Hunger, keine Krankheiten, kein Risiko und keine Unfälle, keinen Gestank, keine Tränen, keinen schlechten Geschmack und keine körperlichen Notwendigkeiten wie Essen, Trinken, Stuhlgang, Schwitzen, Waschen, Bewegen, Arbeiten gibt. Der Tod ist ein diskretes Erlöschen mit schmerzhaftem Abdruck.

Meine wahre Welt, in der ich fliegen, meine Gestalt wandeln, die Emotionen anderer direkt in mir spüren und meine Umgebung verändern kann ... Nach der Bewährungsprobe werde ich dorthin zurückkehren, volljährig, dann kann ich dort alles, was ich tun möchte, frei wählen. Ich wäre nicht mehr gezwungen, meinen Körper beherrschen zu lernen, wie das alle Kinder in meiner Welt bis zur

Volljährigkeit tun müssen – nur für die hypothetische Entscheidungsfreiheit, falls sie eines Tages in die körperliche Welt zurückkehren und dort alt werden möchten. Warum sollte ich diese ursprüngliche Realität wählen, in der es nur darum geht, die Organe am Leben zu erhalten? Meine Welt ist echter, weiter, interessanter als diese bittere Wüste der Sinne, in die ich meinen Körper schlepe wie einen alten Mars-Rover, der Stück für Stück auseinanderfällt, bevor er endgültig stehen bleibt und in kalter Unendlichkeit vor sich hin rostet.

Endlich bin ich erwachsen, und meine Träume liegen vor mir! Ich werde jeden Tag fliegen und muss nicht mehr länger lernen, wie man geht, wie man Stuhlgang hat, wie man kaut, wie ich dieses Gesicht verändern kann, das ich in wenigen Augenblicken mit meinen Augen aus Fleisch und Blut betrachten werde, hoffentlich zum letzten Mal.

~ ~ ~

Mein Hintern und mein Kreuz schmerzen vom zu langen Sitzen, währenddem meine Gedanken rasten. Der Körper fordert meine Aufmerksamkeit ein, immer noch. Jede Information, die an mein Gehirn gesendet wird, ist jetzt authentisch, ohne Vermittlung, ohne Schnittstelle. Der Schmerz fängt in den ersten Minuten an.

Ich bin – wie der Rest der Menschheit – in einem Tank aufgewachsen. Zum ersten Mal sind die Flüssigkeiten, die meinen Körper umspülten, abgepumpt worden, sind die Ernährungs sonden, das neuronale Geflecht, das Netzwerk aus Nanotechnologie, die mein Fleisch seit der Geburt umhüllt haben, entfernt worden.

Ich wurde ein zweites Mal geboren.

Ich wünschte, meine Patinnen und Paten wären bei mir, doch im Moment besteht nur die Verbindung zu mir selbst. Die ersten Minuten der ursprünglichen Realität erlebt man allein.

Aus einer plötzlichen Eingebung heraus stütze ich mich auf den Rand der Matratze und stehe auf. Das gelingt so mühelos wie Aufwachen, Berühren oder Atmen. Es passiert nichts Besonderes, und der ziehende Schmerz im Rücken lässt nach. Ich habe meinen physischen Körper noch nie so exponiert wie heute. Plötzlich überfällt mich eine dumpfe, unbewusste Angst: vor dem Gehen, vor dem Umfallen, davor, dass mein Kopf auf den Boden aufschlägt und ich das kostbare Stück beschädige.

Die ursprüngliche Welt ist voller Risiken. Jede Sekunde steht das Leben auf dem Spiel.

Ich hole Luft und mache drei Schritte. Das ist einfach. Meine Gliedmassen gehorchen mir wie diejenigen in meiner wahren Welt. Die Empfindungen sind gleich, die Me-

chanik folgt den Impulsen. Die Tür öffnet sich und gibt den Blick auf einen anderen Raum frei, der grösser und ähnlich karg ist. In der Mitte steht eine Art Ständer, der mit einem schwarzen Tuch bedeckt ist, dahinter ein Vorhang.

Ich habe den naiven Wunsch, dass alles nur eine Simulation ist. Ich tippe mir an die Ferse und will losfliegen, vielleicht in einer Pixelexplosion die Decke zerschmettern und als flammender Komet in den Himmel steigen, doch nichts geschieht. Mein Körper bleibt starr wie ein vom Wind erodierter Fels in der Sandwüste. Ich habe keinen Zugang zu einem Interface, keine Musik begleitet mich wie sonst auf Reisen. Es gibt nur mich und diese Realität, in einer erstickenden, sensorischen Stille, einer rohen, unnachgiebigen Zusammenkunft der Sinne.

Ich gehe zum Ständer und hebe mit einer Hand das Samttuch an, unter dem ein Spiegel zum Vorschein kommt.

Ich sehe ein Gesicht mit einer Stirn, die von dichten schwarzen Locken umhüllt wird. Einen Mund mit wohlgeformten Lippen, die zum Küssen und zum Kosten süsser Dessertträume bestimmt scheinen. Zwei Nasenlöcher, die sich beim Einatmen aufblähen. Zwei glitzernde Augen mit rabenschwarzen Edelsteinen in holzfarbener Fassung. Meine Haut wirkt blass, doch meine Augen leuchten intensiv.

Ich stelle mir vor, wie mein Körper jahrelang geschlafen hat, bebrütet von Maschinen, während ich an einem Ort lebte, der unmöglich zu lokalisieren ist, in einem Raum ohne Materie, der doch so echt war, dass ich ihn mein Zuhause nenne.

«Moïra ...»

Mein Mund hat sein erstes Wort artikuliert, und es beruhigt mich, meinen Namen zu hören. Der Klang meiner Stimme ist derselbe, das Gehör in meinem Kopf funktioniert also einwandfrei.

~ ~ ~

Ich reisse den Blick von meinem Gesicht los und greife nach dem Apfel, der neben den Spiegel gelegt wurde – ich frage mich, von wem. Wer will schon in dieser Welt hier leben? Wer erledigt solche Arbeiten? Menschen, für die eine einfache Tätigkeit in engen körperlichen Grenzen sinnvoll genug ist? Oder aufmerksame Maschinen, die dank einer algorithmischen Inspiration einen Apfel fallen lassen?

Ich untersuche die Frucht genauer. Die feste Rundung fühlt sich in meiner Hand rau an. Kleine schwarze Punkte besprenkeln die blassgrünen Seiten, und dort, wo der Apfel auflag, hat er einen braunen Fleck. So etwas habe ich noch nie an einem Apfel gesehen.

Der Holzständer, auf dem der Spiegel steht, ist uralte. Ich knie hin und sehe, dass sein Bein sich wie eine Girlande aus Pflanzen hochwindet, von den bekrallten Füßen bis zum Blütenstand. Eine Seite hat Kratzer, wohl beim ungeschickten Versetzen entstanden, vielleicht durch das Streifen einer Wand. Einer der Füße ist mit kleinen Dellen übersät, als ob ein Kind mit einem Schraubenzieher darauf herumgehämmert hätte. Die Geschichte des Ständers zeigt sich in vielfältigen Spuren, die zuerst verborgen bleiben.

Plötzlich verstehe ich: Falten, Narben, Gebrechen, Schläge, Statik, das Spiel der Gelenke, der Gebrauch von Gliedmassen, Muskeln und Nerven, geprägt durch Zeit, Erfahrungen, Gewohnheiten und Unfälle, hinterlassen unauslöschliche Zeichen. In meiner Welt kann ich meine Avatare auf Wunsch ändern. Hier gilt das Gegenteil: Erfahrung wird in Echtzeit festgeschrieben, tätowiert, in den Körper eingraviert.

Wenn ich in meiner Welt einen Berg besteigen will, füge ich Gliedmassen hinzu oder verwandle mich in einen Steinbock, und alles wird einfach, das Erlebnis wird zum Genuss, dann zum Spektakel. Hier kann mich das Bergsteigen das Leben kosten, selbst mit Vorbereitung, richtiger Technik und Ausrüstung.

Einst gehörten Träume zur Kindheit und Zwänge zum Erwachsensein. Jetzt ist alles umgekehrt: Kinder müssen zunächst den Umgang mit dem ursprünglichen Körper erlernen, das Leben als Erwachsene ist dann ein langer, kraftvoller, luzider Traum.

Ich wurde mit dem Wunsch geboren, mich vom Körperlichen zu befreien und die stete Illusion meiner Welt zu verinnerlichen, die grenzen- und gefahrlosen Entdeckungen, endlos multipliziert in hyperbolischen Kurven, in narzisstischen Blasen von mir selbst und von anderen, in teleskopischen Perspektiven, die sich annähern und wieder trennen.

Und hier, inmitten der ultimativen Einschränkungen, erkenne ich das gewaltige Ausmass und die unglaubliche Finesse, die zu einer körperlichen Erkundung gehören: das ewige Risiko. Die Langsamkeit der Sinne und der Tage. Das Bedürfnis, seine Energie zu dosieren, Aktivität und Erholung nach dem Rhythmus eines Planeten auszurichten, der unablässig seine Kreise zieht und die Zeit in Hell und Dunkel gliedert.

Eine unbändige Freude überkommt mich: Ich will mich auf dieses Leben einlassen, die Zerbrechlichkeit des Augenblicks umarmen. Die Erkenntnis eines endlichen Universums, das vom Lauf der Zeit gezeichnet ist und Geschichten voller Patina schreibt, hat in mir ein Verlangen entfacht.

Ich möchte den Himmel sehen.

Ich ziehe den Vorhang hinter dem Ständer zur Seite. Er hat ein Fenster verdeckt. Die Sonne blendet mich. Während ich darauf warte, dass sich meine Augen an die Helligkeit gewöhnen, sehe ich, wo sich Fingerabdrücke auf dem Glas abzeichnen, im pastellfarbenen Licht dessen, was ich für die Morgendämmerung halte.

Hier werde ich nie allein sein. Die Träume können warten. Sie werden nicht verschwinden. Noch nicht.

Mit einem erwartungsvollen Lächeln beisse ich beherzt in den Apfel, bereit, eine neue Welt zu entdecken.

Vincent Gessler ist Science-Fiction-Autor und lebt in Genf. Sein erster Roman *Cygnis* erhielt 2010 zwei französische Literaturpreise.

Hilfe und Heilung dank Immersion

Eine digitale Spinne, ein dozierendes Schaf oder ein virtuelles Bein – künstliche Räume schaffen neue Möglichkeiten für Forschung, Medizin und Freizeit. Sechs Beispiele geben Einblick in konkrete Anwendungen.

Text Lionel Pousaz Illustrationen Opak

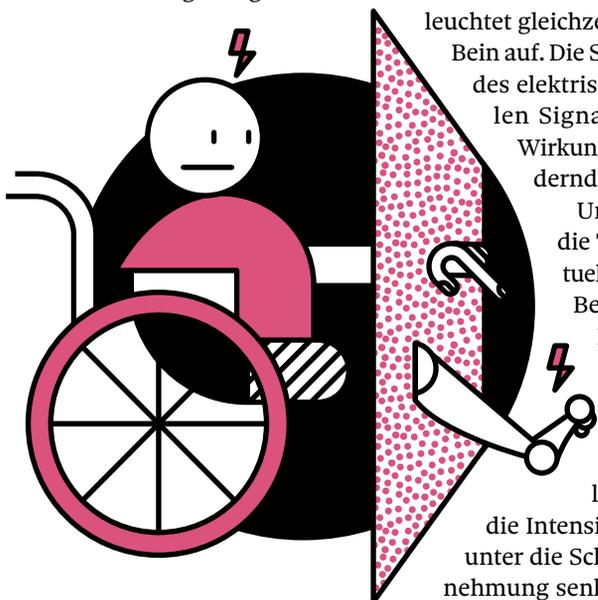
Virtuelles Bein hilft physischem Bein

Anwendung: Behandlung chronischer Schmerzen
Stand: Klinische Forschung der EPFL

Seit einigen Jahren gibt es in der Schmerzbekämpfung ein weiteres Mittel: Neurostimulatoren. Diese Geräte senden elektrische Impulse über das Knochenmark zum betroffenen Körperbereich. Die Stimulierung erzeugt dort gezielte Parästhesien – ein Kribbeln. Indem sich das Signal zwischen das Gehirn und das schmerzende Glied schaltet, verzögert es den Schmerz. Diese Therapie wird nun durch virtuelle Wahrnehmung ergänzt. An der EPFL hat der Neurowissenschaftler Olaf Blanke klinische Studien mit Personen durchgeführt, die an schweren chronischen Schmerzen im Bein leiden. Über ein VR-Headset sehen die Versuchspersonen eine digitale Version ihres Körpers in einer 3D-Umgebung. Wenn der Neurostimulator einen Impuls sendet,

leuchtet gleichzeitig das virtuelle Bein auf. Die Synchronisierung des elektrischen und visuellen Signals verstärkt die Wirkung der schmerzlindernden Behandlung.

Unterstützt durch die Therapie mit virtuellem Körper ist die Behandlung durch Neurostimulation nicht nur wirksamer, sondern auch angenehmer. «Tatsächlich können wir so die Intensität des Impulses unter die Schwelle der Wahrnehmung senken und die gleiche schmerzstillende Wirkung erzielen», erklärt Olaf Blanke. «Die behandelte Person nimmt die Parästhesien nicht mehr wahr und hat den Kopf frei.» Die Risiken dieser Behandlung sind naturgemäss klein und die Umsetzung sehr einfach, was den Technologietransfer erleichtert. «Alles ist automatisiert, und die Person kann die Behandlung allein zu Hause durchführen.» Noch erstaunlicher ist, dass sich die Technik auch bei Personen mit amputierten Gliedern, die Phantomschmerzen haben, einsetzen lässt. Bei diesem Leiden geht das Gehirn davon aus, dass das fehlende Glied noch vorhanden ist, was zu echten und manchmal schweren Schmerzen führen kann. Auch in diesem Fall zeigt die Neurostimulation eine stärker lindernde Wirkung, wenn die Betroffenen ihr dreidimensional wiederhergestelltes Körperteil in einem virtuellen Raum sehen.



Eine digitale Persönlichkeit, die Eindruck macht

Anwendung: Sozialwissenschaftliche Forschung
Stand: Anwendung durch die Universität Genf

Bei Begegnungen ist der erste Eindruck ausschlaggebend. Diese Weisheit bestätigt sich immer wieder. Auch wenn wir uns dessen nicht immer bewusst sind: Wir führen vom ersten Moment an komplexe Analysen durch, um zu beurteilen, mit wem wir es zu tun haben. «Wir passen unsere Haltung dem Eindruck an, den das Gegenüber unserer Einschätzung nach von uns hat. Weil das Gegenüber dasselbe tut, entsteht eine Schleife», erklärt Guillaume Chanel, Forscher für Affective and Social Computing an der Universität Genf. In Zusammenarbeit mit dem Institut für intelligente Systeme und Robotik der Universität Pierre und Marie Curie in Paris hat sein Team eine virtuelle Persönlichkeit entwickelt, die fähig ist, in diese Beziehungsschleife einzugreifen. Ein Bildschirm zeigt eine Person in 3D, welche die Emotionen der Menschen erkennt, indem sie ihre Stimme und Mimik analysiert. Sie lernt nicht nur, diese Zeichen zu identifizieren, sondern auch, passende emotionale Antworten zu geben – ein Lächeln, ein leichtes Kopfnicken, die Hände in die Hüften stützen.

Mit der virtuellen Persönlichkeit können manche sozialwissenschaftlichen Theorien geprüft werden. Demnach stützen wir uns bei unserem ersten Eindruck auf zwei Kriterien: Wärme und Kompetenz. An der Wärme, die uns jemand entgegenbringt, erkennen wir seine Absichten uns gegenüber. Die Kompetenz liefert zum Beispiel Anhaltspunkte dazu, ob uns jemand schaden kann, wenn er sich feindselig verhält. Die Persönlichkeit, die 2018 im Wissenschaftsmuseum Cité des sciences in Paris der Öffentlichkeit vorgestellt wurde, optimierte entweder den Eindruck der Wärme oder der Kompetenz. «Häufig geht das eine auf Kosten des andern, denn wir glauben tendenziell, dass warmherzige Personen weniger kompetent sind und umgekehrt», erklärt der Forscher. Damit die Botschaften ankamen, musste die virtuelle Person subtile Veränderungen im Ausdruck vornehmen. «Zum Beispiel wird ein Lächeln als unehrlich wahrgenommen, wenn dabei nicht auch die Augen zusammengekniffen werden.» Diese Experimente an der Schnittstelle zwischen



Informatik und psychosozialen Wissenschaften sind auch kommerziell von Interesse. So arbeitet der Forscher mit dem Computerzubehör-Hersteller Logitech an einer Technologie, mit der die häufig sehr verhaltenen Emotionen von E-Sportlerinnen und E-Sportlern bei der Ausstrahlung auf den sozialen Netzwerken expliziter zum Ausdruck gebracht werden können.

Verborgene Sammlungen betrachten

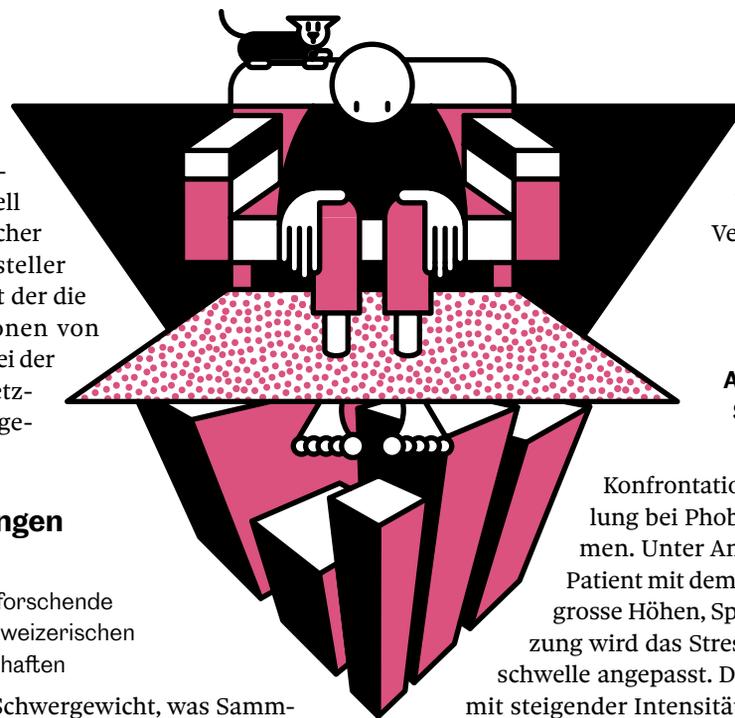
Anwendung: Werkzeug für Naturforschende
Stand: Infrastrukturprojekt der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften

Die Schweiz ist international ein Schwergewicht, was Sammlungen von Tier-, Pilz- und Pflanzenbelegen betrifft. In den Hallen und Schubladen der Museen schlummern auf vielen Regalkilometern über 61 Millionen Präparate; von Dickhäutern über Käfer bis zu exotischen Pflanzen, die von Expeditionen auf fünf Kontinenten mitgebracht wurden. Unser Land besitzt rund 10 Prozent aller Typusbelege der Welt – das sind die Referenzexemplare, auf deren Grundlage eine Art beschrieben wird, ähnlich wie das Urkilogramm oder der Urmeter die Referenz für Gewichte beziehungsweise Längen waren.

Im Januar 2021 lancierte die Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften das Projekt Swisscollnet, um dieses auf rund dreissig Museen verteilte Erbe zu digitalisieren. Das Ziel: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern auf der ganzen Welt einen virtuellen Zugang zu den Sammlungen zu verschaffen. Denn obwohl viele Typusbelege im 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts gesammelt wurden und damit aus der vergangenen Epoche von Lamarck, Humboldt und Darwin stammen, spielen sie heute noch eine wichtige Rolle in der Wissenschaft.

«In der Biologie müssen manchmal Hunderte von Typusbelegen verglichen werden, um neue Unterarten oder sogar Arten zu entdecken», erklärt Christoph Scheidegger, Projektleiter von Swisscollnet und Professor an der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL. «Damit lässt sich der phylogenetische Stammbaum ergänzen – oder auch die Ökologie und die geografische Verteilung der Arten untersuchen.»

Nutzen lassen sich die Sammlungen aber auch anwendungsnäher, zum Beispiel in der Landwirtschaft. Indem Typusbelege verglichen werden, können etwa schädliche Arten auf ihren Ursprung zurückverfolgt und ihre Anpassungsstrategien an neue Umweltbedingungen untersucht werden. Aktuell sind erst 17 Prozent der Sammlungen digitalisiert. Swisscollnet möchte den Schweizer Museen das erforderliche Know-how vermitteln, um den Aufbau voranzutreiben, und eine anwenderfreundliche zentrale Plattform ins Leben rufen. «Die Schweiz verfügt über ein aussergewöhnliches Erbe», erklärt Christoph Scheidegger. «Es ist unsere Ver-



antwortung, diese Kostbarkeit der Wissenschaft auf der ganzen Welt zur Verfügung zu stellen.»

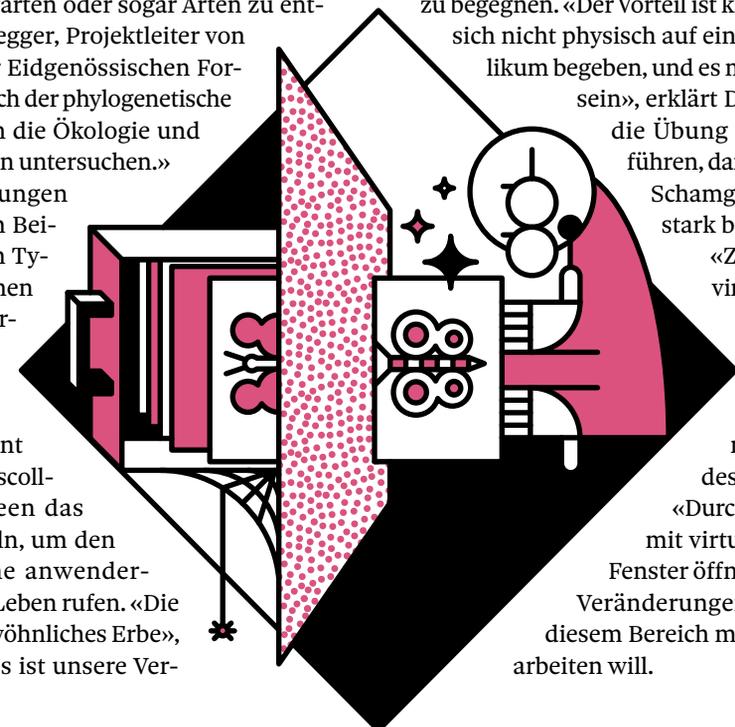
Angst in drei Dimensionen bändigen

Anwendung: Behandlung von Phobien
Stand: Forschung an der Universität Basel und an der EPFL

Konfrontationstherapie ist eine häufige Behandlung bei Phobien und posttraumatischen Syndromen. Unter Anleitung wird die Patientin oder der Patient mit dem angstauslösenden Reiz konfrontiert: grosse Höhen, Spinnen oder enge Räume. In jeder Sitzung wird das Stressniveau der individuellen Toleranzschwelle angepasst. Durch die wiederkehrende Erfahrung mit steigender Intensität lernt das Gehirn, dass keine reelle Gefahr besteht. Bei diesem therapeutischen Ansatz lässt sich enormer Nutzen aus virtuellen Technologien ziehen. An der Universität Basel hat Dominique de Quervain eine therapeutische Applikation gegen Höhenangst entwickelt. Ausgerüstet mit einer VR-Brille begibt sich die sich in Behandlung befindende Person in einen virtuellen Raum. Sie kann sich beispielsweise selbst in einem Metallkäfig sehen, der bis zu 70 Meter über dem Boden schwebt.

Zusammen mit seinem Team hat der Neurowissenschaftler das Programm bei rund 20 Personen getestet. Nach einer Einführung und sechs allein zu Hause durchgeführten Sitzungen war deren Angstniveau gegenüber der Kontrollgruppe nur noch halb so hoch, auch unter realen Bedingungen. Diese Ergebnisse sind mit denjenigen der herkömmlichen Konfrontationstherapie vergleichbar. Der Forscher setzte seine Anwendung auch zur Behandlung der Angst, vor Publikum zu sprechen (Logophobie), und bei Angst vor Spinnen (Arachnophobie) ein. Mithilfe einer VR-Brille oder eines Smartphones mit Augmented Reality lernt die Versuchsperson, vor einem immer grösseren Publikum aufzutreten oder einer immer unternehmungslustigeren Spinne zu begegnen. «Der Vorteil ist klar: Die betroffenen Personen müssen sich nicht physisch auf einen Turm oder in einen Saal mit Publikum begeben, und es muss keine lebende Spinne vorhanden sein», erklärt Dominique de Quervain. «Sie können die Übung in virtuellen Räumen allein durchführen, damit wird auch das häufig empfundene Schamgefühl vermieden, das die Therapie oft stark behindert.»

«Zusammen mit Medikamenten hat die virtuelle Realität ein sehr grosses Potenzial für die Psychotherapie», ergänzt Carmen Sandi, Neurowissenschaftlerin an der EPFL. Bestimmte Antidepressiva bewirken eine stärkere neuronale Plastizität – die Kapazität des Gehirns, Verbindungen anzupassen. «Durch die Kombination von Medikamenten mit virtueller Realität können wir neuronale Fenster öffnen, in denen das Gehirn sensibler für Veränderungen ist», erklärt die Forscherin, die in diesem Bereich mit ihrem Basler Kollegen zusammenarbeiten will.



Kinder manipulieren den Wasserkreislauf

Anwendung: Schulunterricht

Stand: Forschung am Institut für universitäre Fernstudien Fernuni Schweiz

Um jüngeren Kindern etwas beizubringen, werden oft fantasievolle Geschichten eingesetzt. Ist dieser Ansatz eigentlich effizient? Das ist für die Erziehungswissenschaft zwar eine grundlegende Frage, aber gemäss Corinna Martarelli, Professorin am Institut für universitäre Fernstudien Fernuni Schweiz, immer noch wenig untersucht. Die virtuelle Realität eröffnet nun vielleicht neue Möglichkeiten, die vernachlässigte Problematik zu untersuchen.

Diesen Frühling lancierte die Forscherin ein ehrgeiziges Experiment mit Walliser Schulen: 200 französisch- und deutschsprachige Schülerinnen und Schüler im Alter von fünf bis sechs Jahren erhalten eine Lektion zur

chinesischen Kultur über ein virtuelles Medium. «Das Alter der Kinder ist nicht zufällig, sondern bewusst gewählt, weil sie in dieser Zeit zwischen Realität und Fiktion zu unterscheiden lernen», erklärt die Forscherin.

Ein Teil der Kinder erhält Unterricht durch eine menschliche Person, ein anderer Teil durch ein sprechendes Schaf, das aussieht wie aus einem Animationsfilm. Die Kinder folgen der Lektion vor einem Bildschirm oder tauchen dazu mit einer VR-Brille in eine virtuelle Realität ein. Anschliessend werden zwei Gedächtnistests durchgeführt, der eine unmittelbar nach dem Experiment, der andere eine Woche später. Mit diesem Versuch möchte Corinna Martarelli zwei Fragen beantworten. «Wir werden sehen, ob ein Mensch oder ein Cartoon-Schaf die bessere Lehrperson ist, aber auch, ob die Immersion mit einer VR-Brille gegenüber einem Bildschirm Vorteile hat.»

Die Forscherin arbeitet auch an einem zweiten, anwendungsnahen Projekt. Ihr Team entwickelt eine umfassende wissenschaftliche Lerneinheit in einem virtuellen Klassenzimmer, das über Headsets zugänglich ist. Insgesamt zwölf Unterrichtsstunden widmen sich dabei dem Wasserkreislauf. «Bei diesem Thema ist die virtuelle Realität wirklich hilfreich, zum Beispiel um Vorgänge zu illustrieren, die sich auf der schwer vorstellbaren Ebene von Teilchen abspielen. Dabei lassen sich zudem verschiedene Parameter wie die Temperatur verändern.» Dieses Projekt wird mit acht Klassen im Wallis durchgeführt.

Laut Corinna Martarelli vervielfachen virtuelle Anwendungen die Möglichkeiten für die Forschung in den Bildungswissenschaften. «Wir können damit den Rahmen der Experimente standardisieren, verschiedene Konfigurationen testen und leicht vergleichbare Daten gewinnen.»



Bewegungen spielerisch neu trainieren

Anwendung: Rehabilitation von Personen mit Hirnschädigungen

Stand: Spin-off der EPFL in Lausanne

Vor fünf Jahren wurde Mindmaze in den sehr exklusiven Klub der Schweizer Einhörner aufgenommen: Start-up-Unternehmen mit einer Marktbewertung von über einer Milliarde Dollar. Das Spin-off der EPFL entwickelt Computerspiele, die Opfern von Hirnverletzungen bei der Rehabilitation helfen. Um im dreidimensionalen Spieluniversum weiterzukommen, müssen die Patientinnen und Patienten wie in einer Physiotherapiesitzung Bewegungen ausführen, die für sie schwierig sind und die direkt von einer Kamera erfasst werden.

Das Mindmaze-System, das für die klinische Anwendung von der amerikanischen Arzneimittelbehörde FDA zugelassen wurde und über

die europäische CE-Kennzeichnung

verfügt, hat im Behandlungsarsenal verschiedener grosser Gesundheitseinrichtungen einen festen Platz. Das System des Schweizer Unternehmens besteht aus

einem Bildschirm mit Bewegungssensoren und unterstützt Tausende Personen bei der Neurorehabilitation zu Hause.

Dank dem spielerischen Setting bleiben die Betroffenen motiviert, und wenn das System zu Hause installiert ist, kann es jederzeit genutzt werden. Erste Rückmel-



dungen von Spitälern in den USA zeigen, dass durch viel eifriger bei der ausserdem ein VR-Headset, das Bewegungssensoren und physiologische Sensoren mit einer Gehirn-Computer-Schnittstelle kombiniert. Damit könnte die Software über Gedanken gesteuert werden. Mögliche Anwendungen: Computerspiele natürlich, aber auch Entspannungsübungen und Training für Bereiche, die gute Reflexe erfordern, wie gewisse Sportarten oder das Lenken von Fahrzeugen.

wie Mount Sinai oder John Hopkins die Patientinnen und Patienten dasache sind. Mindmaze entwickelt

Lionel Pousaz ist Wissenschaftsjournalist und lebt in Boston.



In den Wipfeln des dürrebeschädigten Waldes

Im Waldlabor bei Hölstein (BL) schweben die Forschenden in luftiger Höhe. Sie untersuchen, wie die Bäume mit dem Klimawandel und der zunehmenden Trockenheit klarkommen. Ein Ausflug in die Kronen von Fichten, Buchen und Eichen.

Text Santina Russo Fotos Vera Hartmann

1



2



5

4

Kranfahrer André Kühne drückt auf einen Knopf – schon löst sich der runde Eisenkorb vom Boden und schwebt senkrecht nach oben. Vorbei an Baumstämmen, an Kronen von Tannen, Fichten, Buchen, Eichen, immer weiter, über die Kronen hinaus. Hier, in einem Waldstück bei Hölstein im Kanton Baselland, trägt der Kran nicht Baumaterial, sondern Menschen. Im metallenen Korb lässt er Forschende bis zu 46 Metern über Boden über die Baumwipfel schweben. An diesem Tag ist es Ansgar Kahmen, Biologe und Professor für physiologische Pflanzenökologie an der Universität Basel. Die Anlage gehört zu einem auf 20 Jahre angelegten Forschungsprojekt der Universität Basel: Auf einer eingezäunten Fläche von 1,6 Hektar – etwas mehr als zwei Fussballfelder – untersuchen Kahmen und sein Team, wie die Bäume auf den Kli-

mawandel reagieren. Sie wollen herausfinden, wie unterschiedliche Baumarten mit Trockenperioden umgehen, ob und wie sie sich anpassen können und wie die Wälder in Zukunft aussehen könnten.

Dazu haben die Forschenden in diesem Waldstück ein ganzes Arsenal von Messgeräten installiert: darunter Wetterstationen, Bodensensoren, 70 sogenannte Dendrometer, die den Stammumfang von Bäumen auf den Mikrometer genau messen, und 30 Trichter aus Stoff, die herabgefallenes Laub auffangen, damit die Forschenden daraus das Blattvolumen des gesamten Areals hochrechnen können. Und darum steht hier auch der Baukran, der die Forschenden zu den Baumkronen bringt. Denn um Bäume zu verstehen und zu erkennen, ob sie unter Krankheiten oder Trockenheit leiden, müssen die Forschenden auch die Nadeln und Blätter der höchsten Baumwipfel untersuchen. Mit dem Kran erreichen sie die Kronen von rund 200 Bäumen.

Schon schwebt der Metallkorb über den Wipfeln. Hier oben baden die Bäume im Sonnenlicht. An einer nahen Fichte flattert ein rotweises Plastikband, etwas weiter entfernt sind zwei weitere Bänder zu sehen. «Damit man sie schnell wiederfindet», sagt Kahmen. Jeden Monat sammelt sein Team vom Korb aus Zweig- und Blattproben und führt in den Kronen Messungen an insgesamt neun Baumarten durch. Beispielsweise ermitteln sie, wie viel CO₂ die Bäume absorbieren. Für ihr Langzeitprojekt haben sich die Forschenden ein besonders artenreiches Waldstück ausgesucht, in dem neben den üblichen Verdächtigen wie Fichte, Tanne und Buche auch Waldbäume wie Esche, Hainbuche und Elsbeere nahe beieinander wachsen.

Die gesammelten Proben untersuchen die Forschenden später im Labor. Sie ermitteln etwa Dicke und Fläche der Blätter sowie deren Nährstoffgehalt. Oder sie untersuchen, ob die Wasserleitbahnen im Inneren des Holzes gesund sind oder durch Trockenheit geschädigt wurden. «Aus den Stichproben können wir ermitteln, welche Baumarten unter der Trockenheit leiden und welche nicht», erklärt Kahmen.

Zehn Prozent weniger Bäume seit 2013

Die rund 500 Bäume des Waldlabors stehen unter Druck. Aus der Höhe des Korbs deutet Kahmen hinab auf ein Loch im Ästedach. «Hier ist durch die starken Schneefälle im Januar eine Baumkrone abgebrochen.» Etwas weiter weg ist eine grössere lichte Stelle zu erkennen. Dort sind während des Sturms Burglind im Januar 2018 gleich reihenweise Bäume umgeknickt. Rechts sind zwei Tannen zu sehen, deren Stamm und Nadeln rostrot und völlig ausgetrocknet sind – tote Bäume. Seit dem Start des Projekts 2013 hat das Waldlabor durch Unwetter, Borkenkäferbefall und Trockenheit an die zehn Prozent seines Bestandes verloren. Vor allem der Hitzesommer 2018 hat viele Bäume zerstört, besonders die Fichten. Das extreme Ereignis hat den Forschenden aber auch zu wertvollen Erkenntnissen verholfen. Dank ihren Messgeräten konnten sie live verfolgen, wie die Bäume auf die Wasserknappheit reagierten, und beobachten, welche Mechanismen dazu führen, dass Bäume an der Trockenheit sterben.

Um gesund zu bleiben, benötigen Bäume mehrere hundert Liter Wasser pro Tag. Tagsüber weiten die Blätter ihre Spaltöffnungen, um mittels Fotosynthese aus Licht und Kohlendioxid Kohlenhydrate zu produzieren. Dabei verlieren die Bäume ordentlich Wasser, das über die Blätter verdunstet – für jedes CO₂-Molekül, das sie aufnehmen, geben sie bis zu 1000 Wassermoleküle in die Atmosphäre ab. Diesen Verlust gleichen sie in der Nacht wieder aus, indem sie über die Wurzeln neues Wasser einsaugen und über den Stamm in die Äste hochleiten. Wegen des Wasserzyklus schrumpft der Stamm tagsüber und dehnt sich nachts wieder aus, ein Prozess, der sich über die Dendrometer



1 Biologe Ansgar Kahmen diagnostiziert den Zustand von Waldbäumen bei Hölstein (BL).

2 Um die Schäden im grünen Dach des Waldes zu untersuchen, schweben die Forschenden auf bis zu 46 Metern Höhe über den Kronen. Dort sammeln sie Proben von Blättern und Ästen.

3 Kranführer André Kühne steigt mit den Forschenden in die Personengondel. Von dort aus kann er die Bewegungen sehr genau steuern.

4 Weisse Stoffnetze fangen Laub auf, damit die Forschenden das Laubvolumen auf das ganze Waldstück hochrechnen können.

5 Im Stable Isotope Ecology Lab der Universität Basel werden die in den Baumkronen gesammelten Blätter untersucht, um herauszufinden, woher die Bäume ihr Wasser beziehen.



beobachten lässt. Die Daten zeigen, wenn sich ein Stamm nicht mehr vollständig ausdehnt, weil nicht genug Wasser da ist. «So können wir den Wassermangel einzelner Bäume genau quantifizieren.»

Inzwischen schwebt der Korb wieder Richtung Waldboden. Unten angekommen stapft Kahmen zu einer Stelle, die mit gespannten Schnüren markiert ist. Hier haben er und sein Team den Boden bis auf einen Meter Tiefe mit Feuchtigkeits- und Temperatursensoren versehen. Zudem saugen Leitungen Wasserproben aus der Erde an – dasselbe Wasser, das die umliegenden Bäume durch ihre Wurzeln aufnehmen. Dank dieser Anlagen können die Forschenden den Weg von Nährstoffen verfolgen und ermitteln, aus welcher Tiefe ein Baum Wasser aufgenommen hat.

Mithilfe dieser Messmethode und der Dendrometerdaten haben die Forschenden herausgefunden, warum gerade Fichten so anfällig auf Trockenheit sind: Die Nadelbäume können mit ihren Wurzeln nur aus den oberen Bodenschichten Wasser aufnehmen. Dagegen schaffen es dürreresistentere Baumarten wie Esche oder Eiche, sich auch aus tieferen Schichten mit Wasser zu versorgen.

Inzwischen wissen die Biologen auch, dass viele der Buchen nach wie vor unter jenem Trockensommer vor bald drei Jahren leiden. Sie trugen damals Schäden in den Wasserleitbahnen davon, die noch heute ihre Wasserversorgung einschränken. «Das hat zur Folge, dass die Bäume heute weniger Blattwerk ausbilden als zuvor», sagt Kahmen. Gerade für Buche und Fichte, die heute viele Wälder in Europa dominieren, dürfte die Trockenheit in Zukunft zum Problem werden.

Mehr Trockenheit, weniger Fotosynthese

Von oben surrt plötzlich eine Drohne heran. David Basler, Postdoc in Kahmens Gruppe, pflückt sie aus der Luft und schaut sich danach auf dem Tablet deren neuste Bilder an. Regelmässig lässt er die mit einer Kamera bestückte Drohne über das Waldlabor fliegen, um die saisonabhängige Belaubung der Bäume zu erheben. Mittels einer Software setzt Basler die Aufnahmen zu einem dreidimensionalen Bild zusammen, das zeigt, wann genau in welchen Teilen des Waldes im Frühling Laub spriesst und wann es sich im Herbst verfärbt und herabfällt. Die Langzeit-Daten sollen auch dokumentieren, wie sich diese Prozesse durch die Klimaerwärmung verändern.

Neben der Gruppe Kahmen nutzen viele weitere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler das Waldlabor und erforschen darin etwa die Insektenvielfalt oder die Gesundheit des Bodens. Bald will ein Team der ETH Zürich hier eine neue Drohne testen, die selbstständig um die Äste der Bäume herum navigieren soll.

Kahmen und sein Team wollen derweil noch einen Schritt weiter gehen und im Waldlabor direkt simulieren, wie sich die Klimaerwärmung auswirken wird. Dazu werden sie im Herbst 2021 sechs 20 mal 40 Meter grosse Dächer unter den Kronen montieren, welche die Hälfte des Regenwassers vom Boden abhalten werden – eine künstlich erzeugte Trockenheit. «So wollen wir herausfinden, welche Anpassungsmechanismen unterschiedliche Baumarten aktivieren können», sagt Kahmen. Bekannt ist bereits, dass viele Arten eine kurzfristige Wasserknappheit auffangen, indem sie die Spaltöffnungen in den Blättern schliessen, sodass daraus kein Wasser mehr verdunstet. Denkbar ist auch, dass sie in den Folgejahren weniger Blattwerk ausbilden, damit die Oberfläche, über die Wasser verdunsten kann, kleiner wird – so wie das manche Buchen seit dem Hitzesommer 2018 machen. Doch wie unterschiedlich ausgeprägt reagieren die verschiedenen Baumarten genau? Und was bedeuten diese Veränderungen künftig für die Wälder? Bäume mit weniger Blattwerk können schliesslich weniger Fotosynthese betreiben.

Wie wirkt sich das auf ihr Wachstum aus? All diese Fragen wollen die Forschenden mit dem Dürreexperiment beantworten. Daraus folgt auch eine ganz praktische Frage: Auf welche Baumarten sollen Försterinnen und Förster in Zukunft setzen? «Wenn wir die physiologischen Mechanismen kennen, die Bäume dürreresistent machen, können wir anfangen, Arten zu fördern, die mit den zukünftigen Klimabedingungen klarkommen», sagt Kahmen. Er schaut sich nochmals im Wald um, bevor er sich für heute von ihm verabschiedet. «Ein paar verregnete Sommer würden ihm schon guttun.»

Santina Russo ist freie Wissenschaftsjournalistin in Zürich



«Ein paar verregnete Sommer würden dem Wald schon guttun.»

Ansgar Kahmen



3

- 1 Mit dem Kran erreichen die Forschenden eine kreisrunde Fläche mit einem Durchmesser von 100 Metern. So gelangen sie an rund 200 Baumwipfel.
- 2 Dendrometer messen den Umfang der Baumstämme. In der Nacht dehnen sich diese aus, wenn sie Wasser aus dem Boden aufnehmen. So kann die Wasserversorgung geprüft werden.
- 3 Unterschiedlich grosse Buchenblätter: Ihr Zustand zeigt an, wie der Baum auf Umweltveränderungen reagiert.
- 4 Im Labor werden Proben untersucht, um herauszufinden, wie stark welche Bäume an Trockenheit leiden. Laborleiter Daniel Nelson bereitet dafür den Wasserentzug aus den Blättern vor.
- 5 Manche Dendrometer messen den Stammumfang in Echtzeit elektronisch und schicken die Daten gleich ins Labor.
- 6 Die Forschenden aus Biologie und Ökologie sammeln akribisch von Hand Proben aus dem Waldstück bei Hölstein.

5

4



1



2



3

Gegenseitige Kritik muss sein

In den vergangenen Monaten ging es zuerst rauf, dann runter mit dem Vertrauen in die Wissenschaft. Was es braucht, damit die Bevölkerung von der Forschung wirklich profitieren kann.

Text Florian Fisch

Seit Beginn der Pandemie bleibt der Bevölkerung nicht viel anderes übrig, als den Expertinnen und Experten in den Forschungsabteilungen zu glauben. Und das tat sie zunächst auch, wie das Wissenschaftsbarometer zeigt, das unter anderem von Forschenden der Universität Zürich im Frühling 2020 erstellt wurde: Während der ersten Welle stieg das Vertrauen in die Wissenschaft im Vergleich zu den Umfragen in den Jahren 2016 und 2019 um 0,2 Punkte auf 3,8 auf einer Skala von 1 bis 5.

Psychologinnen und Politikwissenschaftler nennen diesen Effekt «rally-round-the-flag». In Krisenzeiten verlassen sich viele Menschen auf in ihren Augen glaubwürdige und etablierte Autoritäten. Entscheidend dabei ist, ob sie deren Expertise anerkennen, wie authentisch und wahrhaftig die Kommunikation wirkt und ob sie ihnen abnehmen, dass sie sich dem Gemeinwohl verpflichtet fühlen. Am Anfang war also noch alles gut für die Wissenschaft.

Doch mit der zweiten Welle wurde auch die Kritik an der Wissenschaft lauter: bei Demonstrationen auf der Strasse, in Medienbeiträgen, aus der Politik. In der Wirtschaftskommission des Nationalrats sprach sich im Februar 2021

eine Mehrheit für ein Verbot von öffentlichen Äusserungen für die Mitglieder der wissenschaftlichen Covid-19-Taskforce aus. Die Flitterwochen sind wohl vorbei.

Tatsächlich könne in vielen Ländern inzwischen auch der Rückgang des «rally-round-the-flag»-Effekts beobachtet werden, sagt Mike Schäfer, Professor für Wissenschaftskommunikation und Co-Projektleiter des Wissenschaftsbarometers. In Deutschland zum Beispiel stieg der Wert bei Ausbruch der Pandemie sehr stark an – von rund 50 Prozent im langjährigen Mittel, die der Wissenschaft vertrauen, auf ganze 81 Prozent. Das war im April 2020. Einen Monat später lag er bereits wieder bei 73 Prozent. «Allerdings relativiert sich der Effekt deutlich stärker beim Vertrauen in Medien und in politische Akteure, wie beispielsweise Bundesämter – dort sieht man jetzt schon einen deutlichen Abfall», so Schäfer. Verantwortlich dafür gemacht wird auch die unkoordinierte Kritik von Forschenden am Vorgehen von Politik und Behörden. Das Resultat sei, «dass viele Leute unterdessen so verwirrt sind, dass sie sagen: Ich mache, was ich will», sagte Christoph Zenger, Professor

für Gesundheitsrecht, in einem Interview in der Aargauer Zeitung. Er hatte 2018 das neue Epidemien-gesetz analysiert. Kritik an der Taskforce wurde auch in diversen Online-Medien immer lauter. Zum Teil wurden auch Meinungsunterschiede zwischen Mitgliedern der Taskforce öffentlich ausgetragen.

Das Verflixte daran ist, dass genau das kritische Kommentieren eine der zentralen Aufgaben der Wissenschaft ist. Die gegenseitige Kritik gilt sogar als das Qualitätskriterium schlechthin. «Es gibt nicht die wissenschaftliche Methode, sondern viele. Was die Aussagen zuverlässig macht, ist der Prozess, durch den sie begutachtet werden», brachte es die Wissenschaftshistorikerin Naomi Oreskes in einem Interview auf den Punkt: «Alle wissenschaftlichen Behauptungen werden einer strengen Prüfung unterzogen, und nur die Aussagen, die diese Prüfung bestehen, können wir als Wissen betrachten.» Die Vorgehensweise ist bekannt als organisierter Skeptizismus. Da solche Diskussionen plötzlich öffentlich ausgetragen werden, können jetzt alle miterleben, dass der Skeptizismus keine Schutzbehauptung von Forschenden ist. Cas-



4



5

par Hirschi freut sich jedenfalls darüber, dass die Auseinandersetzung über neue Studien aus den anonymisierten Gutachten für Fachzeitschriften in die Öffentlichkeit getreten ist. Er ist Historiker an der Universität St. Gallen und Autor eines Buches über Expertenskandale. Derzeit sei allerdings das Problem, dass weniger um wissenschaftliche Erkenntnisse gestritten werde, als eher darum, wie diese in Handlungsanweisungen umgesetzt werden sollen. «Indem Medien und Forschende das Ende der Wissenschaft und den Anfang der Politik verwischen, tragen sie zum Misstrauen in eine allzu expertokratisch auftretende Forschung bei.»

Respekt verlangt nicht blindes Vertrauen

Oreskes und Hirschi gehen beide davon aus, dass die Bevölkerung sich auf die Wissenschaft verlassen darf und soll, solange die Debatte unter Forschenden funktioniert. Für Emanuela Ceva, Philosophin an der Universität Genf, entsteht Vertrauen aber in der Beziehung, wenn eine Person auf eine andere reagiert und umgekehrt – aus dem Respekt, den diese Personen füreinander haben.

Ceva untersucht, weshalb Vertreterinnen und Vertreter von Institutionen einander als verlässliche Partner betrachten oder eben nicht; zum Beispiel die Mitglieder der Taskforce und die Mitarbeitenden des Bundesamts für Gesundheit. «Die beiden Gegenüber einer Beziehung müssen einander gegenseitig als verantwortungsvolle Personen behandeln.» Es geht dabei aber nicht um Freundlichkeit

und Höflichkeit. «Respekt benötigt eine kritische Einstellung gegenüber dem Inhalt der erhaltenen Information, also nicht einfach blindes Vertrauen.» Das würde heissen: Weder dürfen die Behörden einfach in wissenschaftlichen Erkenntnissen nach Grundlagen suchen, um ihre bereits getroffenen Entscheidungen zu rechtfertigen, noch können Forschende erwarten, dass die Verwaltung ihre Erkenntnisse exakt gemäss ihren Vorstellungen in Taten umsetzt.

Dasselbe gelte auch für den Umgang mit der Bevölkerung. Es sei ein Gebot der gesellschaftlichen Ethik, Menschen als mündige Bürgerinnen und Bürger zu behandeln, die fähig sind, selbst verantwortliche Entscheidungen zu treffen. Nur so seien sie auch bereit, sich anzupassen. «Die Menschen wollen sich kritisch engagieren. Wenn Entscheidungen einfach getroffen und durchgedrückt werden, fühlen sie sich behandelt wie Kinder.»

Doch die Pandemie entwickelt sich höchst dynamisch und stellt eine nie dagewesene Herausforderung dar. Das gilt besonders für die liberalen Demokratien Europas, welche die freiheitlichen Grundrechte hochhalten, wie eine im April 2021 veröffentlichte Studie des Zentrums für Demokratie Aarau zeigte: Je höher die Qualität der Demokratie, desto weniger Einschränkungen wurden beschlossen – unabhängig von der epidemiologischen Lage.

Der Journalismus soll es richten

Umso schwieriger ist die Aufgabe der Vermittelnden zwischen Forschung und dem Rest

Kann man sich auf sie verlassen?

Kamen sie etwas Neuem auf die Spur oder blendeten sie alle? Über richtig oder falsch lässt sich oft nicht so schnell entscheiden. **Amy Cuddy** (1) zeigte, dass Power Posing selbstbewusster macht. Der Effekt wurde seither stark relativiert. **Dan Shechtman** (2) entdeckte Quasikristalle und **Barbara McClintock** (3) hüpfende Gene. Beiden glaubte man zuerst nicht. Beide erhielten später den Nobelpreis. **John Ioannidis** (4), ein renommierter Methodenforscher, geriet durch seine Berechnung der Corona-Sterblichkeit in die Kritik. **Didier Raoult** (5) warb für Hydroxychloroquin als Covid-19-Behandlung, als es schon starke Hinweise auf dessen Wirkungslosigkeit gab und er sieht sich heute mit weiteren Vorwürfen konfrontiert.

der Gesellschaft. «Wissenschaftskommunikation und Politik müssen einander gegenseitig unterstützen. Twitter ist dafür schlicht zu oberflächlich», so Philosophin Ceva. Der Historiker Hirschi sieht die Wissenschaftsjournalistinnen in einer verantwortungsvollen Position: «Sie haben eigentlich die Rolle der Kritikerinnen an wissenschaftlichen Grössen, hielten sich in der Pandemie aber leider ziemlich zurück.» Es läge an ihnen, den umstrittenen Bereich abzustecken und aufzuzeigen, welche Implikationen die unterschiedlichen Tatsachen hätten. «Leider ging es in den Medien meist oft mehr darum, wer recht hat, als welches die eigentliche Streitfrage ist.»

So argumentiert auch Sara Rubinelli, Philosophin und Professorin für Gesundheitskommunikation an der Universität Luzern. Der Prozess müsse im Vordergrund stehen: So werde ersichtlich, was gute wissenschaftliche Belege seien und was reine Meinungen. Es müsse klar sein, wie sich Forschung neuen Themen nähere. Dabei müsse zudem stets deutlich gemacht werden, was bekannt sei und was nicht. Dafür müssten Forschende in die öffentliche Arena steigen: «Ich habe im letzten Jahr mit Wissensvermittlung begonnen, und ich muss sagen, es hat mir selbst geholfen, die Wissenschaft besser zu verstehen.» Diese kritische Auseinandersetzung mit der eigenen Forschung helfe dann auch der Bevölkerung, wenn sie gut informierte Entscheidungen treffen möchte.

Florian Fisch ist Co-Redaktionsleiter von Horizonte.



Die Lehrmeisterin schult den Lernenden: Im Rahmen des Covid-19-Gastro-Konzepts des Branchenverbands Gastroargau werden die Berufsabschlüsse gesichert. Foto: Ennio Leanza/Keystone

Nachwuchs in der Hochschullandschaft

Per Gesetz wird das Eidgenössische Hochschulinstitut für Berufsbildung zur Hochschule des Bundes. Aber nicht alle sind darüber erfreut.

Von Astrid Tomczak-Plewka

Hier drücken Berufsfachschullehrer und Prüfungsexpertinnen die Schulbank: im Eidgenössischen Hochschulinstitut für Berufsbildung (EHB) an den drei Standorten Zollikofen bei Bern, Lausanne und Lugano. Das soll so bleiben – mit einem Unterschied: Voraussichtlich im August 2021 wird aus dem Institut die 37. Hochschule der Schweiz.

Was für Aussenstehende nach einem simplen bürokratischen Akt klingt, ist der vorläufig letzte Schritt auf einer Reise, die schon vor Jahren begann. Die Anfänge des EHB reichen 50 Jahre zurück (siehe Kasten rechts), doch sein Auftrag war bis anhin kaum geregelt. Nun hat das Parlament das EHB-Gesetz verabschiedet, das am 1. August 2021 in Kraft treten soll.

Dass sich im zweiten Anlauf alle Parteien einstimmig für die Vorlage ausgesprochen haben, ist nicht selbstverständlich. So monierte der Arbeitgeberverband in der Vernehmlassung, dass das Gesetz zu stark «auf eine akademische Ausrichtung» fokussiere. «Die

Nähe zu Wirtschaft und Arbeitswelt hat beim EHB eine lange Tradition. Sie ist quasi in unsere DNA eingeschrieben», hält demgegenüber die Direktorin des Instituts, Barbara Fontanellaz, fest. «Daran wird sich nichts ändern.»

Konkurrenz und Kooperation

Nicht sehr erfreut über den Neuzugang zeigte sich aber auch Swissuniversities: Das EHB verfüge nur über zwei Bologna-konforme Studiengänge (Bachelor und Master of Science in Berufsbildung) mit wenig Absolvierenden. Zudem genüge fürs Studium eine Berufsmatura, für die pädagogischen Hochschulen hingegen braucht es eine gymnasiale Matura. Auch «strapaziere» das EHB das Subsidiaritätsprinzip, indem es «Konkurrenzangebote» stelle, erklärt Heinz Rhy, Rektor der Pädagogischen Hochschule (PH) Zürich. Tatsächlich besteht diese Konkurrenz schon heute. «Ich kann die Kritik zwar nachvollziehen», betont Barbara Fontanellaz. «Doch haben wir einen

nationalen Auftrag – und nehmen diesen für die gesamte Schweiz wahr.» Die Überschneidung mit den PH sei nur klein. Letztere richten sich nämlich primär an künftige Lehrerinnen für die Volksschule. «Die bilden wir gar nicht aus», so Fontanellaz. «Wir qualifizieren Berufsleute für ihre Arbeit in ihrem Berufsfeld, und deshalb ist auch der Zugang mit Berufsmatura gerechtfertigt.» Denn Absolvierende des Bachelor- und Masterstudiengangs sind nahe an der Berufsbildung: Sie sind oft in der öffentlichen Verwaltung, Branchenorganisationen, Berufsfachschulen und der Forschung tätig. Letztere ist ein wichtiges Standbein des EHB. «Gerade in der Pandemie hat sich gezeigt, dass das Institut relevantes Wissen beispielsweise zum Berufseintritt junger Leute zur Verfügung stellen kann», sagt Fontanellaz. Dabei werde auf Kooperationen mit Universitäten und Hochschulen gesetzt. Von einer Konkurrenzsituation spricht in diesem Kontext denn auch niemand. So ist selbst für Rhy klar: «Für die Pädagogische Hochschule Zürich ist das EHB ein wichtiger Partner bei der Forschung zu und Entwicklung von Berufsbildungsthemen. Auch in der Weiterbildung finden Kooperationen statt.»

Bis Ende 2022 will sich die neue Hochschule akkreditieren lassen. «Weil sich der Gesetzgebungsprozess verzögert hat, sind wir mit dem Akkreditierungsverfahren ziemlich unter Druck», sagt Fontanellaz. «Aber das gibt uns einen positiven Entwicklungsschub.»

Astrid Tomczak-Plewka ist Redaktorin von Horizonte

50 Jahre für die Berufswelt

Ein Ausbildungsort für Berufsschullehrkräfte: Das war das Institut für Berufspädagogik (SIBP). Es wurde 1972 in Zollikofen gegründet. 1975 wurde ein Standort in Lausanne und 1991 einer in Lugano eröffnet. Zunächst lag der **Schwerpunkt im industriell-gewerblichen Bereich**, später kamen auch kaufmännische Berufe dazu. Am 1. Januar 2007 wurde aus dem SIBP das **Eidgenössische Hochschulinstitut für Berufsbildung (EHB)**. Finanziert wird das Institut, das künftig eine Hochschule sein wird, zum grössten Teil durch Bundesbeiträge aus dem Topf der Berufsbildung sowie Drittmitteln wie **Dienstleistungen, Auftragsforschung und Gebühren**.

Prognosen für Bergstürze

Seit 70 Jahren ereignen sich am Petit Dru im französischen Montblanc-Massiv immer wieder Felsstürze. Spezialisten suchen am Berg nach möglichen Ursachen.

Text Elise Frioud

Chamonix, Frankreich, Ende Juni 2005. Der Ausblick auf das Montblanc-Massiv ist plötzlich neu. Der Grund: Ein Bergsturz am Petit Dru hat den Bonatti-Pfeiler, die bei Alpinisten gut bekannte Westflanke, zum Verschwinden gebracht.

Der Petit Dru ist bereits seit den 1950er-Jahren Schauplatz regelmässiger Felsstürze. Da sich 2005 ganze 300 000 Kubikmeter Fels lösten, gab dies den Ausschlag zu einer genaueren wissenschaftlichen Beobachtung. Zwischen damals und 2016 scannten Forschende der Universität Lausanne die Felswand mit einem Laser. Das Ziel: die Struktur des Massivs zu charakterisieren und Risse und instabile Felsmassen zu lokalisieren. Parallel dazu wurden alle mehr als 300 Felsstürze in diesem Zeitraum erfasst. «Eine Fleissarbeit», erinnert sich Michel Jaboyedoff, Leiter des Projekts und Spezialist für Umweltrisiken an der Universität Lausanne.

«Durch diese Aufzeichnungen konnten wir eine gewisse Regelmässigkeit der Felsstürze erkennen», erklärt Antoine Guérin, der für die Erfassung zuständig ist. Nach dem einschneidenden Ereignis 2005 vergrösserten sich zunächst die Abstände zwischen den Felsstürzen kontinuierlich, und ihr Umfang nahm ab. Dann wurden sie wieder häufiger und umfangreicher, bis zu einem grossen Felssturz im Jahr 2011, nach dem ihre Häufigkeit und ihr Volumen erneut sank. «Eine wichtige Entdeckung: Wenn sich diese Regelmässigkeit bestätigt, lassen sich grosse Felsstürze vorhersagen», meint der Forscher.

Der Klebstoff der Alpen schmilzt

Für Christian Huggel, Geograf an der Universität Zürich und Spezialist für Klimarisiken in den Bergen, ist diese Studie sehr lehrreich. «Sie zeigt, dass sich die Erosion in den letzten Jahrzehnten beschleunigt hat, wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Klimaerwärmung, dem Rückzug der Gletscher und dem Tauen von Permafrost. Wir haben dies in anderen Gebieten der Alpen ebenfalls festgestellt, zum Beispiel im

Präzision mit Laser und Drohnen

Risikoprävention ist wünschenswert. Aber es ist kaum realistisch, alle Alpengipfel ständig zu überwachen. Gegenwärtig konzentrieren sich die Forschenden deshalb auf instabile Zonen. Mit Lasern können genaue **Messungen in unzugänglichen Gebieten** durchgeführt werden. «In Zukunft Drohnen mit Lasern auszustatten, würde uns weitere Perspektiven eröffnen», meint Michel Jaboyedoff. Eine **weniger kostspielige Alternative** ist die Fotogrammetrie – die Konstruktion von 3D-Bildern aus Fotografien –, wodurch gemäss dem Erforscher von Umweltrisiken auch Bildmaterial aus Archiven einbezogen werden könnte.



Vom Bergsteigen wird abgeraten: Die Westflanke des Petit Dru in Chamonix zeigt hellgraue Narben diverser Felsstürze. Foto: Guillaume Baviera

italienischen Teil des Monte Rosa. Es ist möglich, dass es in Zukunft bei weiteren Steilhängen zu mehr Instabilitäten kommt.»

Tatsächlich ist der Gesundheitszustand des Permafrosts besorgniserregend. Das Eis in Felsspalten beginnt in immer grösserer Höhe zu schmelzen und lässt Wasser in tiefe Bereiche dringen. Marcia Phillips, Geografin und Leiterin der Forschungsgruppe Permafrost am WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung in Davos, erklärt: «Wir versuchen alle Felsstürze der Schweizer Alpen zu erfassen. Die grossen Ereignisse – mit mehreren Zehntausend Kubikmetern Gestein – werden vom Schweizerischen Erdbebendienst präzise aufgezeichnet. Die kleineren werden von Wanderern oder Helikopterpilotinnen gemeldet, aber dabei entsteht eine gewisse Verzerrung, weil sich zu bestimmten Zeiten mehr Leute in den Bergen aufhalten.»

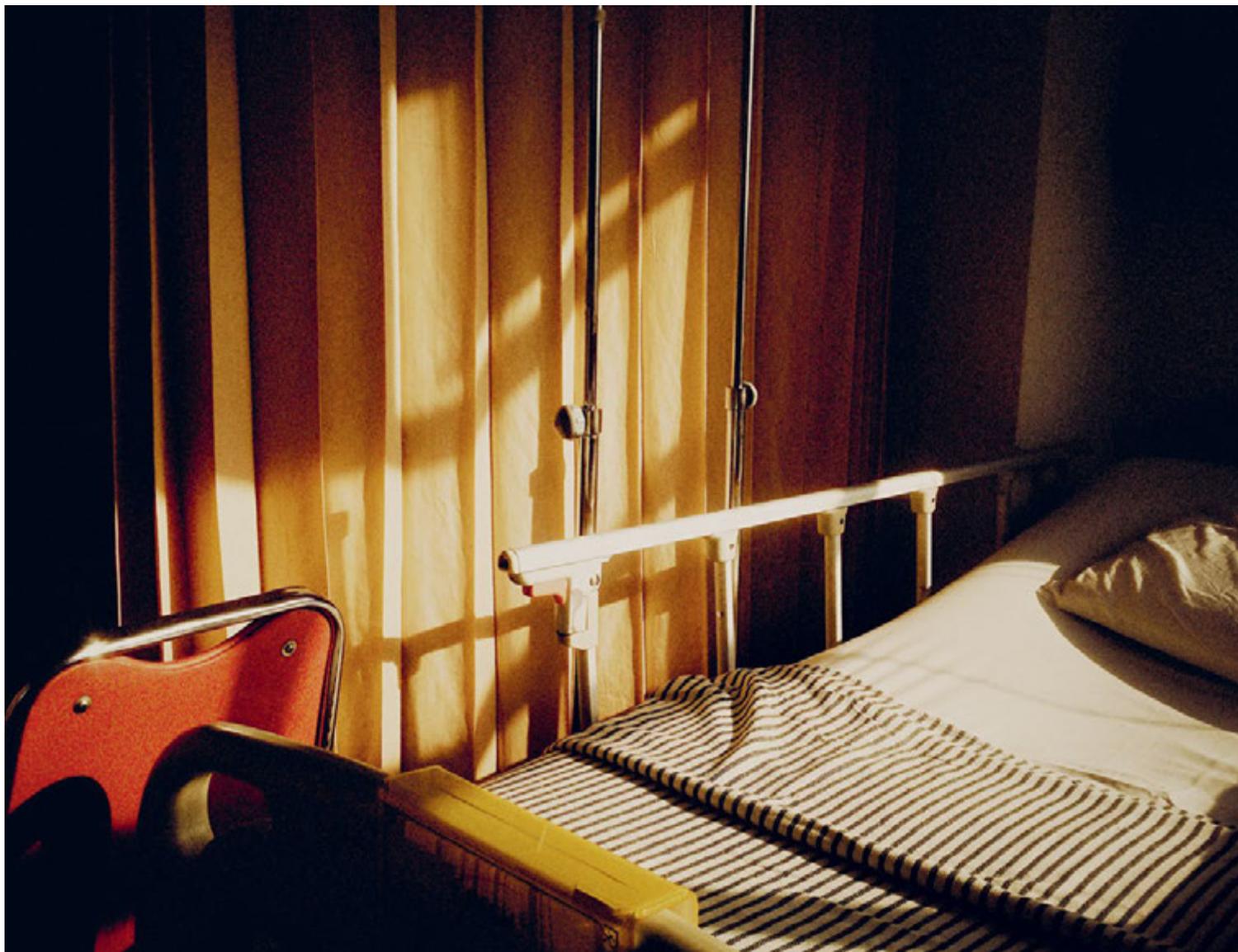
Es ist deshalb schwierig, präzise Statistiken zu führen. Aber die Forscherin bleibt den Ursachen auf der Spur: «Kleinere und mittlere Ereignisse entstehen oft aufgrund des Schmelzens von Permafrost im Sommer. Dagegen sind die Ursachen grosser Ereignisse noch weitgehend unbekannt. Es ist möglich, dass Wasser in Spalten eindringt, Druck ausübt und Risse erzeugt. Um Gefahren einzudämmen, ist es daher wichtig, die innere Struktur des Berges wie beim Petit Dru zu erforschen.»

Elise Frioud ist Redaktorin von Horizonte.

Wie es dem Umfeld geht, wenn jemand gehen will

Die Beihilfe zur Selbsttötung ist hierzulande ein durchorganisierter Prozess: Angehörige, Ärztinnen und Polizei haben klar definierte Rollen. Was den Beteiligten schwerfällt und was sie schätzen.

Text Benjamin Keller



Was passiert nach einem freiwilligen Tod? Und wie lebt das Umfeld auf einen assistierten Suizid hin? Wenn jemand mit einer Sterbehilfeorganisation von der Welt geht, betrifft das auch Angehörige, Polizei und Spitäler. Foto: EyeEm/Getty Images

Die Zahl der assistierten Suizide nimmt in der Schweiz zu. Laut den aktuellsten Zahlen des Bundesamtes für Statistik waren es im Jahr 2018 1176 oder 1,8 Prozent aller Todesfälle. In der Debatte darum geht es oft hauptsächlich um die Aspekte, welche die Urteilsfähigkeit der sterbewilligen Person oder Selbsttötung an sich betreffen. Weniger Aufmerksamkeit bekommen die Menschen, die am geplanten Ableben beteiligt sind: Angehörige, Pflegepersonal, Sozialarbeiterinnen, Apotheker, Begleitende von Sterbehilfevereinen, Polizistinnen, Gerichtsmediziner, Staatsanwältinnen, Bestatter usw. Neuere Forschungen beleuchten deren Rolle und zeigen, wie sie diese Situation erleben.

Hauptbetroffen ist hier die Familie, die entsprechend hohe Erwartungen hat. «Jeder assistierte Suizid muss legitim und legal sein. Für die Legitimation braucht es die Unterstützung durch das Umfeld», erklärt Murielle Pott, Professorin an der Fachhochschule für Gesundheit des Kantons Waadt. «Den Angehörigen kommt eine ganz besondere Rolle zu», erklärt die Fachärztin für Palliativmedizin und Sterbeforschung. «Sie müssen der betroffenen Person helfen zu leben, damit sie sterben kann.» Denn: Aktive Sterbehilfe ist in der Schweiz verboten. Für einen assistierten Suizid muss die Person urteilsfähig und selber in der Lage sein, die tödliche Substanz einzunehmen.

Für eines ihrer Forschungsprojekte führte Murielle Pott Gespräche mit 29 Angehörigen von Menschen, die Sterbehilfe beanspruchten. Sie ist zum Schluss gekommen, dass der Prozess «immer sehr schmerzhaft ist», dass aber alles versucht wird, damit diese letzte Lebensetappe friedlich verläuft. Angehörige, die gegen die Idee des assistierten Suizids sind, werden von den Sterbewilligen gemieden. «Eine Ehefrau erzählte mir, dass ihr Mann sich die Menschen, mit denen er in den letzten Tagen seines Lebens Zeit verbrachte, sehr bewusst aussuchte. Die «Mühsamen» hielt er auf Abstand.» Verhandeltbar ist meistens lediglich der Zeitrahmen: Oft versuchen Angehörige, den Tod des geliebten Menschen ein paar Tage oder Wochen hinauszuzögern. Wenn das Umfeld mit der assistierten Selbsttötung gar nicht einverstanden ist, wird manchmal gedroht. «Eine Frau erzählte mir, dass ihr Mann ihr klarmachte: «Das Sturmgewehr steht bereit. Entweder du hilfst mir, oder ich erledige das selbst.»»

Nicht nur die Angehörigen können vom Tempo überfordert sein. Meistens finden assistierte Suizide zwar zu Hause statt, manchmal aber auch in Altersheimen oder im Spital (siehe Kasten: «Statistik: Die meisten gehen zu Hause»). In diesen Fällen ist auch eine Begleitperson der Sterbehilfeorganisation vor Ort anwesend. Dem müssen alle Beteiligten zustimmen, was nicht einfach ist. «In Spitälern versteht das medizinische Personal manchmal nicht, weshalb jemand möglichst bald sterben möchte», erklärt Ralf Jox, Mitinhaber des Lehrstuhls für geriatrische Palliativmedizin am Universitätsspital Lausanne und Professor für Medizinethik an der Universität Lausanne. Der Forscher ist Mitautor einer aktuellen Studie über die Einstellung der Ärzteschaft zur Sterbehilfe.

«Wir sind in zeitlichen Abläufen gefangen, und der Rhythmus des Krankenhauses ist schlecht vereinbar mit der Dringlichkeit eines assistierten Suizids.» Diesen Eindruck äusserte eine Oberärztin in einer Palliativstation eines Regionalspitals, als sie für eine grosse Studie über Sterbehilfe in der Schweiz befragt wurde. Diese wurde zwischen September 2017 und November 2020 in der Westschweiz und der Region Basel durchgeführt und beschreibt erstmals das gesamte System mit allen involvierten Akteuren vor und nach dem Tod. Dazu wurden Gespräche geführt und die Beteiligten bei ihrer Tätigkeit begleitet. «Unter anderem befürchtet das Pflegepersonal, dass solche Fälle, die sehr viel Energie absorbieren, auf Kosten der übrigen Patientinnen

Statistik: Die meisten sterben zu Hause

Es gibt keine gesamtschweizerischen Zahlen darüber, wo assistierte Suizide erfolgen. Im Bericht von Exit Suisse Romande aus dem Jahr 2018 werden folgende Todesfälle aufgeführt: 259 zu Hause, 33 in Pflegeheimen, 3 im Altersheim und 4 im Spital, alle übrigens im Kanton Waadt. Exit Deutsche Schweiz registrierte im Jahr 2019 folgende Todesfälle: 731 zu Hause, 20 in gemieteten Zimmern der Vereinigung und 111 in Alters- und Pflegeheimen. In manchen Kantonen wie **Waadt, Genf und Neuenburg** können Menschen, die **in Alters- und Pflegeheimen oder in medizinischen Einrichtungen** leben, unter bestimmten Voraussetzungen **grundsätzlich Sterbehilfe in Anspruch nehmen**. Dies sind in der Schweiz aber die Ausnahmen: In den meisten Kantonen können die Einrichtungen selber entscheiden, ob sie assistierten Suiziden zustimmen.

und Patienten gehen», resümiert Marc-Antoine Berthod, Anthropologe und Professor an der Fachhochschule für Soziale Arbeit und Gesundheit in Lausanne und Mitautor der Studie.

Schweizer System trotz Vorbehalten breit akzeptiert

Eine Umfrage bei mehreren Tausend Mitarbeitenden der Universitäts- und Spitälern Lausanne und Genf unter Mitwirkung von Ralf Jox zeigt, dass die Ärzteschaft gegenüber der Sterbehilfe im Allgemeinen «etwas zurückhaltender» ist als andere Gesundheitsberufe. «Wenn ein Mensch sterben oder eine Krankheit nicht weiter bekämpfen will, empfinden dies viele Ärzte als Versagen. Zudem tragen sie die Verantwortung für den Prozess (Anm. d. Red.: ärztliches Attest ausstellen, Urteilsfähigkeit bestätigen, tödliche Substanz verschreiben), und sie müssen auch sicherstellen, dass kein Druck von aussen ausgeübt wird, insbesondere von der Familie.»

Trotz dieser Vorbehalte wird das Schweizer Modell der Sterbehilfe als Ganzes von allen Akteurinnen und Akteuren akzeptiert, so das Fazit der Studie von Marc-Antoine Berthod und Mitverfassenden. Diese Erkenntnis gehört vielleicht zu den wichtigsten Ergebnissen der wegweisenden Forschungsarbeit, die auch Thema des im Frühling erschienenen Buches «La mort appréciée. L'assistance au suicide en Suisse» ist. «Die am Prozess beteiligten Personen versuchen, ihre persönliche Meinung zurückzustellen, denn sie sind Teil einer Kette und haben Vertrauen ins gesamte System, auch wenn sie nicht alle Schritte kennen», meint Berthod. «In jeder Etappe wird sichergestellt, dass alles korrekt abläuft.» Dafür steht der in der Studie zitierte Polizeibeamte, der die von ihm durchgeführten Schritte nach einem assistierten Suizid als Gewähr dafür sieht, «dass wir innerhalb des vorgegebenen Rahmens bleiben». Er nimmt die assistierte Selbsttötung weniger belastend wahr als die Ärztinnen, weil die Zeit dazu reif sei: Die Menschen, die sterben, hätten genug gelitten.

Benjamin Keller ist Journalist und arbeitet in Lausanne.

Ohne sie geht Forschung nicht

In der Autorinnenliste von Publikationen fehlen sie. Sie gewinnen auch keine Nobelpreise. Doch für beides braucht es auch ihr Können. Fünf Angestellte ohne akademische Ausbildung erzählen von ihrer Arbeit für den wissenschaftlichen Fortschritt.

Ausgräber und Zeichner Raphael Annaheim

«Inzwischen faszinieren mich auch die historischen Zusammenhänge viel mehr.»



Raphael Annaheim (38) zeichnet bei Ausgrabungen der Kantonsarchäologie Zürich.

«Den Klosterofen habe ich bestimmt 14 Mal gezeichnet, immer wieder von Neuem, nachdem wir ein paar Zentimeter Erdreich mehr abgetragen hatten. Ich sitze dann mit Zeichenbrett, Bleistift und gerastertem Milchpapier an der Grabungsstelle und übertrage, was ich sehe, Schicht für Schicht auf einen standardisierten Plan. Verschiedene Materialien wie Holzkohle, Sandstein, Lehm oder Kalk markiere ich je mit einer Farbe. Zuvor fotografieren wir alles. Diese Dokumentationen dienen den Archäologen und Archäologinnen dann als Grundlage für ihre wissenschaftliche Analyse.

Auf der Grabungsstelle sind wir ein Team. Wenn ich auf etwas Besonderes stosse, rufe ich die Archäologin, und wir besprechen gemeinsam, was wir da wohl vor uns haben. Der Ofen war Teil eines Nonnenklosters in Winterthur-Töss, das wir letzten Sommer ausgruben. Die Firma Rieter hatte dort ihre Produktionshalle abgerissen, und da war es zum Vorschein gekommen. Das Kloster bestand rund 300 Jahre von 1233 bis 1524, im 14. Jahrhundert hatte es seine Blütezeit, war ein wichtiges Zentrum für Mystik.

Bevor ich als Ausgräber zu arbeiten begann, hatte ich mich eigentlich nicht so gross für Geschichte interessiert. Ich habe Grafikdesign studiert, bin dann durch meinen Zivildienst zur Kantonsarchäologie gestossen. Die Arbeit draussen, wir sind bei jedem Wetter am Graben, gefiel mir so gut, dass ich geblieben bin. Inzwischen faszinieren mich auch die historischen Zusammenhänge viel mehr. Die fertigen Studien lese ich allerdings weniger.

Es ist die Neugier, die uns treibt, immer tiefer zu graben. Auch wenn wir sehr langsam vorgehen und jeden Arbeitsschritt – wie das Zeichnen des Ofens – viele Male wiederholen, ist da doch immer dieser Kitzel, irgendwann auf etwas Aussergewöhnliches zu stossen. Ich bin beim Graben und Dokumentieren sehr auf meine momentane Arbeit fokussiert und stelle mir eigentlich weniger vor, wie alles wohl einmal aussah, als es noch belebt war. Manche Kollegen machen das. Am besten gefällt mir, wenn ich auf alte Werkzeuge stosse. Oftmals kann ich nur staunen, wie geschickt die Menschen damals in der Herstellung von feinen Objekten waren.» *Aufgezeichnet von Alexandra Bröhm*



Reinigungskraft Akua Ducraux

«Ich passe gut auf, dass ich keine Erschütterungen oder Lärm mache.»

Akua Ducraux (23) putzt Reinräume für die Nanotechnologieforschung an der EPFL.

«Wir tragen Schutzanzüge mit Überschuhen, Handschuhen, Schutzbrillen und Hauben. Man sieht wirklich nur unsere Augen! Der Hauswart hat mich in Prävention und Sicherheit ausgebildet. Wir haben ein persönliches Badge für den Zugang zu den Reinräumen – im Notfall könnten wir damit auch lokalisiert werden. Jeden Abend leere ich die Abfalleimer, desinfiziere die Tische, reinige den Boden mit dem Wischmopp. Die Scheiben werden nur mit Wasser ohne Reinigungsmittel geputzt. Sie müssen ganz sauber sein: Wenn ein Handschuhabdruck sichtbar ist, wird er entfernt. Wenn jemand eine Flüssigkeit verschüttet hat, vielleicht eine Säure, oder Glas zerbrochen hat, informieren wir den Hauswart, der die richtigen Mittel für die Beseitigung kennt. Diese Arbeiten können gefährlich sein, wenn man nicht weiss, worum es sich handelt.

Schon am ersten Tag fand ich es interessant, die Forschenden bei ihren Experimenten zu sehen. Leider kenne ich die wissenschaftlichen Fachwörter auf Englisch nicht, um mit ihnen über ihre Forschung zu sprechen. Ich weiss einfach, dass die Tätigkeiten gefährlich sein können. Sie arbeiten sehr konzentriert an ihren Mikroskopen. Einige hören für die Konzentration sogar Musik. Ich versuche möglichst wenig zu stören, besonders jetzt, wo viele wegen Corona in Verzug sind, weil sie drei Monate nicht in die Reinräume konnten. Ich passe sehr gut auf, dass ich keine Erschütterungen oder Lärm mache. Wenn etwas herumliegt, bringe ich es ins Fundbüro, damit die Forschenden keine Daten verlieren. Wir haben einen freundlichen und respektvollen Umgang mit den Stammgästen.»

Aufgezeichnet von Anick Goumaz

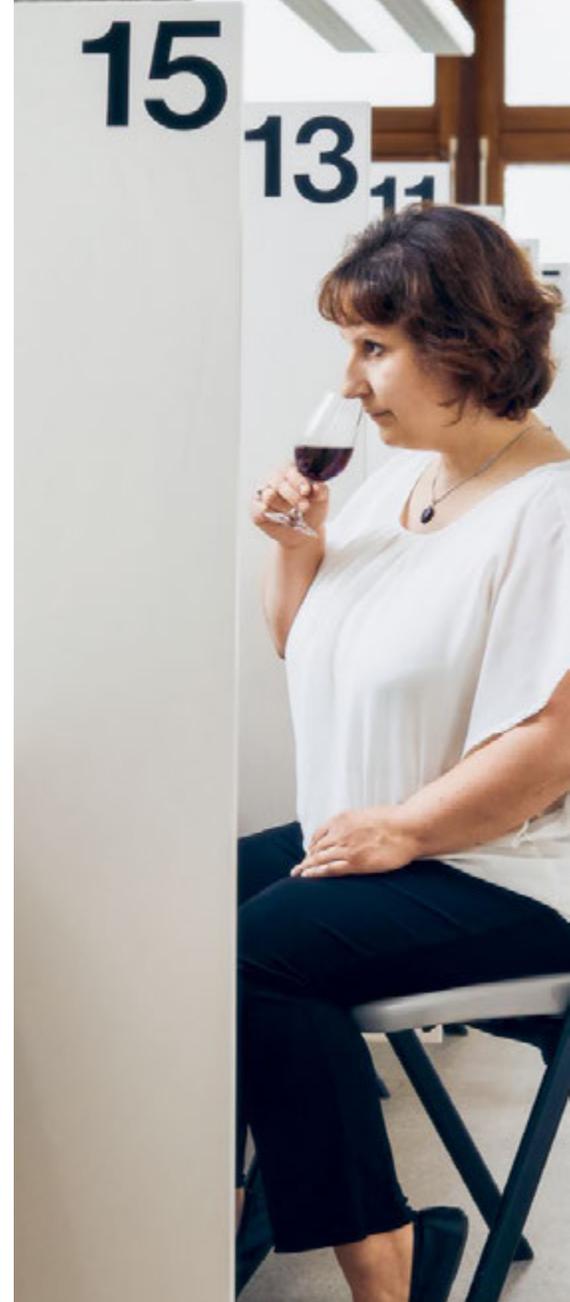
Renata Bünter (58) unterstützt als Study Nurse die klinische Forschung am SITEM des Inselspitals Bern.

«Ich arbeite seit zehn Jahren in einem kleinen Team als Studienkoordinatorin. Bei uns laufen die Fäden zusammen, wenn wissenschaftliche Studien organisiert werden. Zusammen mit den Ärztinnen und Ärzten und den Sponsorfirmer koordiniere ich den Ablauf dieser Studien. Mir gefällt es, dass ich dabei sehr selbstständig und vielseitig arbeiten kann und auch die Möglichkeit habe, eigene Ideen einzubringen. Ich bin Pflegefachfrau, aber meine jetzige Tätigkeit unterscheidet sich klar von meinem früheren Spitalalltag. Anstelle von klassischer Krankenpflege nehme ich nun beispielsweise Blutproben, zeichne EKG auf und verschicke Proben ins Labor. Insgesamt habe ich zwar weniger Kontakte zu Patienten, aber die Begegnungen mit den Testpersonen finden oftmals über einen längeren Zeitraum statt. Da entwickelt man einen persönlichen Draht, und die Menschen beginnen Dinge zu erzählen, die nicht direkt mit der Studie zu tun haben. Entweder kommen die Testpersonen zu uns, oder ich gehe zu ihnen auf Visite auf die Station.

Die Zusammenarbeit mit den Ärztinnen nehme ich als offen und transparent wahr. So manche schätzt es, dass wir uns mit den Papieren gut auskennen. Ich interessiere mich sehr für die grösseren Zusammenhänge der Studien und wie sie den Patienten helfen. Ich verstehe mich auch ein bisschen als Anwältin der Testpersonen. Wir führen vor allem Wirksamkeitsstudien durch. Studien, bei denen ein Medikament erstmals am Menschen getestet wird, gibt es bei uns glücklicherweise nicht. Deshalb ist das Risiko kleiner.» *Aufgezeichnet von Alexandra Bröhm*



Study Nurse Renata Bünter
**«Ich verstehe mich
auch als Anwältin
der Testpersonen.»**



Sylvie Moret (38) degustiert Weine aus Züchtungen der Forschungsstation Agroscope Changins in Nyon (VD).

«Unser Team von rund vierzig Degustatorinnen und Degustatoren ist sehr wichtig für Changins, weil die menschliche Wahrnehmung immer noch präziser ist als die maschinelle Beurteilung. Wir treffen uns einmal wöchentlich. In einer zweistündigen Sitzung testen wir bis zu 15 verschiedene Weine oder andere Produkte wie Salate oder Karotten. Wir wissen nie zum Voraus, womit wir arbeiten werden. Die Studienobjekte wechseln, aber grundsätzlich stammen sie aus der Landwirtschaft und der Önologie. Jede Sitzung ist anders: Manchmal degustieren wir voneinander getrennt in Kabinen, manchmal treffen wir uns in einem grossen Saal. So können wir uns über unsere Wahrnehmungen austauschen und uns regelmässig weiterbilden. Es ist un-



Degustatorin Sylvie Moret

«Die menschliche Wahrnehmung ist immer noch präziser als die maschinelle.»

glaublich, wie es den Verantwortlichen gelingt, uns mit Übungen zu kontinuierlichen Fortschritten anzuleiten. Ich gehöre nun seit zehn Jahren zum Team, und wenn ich Übungen aus der Anfangszeit wiederhole, finde ich sie zu einfach! Am schwersten fällt es mir, den Geruch von Pfingstrose und Rose zu unterscheiden. In den Ferien übe ich weiter, indem ich an meinen Kräutertöpfen rieche.

Wir sind alles Freiwillige. Wir engagieren uns, weil es Spass macht, zur Forschung beizutragen. Ich sage mir, dass dahinter Leute stehen, denen wir mit unserer Arbeit helfen können. Die Studierenden, die unser Können in Anspruch nehmen, kommen später zu uns und erklären uns, woran sie arbeiten. Bei den Forschenden ist es anders: Die Studien, zu denen wir einen Beitrag leisten, erscheinen zwar in wissenschaftlichen Fachzeitschriften, aber meistens in englischer Sprache, die ich leider nicht verstehe.» Aufgezeichnet von Réane Ahmad

Fotos: Lea Meienberg

Jürgen Quack (66) baut in Urdorf (ZH) Glasapparaturen für Chemiexperimente.

«Eigentlich wäre ich schon im Ruhestand. Ich habe das drei Monate ausprobiert, aber schnell gemerkt: Für mich ist das nichts, zumindest noch nicht. Mehr als 50 Jahre habe ich als Glasapparatebauer in der Wissenschaft gearbeitet. Erfahrung ist in unserem Job sehr viel wert. Wir arbeiten mit den unterschiedlichsten Materialien von niedrig schmelzendem Glas bis hin zu Quarzglas und machen häufig komplizierte Einzelanfertigungen. Unsere Dienste braucht man in den unterschiedlichsten Fachgebieten. Aus Elektrotechnik, Chemie, Biologie, Physik oder Medizin sind die Forschenden jeweils zu mir in die Werkstatt gekommen. Meist haben sie mir eine Zeichnung auf den Tisch gelegt und gefragt, wie schnell ich liefern könnte. Wer nett gefragt hat, wie das die meisten taten, für den habe ich häufig auch Überstunden angehängt. Wer mich von oben herab behandelt hat, der musste vielleicht ein klein wenig länger warten. Das kam aber selten vor.

Schwierige Aufträge haben mich immer gereizt. Während meiner Zeit am Max-Planck-Institut kam einmal eine Forscherin zu mir und wollte einen Platindraht vakuumverschlossen in einer Elektrode haben. Physikalisch ist das eigentlich unmöglich. Wir haben es dann irgendwie hinbekommen. Zwei Stück haben wir gebaut, eines hat funktioniert. Ich habe mich immer auch für die wissenschaftlichen Zusammenhänge interessiert und, weil unser Handwerk selten geworden ist, mich auch in der Nachwuchsförderung engagiert. Weil mir die Pension zu langweilig war und um meine Erfahrungen weiterzugeben, habe ich jetzt meine eigene Firma Glass Technology Transfer gegründet.» Aufgezeichnet von Alexandra Bröhm



Glasapparatebauer Jürgen Quack

«Zwei Stück haben wir gebaut, eines hat funktioniert.»

Künstliche Bäume als mögliche Retter

Imitierte Fotosynthese könnte eine nachhaltige Quelle für erneuerbare Kohlenstoffverbindungen werden – und damit helfen, die Klimaziele zu erreichen.

Text Kalina Anguelova

Können dereinst künstliche Bäume gegen die Klimaerwärmung helfen? Diese Möglichkeit verheissen Vorrichtungen, die mit synthetischen Materialien die natürliche Fotosynthese der Pflanzen imitieren. Aktuell befinden sie sich allerdings noch im Stadium von Prototypen oder Pilotprojekten. Konkret werden Sonnenlicht und reichlich verfügbare Ausgangsstoffe wie Wasser und Kohlendioxid (CO₂) zur Produktion von Wasserstoff oder Kohlenwasserstoffen genutzt. Diese könnten nicht nur als Brenn- und Treibstoffe dienen, sondern auch als Rohstoffe für die chemische und pharmazeutische Industrie.

In den vergangenen Jahrzehnten konzentrierte sich die Forschung zur künstlichen Fotosynthese auf den ersten Schritt der natürlichen Variante: die Spaltung von Wassermolekülen in Wasserstoff und Sauerstoff. Gemäss Sophia Haussener, Professorin und Leiterin des Laboratory of Renewable Energy Science and Engineering an der EPFL, gelingt dies bereits gut. «Die Wasserstoffproduktion mit Sonnenlicht ist ein Erfolg», sagt die Mitgründerin des Start-ups Sohhytec, das einen künstlichen Baum mit fotoelektrochemischer Komponente patentieren liess. In einer Pilotanlage auf dem Campus der EPFL bündelt ein Parabolspiegel mit sieben Metern Durchmesser die Sonnenstrahlen. Das Licht erzeugt Wärme und elektrische Ladungen, diese spalten die Moleküle des in die Anlage gepumpten Wassers, und es entsteht Wasserstoff.

«Grüner Wasserstoff ist für die kommenden Jahrzehnte ein sehr vielversprechender Treibstoff für den Transport über mittlere und lange Distanzen und könnte auch den spezifischen Bedarf von chemischer und pharmazeutischer Industrie decken», erklärt David Parra vom Lehrstuhl für Energieeffizienz am Institut für Umweltwissenschaften der Universität Genf. «Synthetische Kohlenwasserstoffe könnten eine tragende Rolle spielen, um das bis 2050 angestrebte Ziel einer CO₂-neutralen Schweizer Wirtschaft zu erreichen.»



Prototyp eines künstlichen Baumes: Der Parabolspiegel fokussiert die Sonnenstrahlung auf das Gerät, in dem Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten wird. Foto: LRESE@EPFL and Sohhytec

Zuerst muss CO₂ eingefangen werden

Könnte sich die künstliche Fotosynthese als Wundermittel erweisen, mit dem wir die Klimaerwärmung dank der Regulierung des Kohlendioxids in der Atmosphäre in den Griff bekommen? Die Ausgangslage ist klar: Heute beträgt die **globale CO₂-Emission rund 40 Milliarden Tonnen** pro Jahr. Um den Temperaturanstieg gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter bei weniger als zwei Grad Celsius zu halten, müssten jährlich 30 Milliarden Tonnen CO₂ eingefangen und eingelagert werden. «Theoretisch wäre dies möglich, indem auf **mindestens zwei bis drei Prozent der Erdoberfläche Anlagen zur CO₂-Umwandlung installiert** würden», rechnet Sophia Haussener, Professorin für erneuerbare Energien an der EPFL.

Kevin Sivula, Professor für Chemie-Ingenieurwesen an der EPFL, erinnert an ein weiteres Grössenproblem: «CO₂ liegt in der Atmosphäre sehr stark verdünnt vor und **lässt sich nur schwer einfangen und selektiv umwandeln.**» Deshalb müsse eine Technologie entwickelt werden, die CO₂ effizient einfange, bevor es in Anlagen für künstliche Fotosynthese oder für sonstige industrielle Prozesse zur chemischen Umwandlung von CO₂ in Brennstoffe weitergeleitet werde.

Sophia Haussener wird ihre Forschung nun auf den zweiten wichtigen Schritt der natürlichen Fotosynthese ausdehnen: die wesentlich schwierigere chemische Reduktion von CO₂. Bei diesem Prozess stehe man erst ganz am Anfang. Und sie führt aus: «Die Spaltung von Wassermolekülen in Wasserstoff und Sauerstoff ist vergleichsweise einfach. Wasserstoff ist allerdings unter normalen Bedingungen gasförmig und seine Speicherung daher aufwendig.» Hingegen würde die Ergänzung dieser Reaktion mit der Umwandlung von CO₂ zu Kohlenwasserstoffen führen, die flüssig vorlägen und damit leichter zu speichern seien.

Kohlenstoff ist das Schlüsselement der meisten chemischen Produkte, Brennstoffe und Alltagsmaterialien. Bisher werden dazu überwiegend fossile Ressourcen in Anspruch genommen. Das lässt sich nicht mit der Idee einer Welt vereinbaren, die weitgehend auf CO₂-Emissionen verzichtet. «Die Klimaerwärmung ist eine reale Bedrohung. Wir müssen dringend alles unternehmen, was in unserer Macht steht, um zu einer nachhaltigeren Lebensweise beizutragen. Und Pflanzen zeigen uns, wie dies geht», ist Raffaella Buonsanti, Professorin und Leiterin des Laboratory of Nanochemistry for Energy der EPFL Valais Wallis, überzeugt. «Dazu wollen wir Nanopartikel entwickeln, die das CO₂ gezielt in die gewünschten Produkte umwandeln.»

Viele Stoffe ändern ihre chemisch-physikalischen Eigenschaften, wenn sie als Nanomaterialien eingesetzt werden. Aufgrund des hohen Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnisses sind sie dann hervorragende Katalysatoren. Buonsanti stellt aus Partikeln in einem Lösungsmittel katalytische Nanokristalle her, wobei sie Zusammensetzung, Grösse und Form der Strukturen sehr präzise steuern kann. Sie will herausfinden, welchen Einfluss diese Eigenschaften auf die Kapazität von Nanokristallen aus Kupfer haben, zum Beispiel CO₂ zu den Kohlenwasserstoffen Methan oder Ethen umzuwandeln. Das ist die grösste He-

erausforderung ihrer Forschung: den Zusammenhang zwischen ihrer Form und der katalytischen Präzision der Nanomaterialien zu untersuchen. Sie hofft, «in zehn Jahren einen effizienten, selektiven und stabilen Prozess zu etablieren, mit dem CO₂ rezykliert und erneuerbare Energien gespeichert werden können».

Ziel: zehn Mal effizienter als Bäume

Professor Kevin Sivula, Leiter des Laboratory for Molecular Engineering of Optoelectronic Nanomaterials an der EPFL, erklärt zur Idee der künstlichen Fotosynthese: «Es geht nicht darum, die Prozesse eines natürlichen Laubblatts zu imitieren. Wegen des geringen Wirkungsgrads der natürlichen Fotosynthese suchen wir nach alternativen Mechanismen, die wesentlich effizienter sind.» Man wolle zur Produktion von Brennstoffen aus Solarenergie Halbleitermaterialien verwenden, von denen bekannt sei, dass sie Sonnenenergie aufnehmen und umwandeln.

Bäume wandeln Sonnenlicht, Wasser und CO₂ in Zucker und anschliessend in Kohlenwasserstoffe um, jedoch mit einem Wirkungsgrad von unter einem Prozent und nur über lange Zeit. «Deshalb ist es wichtig, technische Lösungen zu finden, die effizienter sind. Ein Wirkungsgrad von zehn Prozent dürfte eine Minimalanforderung sein, damit die künstliche Fotosynthese wirtschaftlich interessant wird», sagt Sophia Haussener. Denn dann wären weniger grosse Oberflächen erforderlich, um die gleiche Menge von Brennstoffen oder Kohlenwasserstoffen wie Bäume herzustellen.

Kalina Anguelova ist Journalistin und lebt in Lausanne.

Was du mir gibst, gebe ich dir auch

Ameisen schufteten für ihre Königin, Ratten verteilen Leckerbissen, Fische bieten Begleitschutz: Tiere scheinen oft selbstlos zu handeln. Warum sie das tun, ist umstritten.

Text Simon Koechlin

Das Räderwerk der Evolution ist unerbittlich. Nur wer überlebt und sich fortpflanzt, kann seine Gene weitergeben. In der Natur, so scheint es jedenfalls, schaut deshalb jede und jeder für sich selbst. Und doch: Hilfsbereitschaft ist im Tierreich weit verbreitet. Mehrere Hundert Arbeiterinnen tragen Pollen ins Erdhummelnest, um die Larven ihrer Königin zu ernähren. Junge Schleiereulen putzen ihren Geschwistern das Gefieder und geben ihnen Futter ab. Guppy-Fische begleiten Artgenossen, die sich einem Räuber nähern, um seine Gefährlichkeit einzuschätzen. Weshalb geben sie sich derart uneigennützig?

«Weil sich ihr Verhalten letztlich auch für sie selber lohnt», sagt der Verhaltensbiologe Michael Taborsky von der Universität Bern. Er erforscht seit über 40 Jahren Kooperation und Hilfsbereitschaft bei verschiedenen Tierarten. Zum Beispiel bei Wanderratten. Die sozialen Strukturen, in denen diese Tiere leben, hängen stark von der Umwelt ab. Mancherorts besetzt eine Kernfamilie, bestehend aus einem Weibchen und ihren Jungen, ein kleines Territorium.

Andernorts schliessen sich bis zu 200 verwandte und nicht verwandte Individuen zu einer Art Clan zusammen. Sie schlafen in gemeinsamen Nestern, putzen einander das Fell und tauschen Nahrung aus.

Tiere helfen einander auch unter Laborbedingungen, wie Taborsky und seine Mitarbeitenden nachgewiesen haben. Sie brachten Ratten bei, ein Brett heranzuziehen, worauf eine andere Ratte im Nachbarabteil Zugang zu einem Leckerbissen bekommt. Solche Geschenke verteilt ein Tier aber nur, wenn es auch selbst von Hilfsbereitschaft profitiert – ein Prinzip, das in der Biologie Gegenseitigkeit oder Reziprozität genannt wird (siehe Kasten rechts). Die Forschenden fanden dabei heraus: Hat eine Ratte ein Geschenk erhalten, verhält sie sich künftig allen Artgenossen gegenüber spendabler. Die Wanderratten zeigen sich aber auch gezielt erkenntlich. So ziehen sie Futter viel eher für hilfsbereite Artgenossen heran als für Geizhalse. In einem Experiment erhielten Tiere mehr Nahrung zurück, wenn sie ihren Partnern begehrte Bananestücke statt unbeliebtere Rüebli verschafft hatten.

Kooperation riecht gut

Offenbar erinnern sich Wanderratten genau daran, wer ihnen schon einmal geholfen hat und wer nicht. Für eine kürzlich publizierte Studie untersuchte Taborskys Team Ratten, die jeweils vier Artgenossen nacheinander begegnet waren. Nur von einem bekam das Versuchstier jeweils einen Leckerbissen. Als fünf Tage danach die Rollen getauscht wurden, gaben die Versuchstiere den grosszügigen Partnern viel mehr Futter als den übrigen – ungefähr so viel, wie sie selbst von ihm erhalten hatten. «Die Tiere achten also darauf, nicht von egoistischen Artgenossen ausgenutzt zu werden», sagt Taborsky. Nur so geht die Rechnung des Tauschhandels für sie auf. Den Ratten hilft dabei ihr gutes Gedächtnis – und ihr Geruchssinn. Wie die Berner Forschenden eben-

falls kürzlich herausgefunden haben, können Wanderratten nämlich riechen, ob ihr Gegenüber kooperativ oder knausrig ist. «Wir wissen noch nicht, wie dieser Geruch entsteht. Aber wahrscheinlich ist er ein sogenannt ehrliches Signal, das Ratten nicht manipulieren können», sagt Taborsky.

In freier Wildbahn sind die Kooperationsbedingungen nicht immer derart fair wie in den Rattenexperimenten. Taborsky erforscht auch das Sozialverhalten des Buntbarsches *Neolamprologus pulcher*, der im ostafrikanischen Tanganjikasee lebt. Ein dominantes Brutpaar wird bei der Aufzucht der Larven und Jungfische von Gruppenmitgliedern unterstützt. «Arbeitet ein solcher Helfer nicht richtig mit, wird er gebissen oder gerammt und im schlimmsten Fall verstossen», erzählt Taborsky. Alleine überlebt ein solcher Buntbarsch aber nicht lange. «Das untergeordnete Tier wird in diesem Fall also zur Mitarbeit gezwungen», sagt Taborsky, «sein Nutzen ist, dass es Raubfeinden nicht zum Opfer fällt.»

Doch Tiere können auch selbstlos handeln: Bei über 900 Vogelarten etwa verzichten Jungvögel zuweilen darauf, eine eigene Familie zu gründen, und helfen stattdessen ihren Eltern, weitere Bruten aufzuziehen. Und bei manchen Insekten wie etwa Bienen und Wespen bilden sich ganze Staaten, in denen sich zeitlebens nur eine einzige Königin fortpflanzt. Das Paradebeispiel für eine solch hochsoziale Lebensweise sind Ameisen. Je nach Art existiert in Ameisenstaaten eine Arbeitsteilung mit über einem Dutzend unterschiedlichen «Berufen»: Manche Arbeiterinnen füttern die Larven, manche entsorgen Abfälle, manche gehen auf Nahrungssuche. Allen gemein ist, dass sie zeitlebens kinderlos bleiben.

Trotzdem kommt es nie zu einem Aufstand gegen die Königin. «Das ist nur möglich, weil die Ameisen in einem Staat nahe miteinander verwandt sind», sagt Ameisenforscher Laurent Keller von der Universität Lausanne.

In der Biologie spricht man von Verwandtenselektion. Der britische Forscher William Hamilton erkannte in den 1960er-Jahren, dass ein Tier nicht selber Nachkommen zeugen muss, um seine Gene weiterzugeben. Evolutionsbiologisch gesehen profitiert es auch davon, wenn Verwandte sich vermehren können. Mit seiner Schwester zum Beispiel teilt ein Tier die Hälfte seines Erbguts. Trägt seine Hilfe dazu bei, dass die Schwester zwei Nachkommen mehr aufziehen kann als alleine, entspricht das dem Wert eines eigenen Jungtiers.

In Ameisenkolonien sind die Arbeiterinnen sehr eng miteinander verwandt, und gemeinsam sind die Tiere äusserst produktiv. «Das ist der Grund, weshalb sich Altruismus bei ihnen so prominent entwickeln konnte», sagt Keller. Im Grunde sind also auch Ameisenarbeiterinnen nur vordergründig selbstlos. Sie helfen einander, weil sie so mehr eigene Gene an die nächste Generation weitergeben können. Für Laurent Keller ist klar: Die Verwandtenselektion ist die treibende Kraft

«Arbeitet ein Buntbarsch nicht richtig mit, wird er gebissen oder gerammt und im schlimmsten Fall verstossen.»

Michael Taborsky



Buntbarsche verteidigen ihr Territorium gegen Eindringlinge. Gruppenmitglieder müssen dabei den dominanten Paaren bei der Aufzucht helfen, sonst werden sie bestraft. Foto: Michael Taborsky

Echt altruistisch oder einfach reziprok?

Erst wenn ein Verhalten **einem anderen Individuum nützt** und gleichzeitig den **eigenen Fortpflanzungserfolg verringert**, spricht man in der Evolutionsbiologie von echtem Altruismus. Wenn sich Tiere gegenseitig helfen, liegt stattdessen Reziprozität vor – manchmal auch **reziproker Altruismus** genannt. Diese Art Hilfe verursacht vorerst Kosten, erhöht jedoch die Chance, später für den Aufwand mit einem Gegengeschenk belohnt zu werden. Man unterscheidet dabei drei Formen:

- **direkte** Reziprozität: Ich helfe demjenigen Individuum, das auch mir geholfen hat.
- **indirekte** Reziprozität: Ich helfe demjenigen Individuum, das anderen geholfen hat.
- **generalisierte** Reziprozität: Ich helfe jedem Individuum, wenn mir irgendwer geholfen hat.

hinter hilfsbereitem Verhalten im Tierreich – bei Altruismus immer, bei Reziprozität meistens. In den meisten Gruppen, in denen sich Zusammenarbeit finde, sei die Verwandtschaft enger, als wenn Tiere zufällig zusammengewürfelt würden. Das vereinfache aus evolutionsbiologischer Sicht die Entstehung von Hilfsbereitschaft. «Vögel leisten zum Beispiel gegenüber Verwandten mehr und häufiger Bruthilfe als gegenüber Nicht-Verwandten.»

Michael Taborsky sieht das etwas anders. Dass echter Altruismus wie im Ameisennest nur unter Verwandten entstehen könne, sei unbestritten, sagt er. Aber Reziprozität gebe es auch ohne Verwandtschaft. Ratten würden nicht verwandten Tieren sogar bereitwilliger helfen – schliesslich könnten sie erst dadurch ihre Chancen erhöhen, in Zukunft etwas zurückzubekommen. Wichtig sei auch der Zustand des Empfängers. «Eine Ratte ist gegenüber hungrigen Artgenossen viel grosszügiger.» Mit gutem Grund: Auch für sie selbst ist es wichtiger, vor dem Verhungern gerettet zu werden, als auf vollen Magen einen Nachtisch zu erhalten.

Simon Koechlin ist Wissenschaftsjournalist in der Nähe von Zofingen.

Seine Welt sind die Berge

Raffaele Peduzzi setzt sich leidenschaftlich für Bergtäler, Bergseen und Bergtiere ein. Am Gotthard hat er mit dem Zentrum für Alpine Biologie sein Lebenswerk geschaffen.

Text Vera Pagnoni Foto Claudio Bader

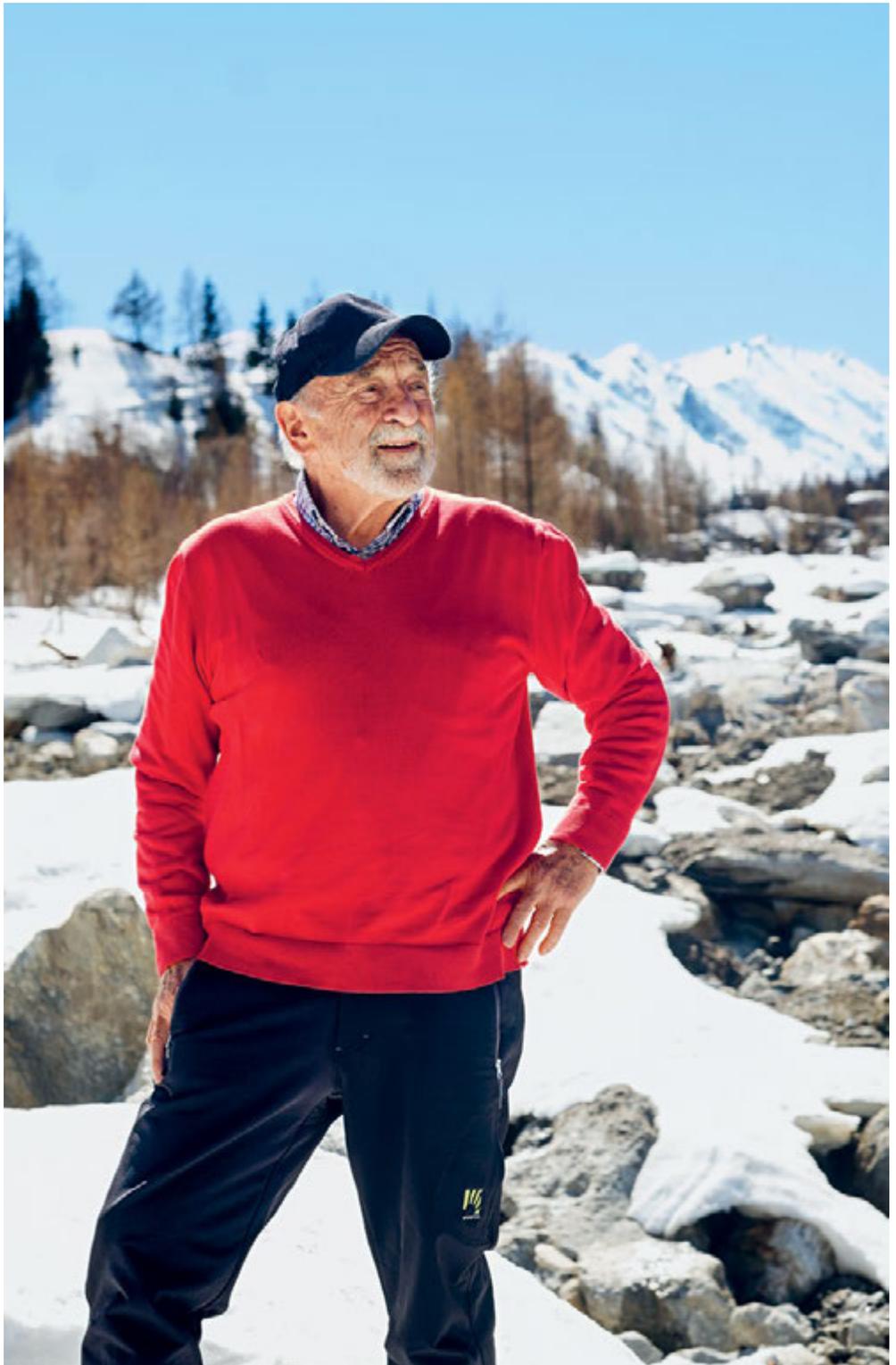
Imposant, weitläufig, wild: Das ist das Val di Piora, eine Hochebene mit unzähligen kleinen Bergseen auf rund 2000 Metern, ein Seitental der Leventina und eine der ursprünglichsten Landschaften im Kanton Tessin. Im Schatten der steilen Hänge hat Raffaele Peduzzi seine Wurzeln. Und auch nach 79 Jahren zieht ihn diese Umgebung noch immer in den Bann. Das Tal hat den Weg des Forschers geprägt und seine Neugierde immer wieder von Neuem geweckt – dank der vielfältigen Geologie und der reichen Tier- und Pflanzenwelt.

Als Kind träumte er nicht davon, Löwen zu zähmen, Astronaut oder Feuerwehrmann zu werden, sondern von einem Leben in Kontakt mit der Natur: «Dort oben in Piora gibt es Steinböcke und Gämser. Ich bewundere diese Säugetiere, weil sie anpassungsfähig sind und sich in unzugänglichem, unwirtlichem Gelände mühelos bewegen.» Ausserdem gebe es die seltenen weissen Murmeltiere sowie Schneehasen, Tannenhäher, Blaukehlchen und manchmal sogar Alpensalamander zu entdecken, aber auch Pflanzenarten wie den Gletscherhahnenfuss, der eine Art Frostschutzmittel produziert und auch bei eisigen Temperaturen überlebt. «Ein ganzes Universum!» Diese Leidenschaft verband der Biologe mit einer weiteren Berufung: dem Unterrichten und der Weitergabe von Wissen.

Im Feld statt im Labor

Wie viele Tessinerinnen und Tessiner damals erwarb der junge Peduzzi zunächst ein Lehrendiplom und unterrichtete an der Mehrstufenschule in Madrano, einem kleinen Weiler von Airolo. Doch die Aufgaben in der Schule stillten seinen Wissensdurst nicht, weshalb er sich zu einem Studium an der Universität Genf entschloss. Damit konnte sich Peduzzi jahrzehntelang den Themen widmen, die ihm am Herzen liegen: Mikrohydrobiologie, Bakteriologie und Virologie, Wasserbiologie und vor allem alpine Biologie, zuerst als Student, später als Professor.

Auch weit weg vom Gotthard blieb er seiner Heimat verbunden: So durchforstete er die wissenschaftliche Literatur und andere Quellen zu der von piemontesischen Ärzten er-



Am Gotthard verwurzelt

Raffaele Peduzzi wurde 1942 in Airola geboren. Er forschte beim Wasserforschungsinstitut Eawag in Dübendorf (ZH) und Kastanienbaum (LU) über Mikroorganismen in Seen. Nach seiner Promotion 1970 übernahm er die Leitung der praktischen Lehre in Mikrobiologie an der Universität Genf. Er unterrichtete an verschiedenen Schweizer Universitäten wie Neuenburg, der Università della Svizzera italiana (USI), der EPFL und der ETH Zürich sowie an ausländischen Unis wie Paris, Mailand und Varese. Heute ist er **Präsident der Stiftung des Zentrums für Alpine Biologie in Piora**, und er hat noch etwas vor: In Zusammenarbeit mit der USI möchte er ein **Haus der Nachhaltigkeit** unterstützen.

wähnten sogenannten Tunnel-Krankheit, einer mysteriösen Blutarmut der Bergleute, die Ende des 19. Jahrhunderts am Gotthardtunnel arbeiteten. Es stellte sich heraus, dass die Bergleute sich barfuss im Wasser bewegten, das beim Abbau aus dem Gestein sprudelte, und es manchmal sogar tranken. Dieses Wasser enthielt die Eier von Würmern der Gattung *Ancylostoma*: Die winzigen Eier drangen durch die Haut der Füsse in den Körper ein und setzten sich dann im Darm fest.

In den Vorlesungssälen, Laboren und Bibliotheken wurde es dem Tessiner allerdings bald zu eng: Er verschrieb sich dem Motto «sortez, marchez, sentez, herborisez!» des Pädagogen und Naturforschers Jean-Jacques Rousseau und führte praktische Kurse in Form von Exkursionen ein, natürlich auch in «sein» Val di Piora. Zunächst sammelten die Studierenden Fels- und Wasserproben, die sie dann im Labor der Universität untersuchten. «Das ergab aber nicht wirklich Sinn», erklärt Peduzzi. «Die Natur muss man vor Ort untersuchen, Phänomene müssen in ihrem ursprünglichen Habitat betrachtet und analysiert werden. Wir können diese Dinge nicht isoliert begreifen.» So steckte er Ende der 1980er-Jahre seine Energie in ein neues Projekt: den Bau eines Zentrums für alpine Biologie in Piora. Inspirieren liess er sich dabei von zwei französischen Einrichtungen für Forschung und Lehre: Roscoff und Banyuls-sur-Mer.

Respekt vor der Natur ist zentral

Der Tessiner Grosse Rat übertrug Peduzzi 1989 die Leitung des Projekts, das fünf Jahre später realisiert werden konnte. Im Val di Piora wurden dafür zwei sogenannte Barc restauriert, das sind typische ländliche Gebäude aus dem 16. Jahrhundert. Sie beherbergen drei Labors, eine Aula, zwei Mensen, eine Bibliothek mit Archiv und Schlafsäle mit insgesamt 65 Betten. Forschenden und Studierenden eröffnet sich dort eine neue Welt, in der sich die an Artenvielfalt reiche Natur – 1732 Pflanzenarten und 780 Tierarten besiedeln das Val di Piora – mit dem Leben auf der Alp verbindet.

Von besonderem Interesse ist dabei der Lago di Cadagno, ein natürliches sogenanntes meromiktisches Becken, das Forschende aus aller Welt anzieht: Der See hat drei Wasserschichten, die sich nicht vermischen. Sie enthalten wertvolle Informationen über die Artenvielfalt: Die untere Schicht wird durch Quellen am Grund des Sees gespeist und mit Salzen aus dem Dolomitgestein angereichert. Dadurch ist sie schwerer und bleibt sauerstofffrei. Die oberste Wasserschicht enthält Granit-

mineralien und ist sehr sauerstoffreich – was erklärt, warum sich im Cadagnosee besonders viele Fische tummeln. Ein Charakteristikum für den See sind zudem Schwefelbakterien, einige davon sind rosarot und leben in der mittleren Schicht zwischen den zwei grossen Wasserkörpern.

Zum Alltag auf der Alp gehören aber nicht nur wissenschaftliche Entdeckungen, sondern auch Platten mit Piora-Käse und Rehsalami oder ein gutes Glas Wein. Dieses Leben übt auf Peduzzis Studierende eine grosse Anziehung aus: Der Professor hat mindestens dreissig Doktorierende betreut: «Ich hatte immer eine

**«Ich bin sehr besorgt:
In den höheren Lagen
ist der Klimawandel
noch besser sichtbar.»**

ausgezeichnete Beziehung zu ihnen, nicht zuletzt dank des Privilegs, dass wir uns in einem Umfeld ausserhalb der Universität näher kennenlernten», erinnert er sich.

Der Biologe hat auch an der Schaffung mehrerer Lehrpfade in der Region mitgewirkt, unter anderem beim Lago Ritom, bei einem mikrobiologischen Naturlehrpfad um den Lago di Cadagno und zusammen mit seinem Sohn Sandro an einem Wasserkraft-Lehrpfad, der in den Hydrologischen Atlas der Schweiz aufgenommen wurde. Wissenschaft einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen, liegt Peduzzi am Herzen. Dem Geist der Aufklärung verschrieben, ist er davon überzeugt, dass eine Erziehung zum Respekt vor der Natur für die Zukunft unseres Planeten zentral ist: «In Piora zum Beispiel müssen wir weiter forschen, um ein Gleichgewicht zwischen Natur, Landwirtschaft und Wasserkraft zu finden.»

Schon in den 1970er-Jahren diskutierte man in der Wissenschaft über ökologische Fragen, erinnert sich Peduzzi, und er erwähnt dabei das Werk «*Avant que nature meure*» des französischen Ornithologen Jean Dorst. Dieser stellte bereits 1965 fest, dass es in Europa nur noch in den Bergen unbelastete Gebiete gebe. Jetzt hat sich die Situation weiter zugespitzt, und die Auswirkungen sind für alle zu sehen. «Ich bin sehr besorgt: Gerade in den höheren Lagen ist der Klimawandel noch besser sichtbar», schliesst der Mikrobiologe.

Vera Pagnoni ist Journalistin in Bern.

Wir brauchen ein Label für Chancengleichheit

Kürzlich nahm ich an einer virtuellen Veranstaltung des SNF-Programms Prima-Leadership teil. Prima-Förderbeiträge decken fünf Jahre lang das Einkommen und die Projektkosten ausschliesslich von Forscherinnen. Sie sollen zu einer angemessenen Repräsentation von Frauen in der Wissenschaft führen. Denn Fortschritte vollziehen sich in schmerzhaft zähem Tempo: In den letzten zehn Jahren stieg der Frauenanteil bei den Professuren an Schweizer Hochschulen von 17 auf lediglich 24 Prozent. Im Chat zum Event fand mit über 300 Beiträgen ein lebhafter Austausch statt. Die Kommentare machten die Herausforderungen für Forscherinnen deutlich.



Foto: Nicolas Brodard/SNF

Matthias Egger ist Präsident des Nationalen Forschungsrates des SNF.

Zum Beispiel widerstreitende Erwartungen an sich selbst: *«Ich hatte Schuldgefühle als Mutter, wenn ich arbeitete und nicht bei meinem Baby war. Ich hatte Schuldgefühle als Wissenschaftlerin, wenn ich beim Baby war und nicht bei der Arbeit.»*

Das unbefriedigende Betreuungssystem: *«Wenn man für fünf Tage Kinderbetreuung 3000 Franken bezahlen muss, dann wird natürlich ein Elternteil weniger arbeiten.»*

Diskriminierende Haltungen: *«Mir wurde gesagt, ich solle mich nicht beschweren, da ich ja keine Kinder habe.»*

Die toxische Kultur in der Wissenschaft: *«Der unerbittliche Konkurrenzkampf steht in Widerspruch zu wissenschaftlichen Schlüsselwerten wie Kreativität, Sorgfalt und Inklusivität. Damit diese Werte geschützt werden, braucht es Regulierungen.»*

Die Politik des SNF: *«Wäre es sinnvoll, wenn der SNF Anreize für gutes Verhalten schafft?»*

Ja, ich denke auch, dass solche Anreize sinnvoll wären. In Grossbritannien wurde das Athena-Swan-Label geschaffen. Es anerkennt höhere Bildungs- und Forschungseinrichtungen, die sich zur Karriereförderung von Frauen verpflichten. Auftrieb erhielt das Programm, als das National Institute for Health Research das Label als Kriterium für die Finanzierung von biomedizinischen Forschungszentren verlangte. Mehrere Evaluationen haben gezeigt, dass das Programm die Chancengleichheit vorantreibt.

In der Schweiz sollten wir uns Gedanken über eine ähnliche Initiative machen. Natürlich können solche Labels ohne breitere institutionelle und gesellschaftliche Veränderungen nur begrenzt etwas bewegen. Doch wir sollten uns alle zur Förderung der Chancengleichheit in der Wissenschaft bekennen. Sie ist zentral für die Rechtfertigung öffentlicher Gelder und – noch wichtiger – für einen gesellschaftlichen Wandel.

Leitfaden für Integrität

Fälschungen, Plagiate, Datenmissbrauch: Immer wieder kommt es in der Wissenschaft zu bewussten oder unbewussten Verstössen gegen die Integrität. In den letzten zwei Jahren hat eine Fachgruppe der Akademien der Wissenschaften Schweiz, des SNF, von Swissuniversities und Innosuisse an einem neuen Kodex zur wissenschaftlichen Integrität gearbeitet, jetzt liegt der Leitfaden vor. Er soll integres Verhalten in allen Aspekten von Forschung und Lehre stärken. Institutionen dient er als Checkliste für eigene Bestimmungen und als Referenz, wenn Zweifel über die beste Praxis bestehen. Der Kodex berücksichtigt aktuelle Entwicklungen der offenen Wissenschaft und in den sozialen Medien und beleuchtet das Thema Verjährung. Zudem gibt er konkrete Empfehlungen zum Aufbau von Integritätsschutz-Organisationen: go.akademien-schweiz.ch/integrity

Tiere besser behandeln



Foto: Gaëtan Bally/Keystone

Tierversuche werden in der Gesellschaft – aber auch unter Forschenden – kontrovers diskutiert. Im Auftrag des Bundesrats hat der SNF das Nationale Forschungsprogramm «Advancing 3R – Tiere, Forschung und Gesellschaft» lanciert. Das Ziel ist dabei, mit den 3R-Prinzipien (Replace, Reduce und Refine) die Bedingungen für Versuchstiere zu verbessern. Das NFP 79 wird mit 20 Millionen Franken über fünf Jahre laufen.

Der richtige Ort für die Datenspeicherung

Den idealen Ort für die Speicherung von Daten zu finden, kann für Forschende eine Herausforderung sein. Der SNF hat deshalb Kriterien zusammengestellt, denen ein Datenarchiv genügen muss, damit es mit der Politik der Open Research Data des SNF kompatibel ist. Und er hat eine Liste der bekanntesten Datenarchive, die diese Kriterien erfüllen, veröffentlicht. Forschende in der Schweiz erfahren so, über welche Plattform andere Forschende ihre Daten teilen, und finden einfacher eine passende Speicherlösung.

Nachhaltigkeit weltweit



Foto: Mirko Winkler/SwissTPH

Forschungspartnerschaften von Nord und Süd leisten einen bedeutenden Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung. In der Schweiz ist dabei die Kommission für Forschungspartnerschaften mit Entwicklungsländern (KFPE) eine treibende Kraft. Sie wurde 1994 von den Akademien der Wissenschaften Schweiz gegründet, um die Zusammenarbeit mit Ländern niedrigeren und mittleren Einkommens zu fördern. Der Bericht «A Short History of the KFPE 1994–2019» liefert einen historischen Rückblick auf die Kommission und beschreibt ihre wichtigsten Leistungen und Wirkungsbereiche. Er nennt auch die Rahmenbedingungen für die Nord-Süd-Forschungsförderung in der Schweiz: kfpe.scnat.ch/history2020

Covid-19-Umfrage: Sorgen wegen Desinformation

Der Covid-19-Ausbruch hat Wissenschaftsjournalistinnen und -kommunikatoren besonders herausgefordert. Plötzlich wollten Politik, Medien und Öffentlichkeit wissen, was die Wissenschaft zu sagen hat, und verlangten klare und einfache Antworten auf komplexe Fragen. Welchen Einfluss Covid-19 auf die Wissenschaftskommunikation in der Schweiz, Indien und den USA hat, war Gegenstand der Umfrage CovidSciCom, an der die Akademien der Wissenschaften Schweiz beteiligt waren. Die Befragten aus allen drei Ländern sind sich einig, dass sich Desinformation zu Covid-19 und die Politisierung schädigend auf die Wissenschaftskommunikation auswirken. Weitere Ergebnisse: www.covidscicom.org

3300 neue Forschungsprojekte

Wissen schaffen und Probleme lösen: Dafür arbeiten Tausende vom SNF unterstützte Forschungsteams an Hochschulen und weiteren Institutionen. 2020 hat der SNF 937 Millionen Franken in 3300 neue Projekte investiert, ausgewählt aus 8200 Gesuchen. 37 Prozent der Mittel gingen in die Fachgebiete Biologie und Medizin, 33 Prozent in die Geistes- und Sozialwissenschaften und 30 Prozent in Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften. Insgesamt waren Ende 2020 über 6000 vom SNF geförderte Projekte im Gang. Daran waren beinahe 20 000 Forschende beteiligt, davon 38 Prozent Frauen. Interaktive Kennzahlen: data.snf.ch

Engere Zusammenarbeit für Innovationen



Foto: Alessandro Della Bella

Forschung und Innovation befruchten sich gegenseitig. Um diese Interaktion zu verstärken, haben SNF und Innosuisse eine Vereinbarung getroffen: Die bestehende Zusammenarbeit soll intensiviert werden. Davon werden die Forschenden profitieren. Zum Beispiel haben SNF und Innosuisse das Budget für ihr gemeinsames Programm BRIDGE um 50 Prozent erhöht. Dieses Programm unterstützt Forschende beim Transfer ihrer Ergebnisse in die Gesellschaft und den Markt.

Mehr Frauen in Kommissionen

«Aktuell sind Frauen in unseren Organen untervertreten», erklärt Matthias Egger, Präsident des Nationalen Forschungsrats des SNF. Deshalb hat der SNF eine Geschlechterquote eingeführt. Beim Forschungsrat, einschliesslich Präsidium, sollen Frauen zu mindestens 40 Prozent vertreten sein. In den Evaluationsgremien einzelner Disziplinen soll der Frauenanteil um mindestens 20 Prozentpunkte über dem durchschnittlichen Anteil Professorinnen in den entsprechenden Bereichen liegen. Der SNF hofft, diese Ziele bis 2026 zu erreichen und Frauen ein grösseres Gewicht in forschungspolitischen Entscheidungen zu geben.

Mit der ganzen Welt zusammenarbeiten



Bild: ESA

Forschung kennt keine Grenzen. Mit 75 Prozent der Beiträge des SNF, die 2019 ausliefen, wurden internationale Zusammenarbeitsprojekte unterstützt, hauptsächlich mit Europa und Nordamerika. Der SNF hat nun seine Strategie zur wissenschaftlichen Zusammenarbeit mit Ländern der ganzen Welt konkretisiert. Ein zentraler Aspekt ist dabei die gute Praxis bezüglich Transparenz, Chancengleichheit und wissenschaftlicher Integrität. Ein besonderes Anliegen des SNF ist ausserdem die vollständige Integration der Schweizer Wissenschaftsgemeinschaft in den Europäischen Forschungsraum.

Top-Forscherinnen sichtbar



Foto: Valérie Chételat

Wie kann man Frauen in der Wissenschaft fördern? Zum Beispiel durch eine Internet-Datenbank mit herausragenden Forscherinnen. Im Jahr 2010 hat die Robert-Bosch-Stiftung diese Idee mit AcademiaNet umgesetzt. Den Frauen in der Forschung zu mehr Sichtbarkeit zu verhelfen und ihren Anteil in Führungspositionen zu erhöhen, war und ist das Ziel. Heute listet die Plattform über 3000 Profile von Top-Forscherinnen aus 44 Ländern und sämtlichen Disziplinen auf – und ist damit einzigartig für die Suche nach Expertise. Seit 2020 betreut der SNF die Datenbank. Während seiner fünfjährigen Trägerschaft soll AcademiaNet noch internationaler werden.

Horizonte 128, S. 51: «Sollen Preise nicht mehr an Einzelpersonen vergeben werden?»

Keine Dogmen bei Preisen

Mit grossem Interesse habe ich die Beiträge von Katja Rost und Bruno Frey zu den wissenschaftlichen Preisen gelesen. Beide haben Gewichtiges zu sagen. Doch wer hat nun eigentlich recht? Ich freue mich, dass sowohl Einzelpersonen als auch Forschungsteams zur Wissenserweiterung beitragen. Deswegen finde ich: Es sollen Individuen und Gruppen Preise erhalten können.

Richard Dähler, Zürich, Japanologe

Horizonte 128, S. 2, 14–29: Fokus «Diversität an Hochschulen»

Alles wird vereinheitlicht

Merkwürdig: Einerseits scheint Diversität, also die Zusammensetzung der Akademikerinnen nach Gender, Rasse, Klasse, Alter, politischer Orientierung etc., gegenwärtig ein heiss diskutiertes Thema zu sein. Andererseits fungieren gleichzeitig die Hochschulen als regelrechte Vereinheitlichungsmaschinen – weil die Standardisierungsbestrebungen in den Wissenschaften enorme Wirkungen nach sich ziehen, die Ökonomisierungsprozesse alles durchdringend sind und die strukturellen Bedingungen Normalisierungseffekte zeitigen. Merk-

würdig ist dann auch, dass die Berichterstattung zu Diversität in Horizonte nahezu blind für die homogenisierende Wirkung des heutigen Wissenschaftsbetriebs ist. Lediglich im Editorial von Florian Fisch scheint sie auf, etwa in der Formulierung «Mobilität ist in einer Forschungskarriere Pflicht».

Urs Andreas Wickli, Zürich, Ethnologe

Horizonte 128, S. 24: «Aufgefallen! Versuche rund um die Welt»

Plagerei mit dem Rektorat

Ein ETH-Studium mit Behinderung stellt Anforderungen wie an einen Spitzensportler. Ich muss Tagesablauf, Ernährung, Ruhezeiten und soziale Kontakte anpassen. Ich muss gnadenlos realistisch mit mir selber und vorbehaltlos ehrlich zu meinen Helfern sein. 90 Prozent der Integration in das Studium sind meine eigene Leistung. Die übrigen 10 Prozent wären die Hilfestellungen, die ich von der ETH benötige. Mit meinen Studienkollegen und Dozenten geht das meist problemlos. Vier Semester Studienerfahrung brachten leider nichts als zeitraubende Plagerei mit dem Rektorat. Im Artikel steht, die ETH Zürich habe im Jahr 2018 insgesamt 60 behinderte Studierende beraten. Gemäss einer Erhebung des Bundesamts für Statistik von 2016 leiden in der Schweiz 10 Prozent der

Studierenden unter dauerhaften Gesundheitsproblemen, die sie im Studium einschränken. An der ETH Zürich wären das 2200 Personen. Als Behinderter habe ich kein Verständnis dafür, wenn ich für die Weltanschauungspolitik der Diversity-Bewegung vereinbart werde.

Jürg Brechbühl, Eggwil, Student in Umweltnaturwissenschaften

Schreiben Sie uns Ihre Meinung

Sie möchten auf einen Artikel reagieren? Wir freuen uns über Ihren Kommentar auf Twitter @horizonte_de oder auf Facebook @horizontemagazine sowie Ihre Mail an redaktion@horizonte-magazin.ch – Rückmeldungen bis spätestens am 5. Juli 2021

Präzisierung

Im Artikel «Aufgefallen! Versuche rund um die Welt» (Horizonte 128, S. 26) konnte fälschlicherweise der Eindruck entstehen, dass Jürg Brechbühl für sein Studium zehn Jahre bräuchte. Dies war jedoch nur die Berechnung der ETH Zürich. Die ETH-Beschwerdekommision kam jedoch anhand der vorgelegten Leistungsnachweise zum Schluss, dass von einer Studiendauer von maximal sechs Jahren ausgegangen werden muss.

Aus der Redaktion

Ein Preis für Horizonte

Wir freuen uns, Ihnen mitzuteilen, dass Horizonte durch die European Publishing Awards 2021 in der Kategorie «Special Interest» ausgezeichnet wurde. Die vom österreichischen Medienfachverlag Oberauer verliehenen Preise küren gemäss eigenen Angaben jährlich die besten Magazine, Zeitungen und digitalen Medien Europas.

Die Horizonte-Redaktion

Empfehlen Sie Horizonte weiter!

Horizonte berichtet vier Mal 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



Horizonte

Das Schweizer Forschungsmagazin erscheint vier Mal jährlich auf Deutsch und Französisch. Die Online-Ausgabe erscheint auch auf Englisch. 34. Jahrgang, Nr. 129, Juni 2021

[horizonte-magazin.ch
redaktion@horizonte-magazin.ch](http://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 (cgi)

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. Anfang 2021 waren über 6000 Projekte im Gang, an denen knapp 20 000 Forschende beteiligt waren. 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

34 020 deutsch,
15 350 französisch

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

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».

Soll das Alter als Krankheit behandelt werden?

JA Altern ist eine Kombination aus zwei Prozessen: Der erste ist die Akkumulation der Veränderungen auf Molekular- und Zellebene im gesamten Lebensverlauf, ja bereits bevor wir geboren werden – ein Nebeneffekt der normalen Körperfunktionen. Der zweite Prozess sind die Gesundheitsprobleme, die im späteren Leben auftreten oder sich verschärfen und die intellektuellen und körperlichen Funktionen beeinträchtigen. Sie treten ein, wenn die Veränderungen durch den ersten Prozess ein Ausmass überschreiten, das der Körper im Laufe der Evolution zu tolerieren gelernt hat.

Weil der zweite Prozess unerwünscht ist, können wir die Veränderungen, welche die beiden Prozesse verbinden, als Schäden bezeichnen. Traditionell gelten gewisse

Gesundheitsprobleme wie etwa Alzheimer, die meisten Krebsarten oder Typ-II-Diabetes, die Folge des zweiten Prozesses sind, als Krankheiten, andere hingegen wie Gebrechlichkeit, abnehmende Muskelmasse oder ein schwächeres Immunsystem als Alterung an sich.

Diese Unterscheidung ist willkürlich und entbehrt jeder biologischen Grundlage: Bei den sogenannten Alterskrankheiten handelt es sich lediglich um Aspekte des Alterns, für die wir krankheitsähnliche Bezeichnungen eingeführt haben. Unabhängig davon, ob wir das Altern als Krankheit bezeichnen oder nicht, sollten wir es wie eine Krankheit behandeln, da es ein medizinisches Problem ist. Weil das Altern ein Nebeneffekt davon ist, dass wir am Leben sind, können wir es nicht in demselben Sinne heilen wie etwa eine Infektion, sprich mit einer einzigen Behandlung.

Indem wir jedoch regelmässig die Schäden mithilfe der regenerativen Medizin reparieren, beispielsweise mit Stammzellen oder der enzymatischen Beseitigung von Abfallprodukten, können wir die Entstehung und das

Fortschreiten von Gesundheitsproblemen im Alter vermeiden und damit geistige und körperliche Funktionen wie in der Jugend aufrechterhalten, und zwar potenziell auf unbegrenzte Zeit. Schliesslich haben die jüngsten Fortschritte in Labors eindeutig gezeigt, dass dies ein realisierbares Ziel ist. Deswegen sollte es oberste Priorität haben.



Foto: Ornella Cacace/13 Photo

«Wir können geistige und körperliche Funktionen wie in der Jugend aufrechterhalten – und zwar potenziell auf unbegrenzte Zeit.»

Aubrey de Grey ist bio-medizinischer Gerontologe und wissenschaftlicher Leiter derSENS Research Foundation, die sich für die Bekämpfung des Alternungsprozesses einsetzt.

NEIN Bereits vor der Geburt altern wir, und der tägliche Zelltod und die Zellerneuerung sind Teil unseres Lebens. Dieser Prozess ist irreversibel, kann aber trotz der gleichen biologischen Grundlagen bei allen Menschen je nach Person sehr unterschiedlich verlaufen. Die Erhöhung der durchschnittlichen Lebenserwartung ist, von individuellen Ausnahmen wie dem altägyptischen König Ramses II. abgesehen, der etwa 90 Jahre alt wurde, historisch gesehen sehr jung. Bessere Lebensbedingungen sowie Fortschritte in Medizin und Hygiene haben dazu geführt, dass sich die durchschnittliche Lebenserwartung der Menschen in den letzten 130 Jahren mehr als verdoppelt hat: von 40 Jahren im Jahr 1890 zu aktuell etwa 83 Jahren in der Schweiz. Die heute von den meisten Menschen erfasste Lebensphase (von etwa 65 Jahren bis zum Lebensende) ist Konsequenz dieser positiven Entwicklung, und die Forschung geht davon aus, dass die biologische Grenze der Langlebigkeit für den Menschen bei ungefähr 120 Jahren liegt.

Der permanent stattfindende Prozess des Alterns strukturiert unser Leben in verschiedene Phasen: Kindheit und Jugend – Erwachsenenalter – höheres Erwachsenenalter und Rentenalter – Hochaltrigkeit. Jede Phase hat ihre spezifischen Herausforderungen und ihre eigene Wertigkeit. Der Mensch weiss um seine Endlichkeit, und das Prozessuale unseres Alterns hilft uns, sie anzunehmen. Alter soll weder als Krankheit behandelt noch als solche betrachtet werden, sondern als Teil des natürlichen Verlaufes des menschlichen Lebens, das gerade durch dessen Endlichkeit seine eigentliche Qualität erhält. Erst durch das Wissen um die Endlichkeit lebt der Mensch bewusst, und Erlebnisse werden einzigartig, weil sie eben nicht unendlich wiederholbar sind und auch nicht in jeder Phase des Lebens gemacht werden können.

Der Prozess des Alterns ist fundamentales Kennzeichen komplexer Organismen. Er sollte nicht nur als ein biologischer Vorgang angesehen werden, sondern vor allem in seiner Multidimensionalität – als psychischer, sozialer, kognitiver oder auch spiritueller Prozess – als Teil der menschlichen Weiterentwicklung und inneren Reifung wertgeschätzt werden.



Foto: Hanspeter Schiess

«Erst durch das Wissen um die Endlichkeit lebt der Mensch bewusst. Erlebnisse werden einzigartig, weil sie eben nicht unendlich wiederholbar sind.»

Die Soziologin Sabina Misoch ist Leiterin des Instituts für Altersforschung der Ostschweizer Fachhochschule und forscht zu Fragen rund um den Umgang mit Personen über 65.

«Wir sitzen am Bildschirm, und dahinter eröffnet sich eine ganze Welt, die keinen physischen Platz braucht. Computer sind ganz klein, aber wir können quasi unendlich neuen Raum erzeugen.»

Tobias Holischka ist Technikphilosoph an der Katholischen Universität Eichstätt (D) und hat ein Buch zur Philosophie virtueller Orte verfasst. Er ist überzeugt, dass elektronische Darstellungen nicht in Verdrängungskonkurrenz zu physischen Orten stehen. Und mahnt zur Vorsicht im Umgang mit dem Begriff der Virtualität, weil dieser immer alles in den Bereich des Unwirklichen abdränge.

Seite 16