VORSICHT GIFTIG!

Wie wir mit den Chemikalien auf der Welt umgehen

Vorurteile: Bewusste wirken stärker als unbewusste
34

Jungfraujoch: Forschen auf dem Berg-Bestseller
38

Dunkle Materie: Neues Licht auf alte Theorie
40

Quereinstieg in die Forschung: Fünf Erprobte erzählen.
25

Moleküle sind weder gut noch schlecht

Dichlordiphenyltrichlorethan und α-Phthalimidoglutarimid: Allein die Namen lassen Übles erahnen. Und tatsächlich sind die beiden Moleküle tief gestürzt. Dabei sind sie einst angetreten, uns ein angenehmeres Leben zu ermöglichen.

Das erste, bekannt als DDT, ist ein Insektizid. Es half während des Zweiten Weltkriegs die Übertragung von Malaria und Typhus einzudämmen. Das Molekül ist sowohl preiswert als auch effektiv und kommt ganz ohne das damals oft eingesetzte und bereits als giftig bekannte Arsenat aus. Es brachte dem Schweizer Chemiker Paul Müller, Angestellter bei der Firma Geigy, 1948 den Medizinnobelpreis ein. Schnell wurde DDT auch in der Landwirtschaft beliebt. Doch 1962 machte die US-amerikanische Biologin und Bestsellerautorin Rachel Carson in ihrem Buch «Silent Spring» auf den Rückgang von Vögeln aufmerksam – besonders in Gegenden, in denen viel Insektizide eingesetzt wurden. In den USA und in der Schweiz wurde DDT 1972 schliesslich verboten.

Beim zweiten Molekül handelt es sich um Contergan – ein wirksames Schlaf- und Beruhigungsmittel. Es enthält kein Bromid, das früher für viele psychische Störungen verantwortlich war. Contergan wurde ab 1957 gegen Schwangerschaftsübelkeit eingesetzt. Doch dann stieg plötzlich die Zahl der schweren Missbildungen bei Neugeborenen. Der deutsche Arzt Widukind Lenz erkannte den Zusammenhang mit Contergan, worauf es 1961 in Deutschland vom Markt genommen wurde.

Die Geschichte der beiden Moleküle steht für das Dilemma der Chemie: Sie bringt grosse Fortschritte und grosses Leid zugleich. Zwar werden die Stoffe staatlich reguliert, und trotzdem passieren immer wieder Fehler. Wichtig ist, dass wir daraus die Lehren ziehen. Das Spannungsfeld bleibt jedoch bestehen. So gibt es weiterhin gute Gründe, auf die beiden Moleküle zu setzen: Die WHO empfiehlt DDT zur Bekämpfung von Malaria in Innenräumen, und ein Wirkstoff des Medikaments Contergan wird mittlerweile erfolgreich gegen Lepra, Krebs und andere Krankheiten eingesetzt.

Florian Fisch, Co-Redaktionsleiter

Illustration: Gregory Gilbert-Lodge

◂ ▸ Umschlagseiten: Krebserregende Stoffe in der Wurst, 5G-Strahlung von der neuen Antenne – die Gefahren lauern überall. Es ist, als wäre die ganze Welt ein bedrohlicher Ort. Dabei sind manche Ängste gerechtfertigt, andere aber nicht.
Bild aussen: 2. stock süd/Nasa/Goddard Space Flight Center/Reto Stöckli; Bild innen: 1kilo/2. stock süd

Horizonte – Das Schweizer Forschungsmagazin Nr. 123, Dezember 2019

horizonte

horizonte-magazin.ch
Lesen Sie uns online!

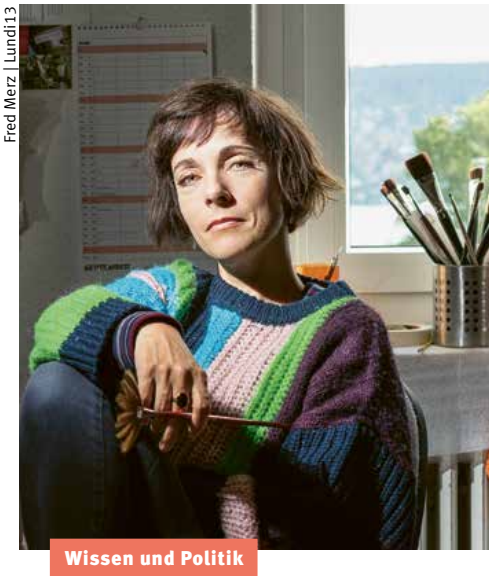
Inhalt

AdobeStock/Korn V.

Toxic World

24

Fred Merz | Lundi13



Wissen und Politik

10

Leben mit der Chemie

Bestimmt der gesetzliche Grenzwert die Gefährlichkeit von Giften? Oder doch die Dosis? Von synthetischen Stoffen, ihrem Nutzen und dem Argwohn gegen sie.

10
So schön, so toxisch
Was giftig ist, hat oft eine ganz eigene Ästhetik: Quecksilber, Asbest und Co. in Szene gesetzt.

12
Künstliche Substanzen unter der Lupe
Hunderte Studien untersuchen synthetische Moleküle. Warum die Toxizität oft dennoch nicht genau bestimmt werden kann.

14
Effizient gegen die Chemikalienschwemme
Wie es drei Forschungsgruppen mit der schieren Zahl an synthetischen Stoffen in der Umwelt aufnehmen.

17
Die unendliche Geschichte des Glyphosats
Studie wider Studie, Staaten wider NGOs – der lange Weg von Glyphosat durch den Dschungel an Teilwissen.

21
Analyse diffuser Ängste
Ein Spezialist in Konsumverhalten erklärt, warum wir manche harmlose Dinge fürchten, manche gefährliche aber nicht.

24
Hauptsache Kommunikation
Warum Preise für öffentlichkeitswirksame Forschungsprojekte wichtig sind.

25
Zuerst die Arbeit, dann die Forschung
Fünf Forschende erzählen von ihrem Quereinstieg in die Wissenschaft.

29
Knatsch um Open Access
Warum rund um die «Zeitschrift für Kunstgeschichte» ein Rechtsstreit schwelt.

30
«Das System bei uns ist träge»
Ständerat Ruedi Noser wünscht sich mehr Konkurrenz zwischen den Hochschulen.

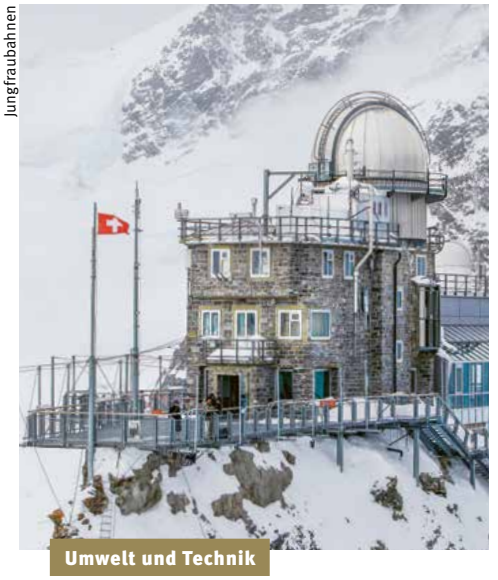
32

Valérie Chételat

Kultur und Gesellschaft

38

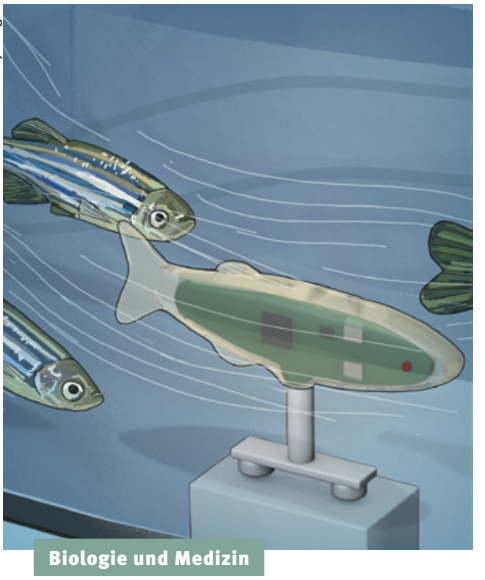
Jungfraubahnen



Umwelt und Technik

44

Anja Giger



Biologie und Medizin

32
Bloggerin der ersten Stunde
Wie Mediensoziologin Eszter Hargittai vor lauter Heimweh früh ins Internet fand.

34
Der Pilot ist eine Frau
Auf welche Art bewusste und unbewusste Vorurteile das Handeln bestimmen.

36
Sie sind jung und wissen, was sie tun
Was eine Genfer Forscherin über die Schweizer Klimabewegung sagt.

37
Prognosen blasen den Finanzmarkt auf
Für wen sich Minderheiten engagieren
Populisten stehen auf direkte Demokratie

38
Hoch über dem Berner Oberland
Wie Atmosphärenwissenschaftler auf dem Jungfraujoch schädliche Gase detektieren.

40
Vieles noch im Dunkeln
Die unbelegte Theorie zur dunklen Materie hat neue Konkurrenz bekommen.

42
Wasserversorgung digital
Wie das digitale Zeitalter in das System von Trink- und Abwasser dringt.

43
Gesundheitswächter am Finger
Solarzellen an Hausfassaden kühlen auch
Digitale Mango geht mit auf Transport

44
Roboter undercover
Wie clevere Maschinen ins Tierreich geschleust werden.

46
Zu früh geboren, zu wenig Luft
Frühchen ringen oft um Atem – wie die unreife Lunge unterstützt werden kann.

47
Monokulturen auf dem Prüfstand
Warum Sonnenblumen neben Hafer und Tomaten mit Hirse schneller wachsen.

48
Frühes Impfen wirkt weniger
Autoimmunkranke sind oft depressiv
Mehr Parasiten, mehr Phytoplankton

Im Bild

6
Grafikdesign anno dazumal: Alles gegen den eigenen Strich

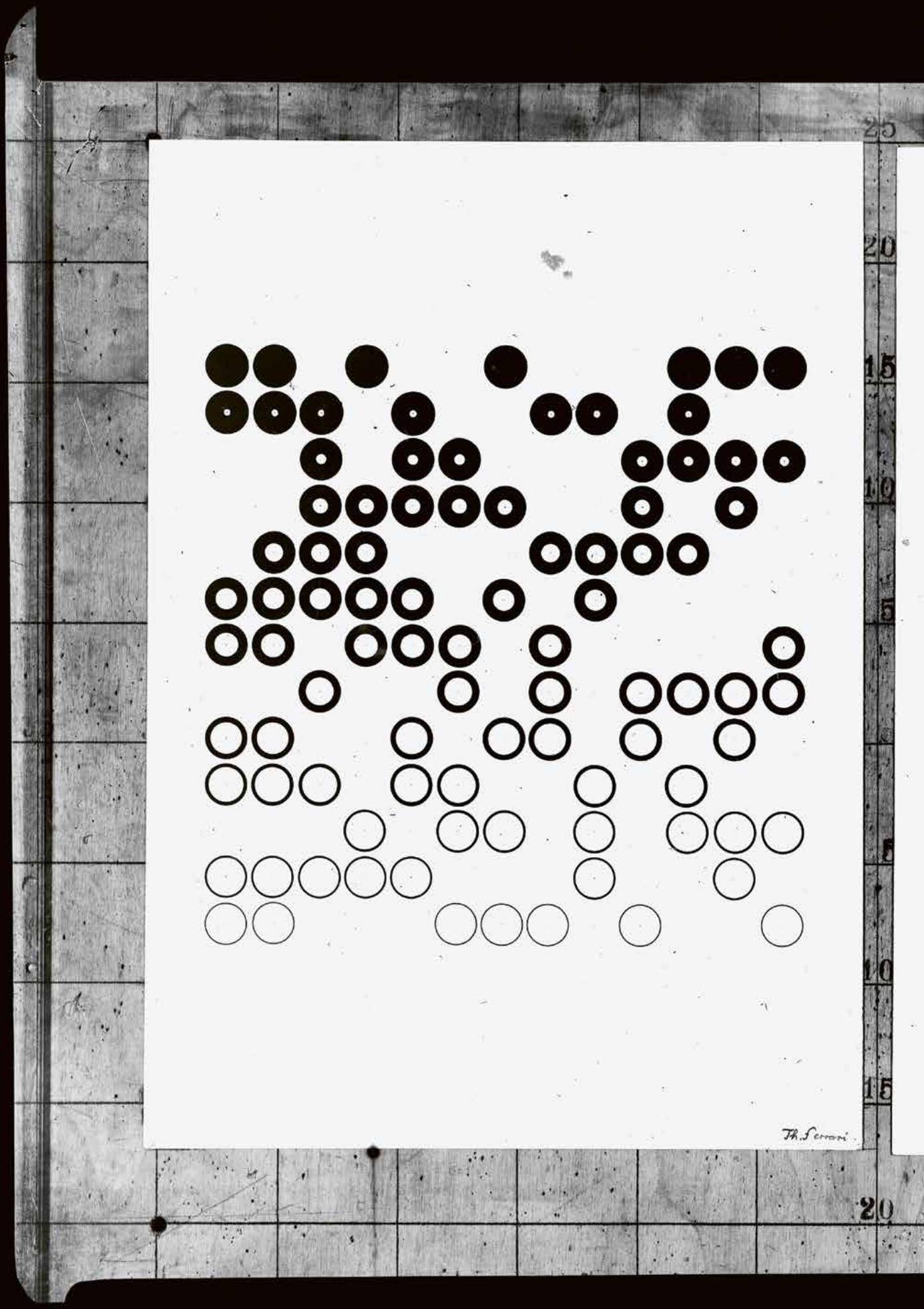
kontrovers

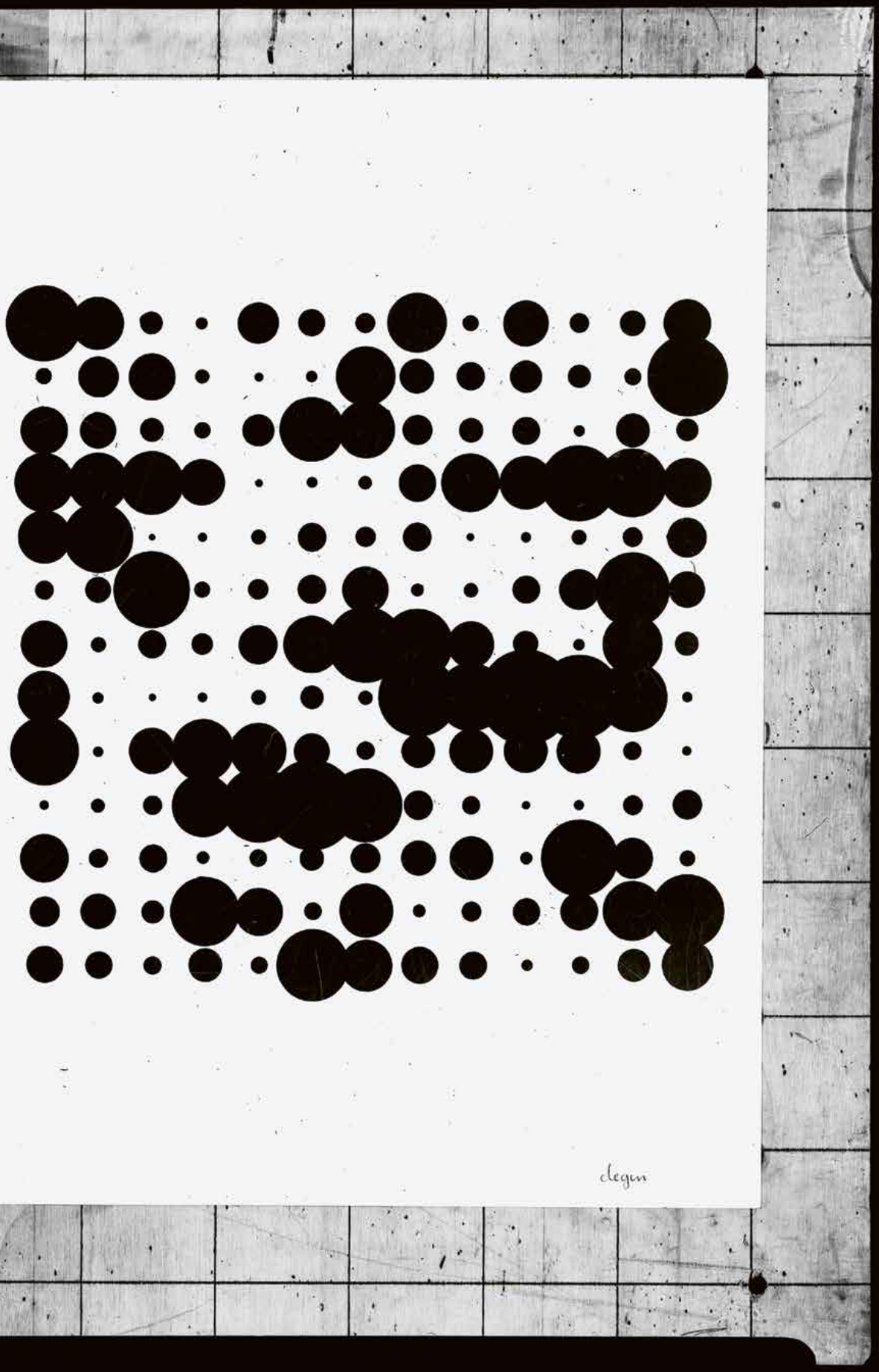
8
Soll die gesellschaftliche Wirkung von Ethnologie und Co. gemessen werden?

Wie funktionierts?

49
Schneller das richtige Antibiotikum gegen Resistenzen finden

Die Artikel geben nicht unbedingt die Meinung der beiden Herausgeber wieder.


Th. Serrani



Wie von Maschinenhand

Künstliche Intelligenzen entwerfen teilweise verstörende Werke, die aber nicht maschinengefertigt wirken. Dagegen könnte man vermuten, dass die hier abgedruckten grafischen Motive aus einem Computerspiel der 1990er-Jahre stammen. Oder die Resultate einer algorithmischen Datenauswertung darstellen.

Es ist ganz anders. Diese Motive wurden von Lernenden der Basler Grafikfachklasse in den 1940er-Jahren mit Reissfeder und Tusche hergestellt, im Rahmen des Fachs «Vorbereitendes Zeichnen». Ihre Geschichte macht deutlich, dass der Mythos der Einzigartigkeit, der dem Schweizer Grafikdesign gemeinhin anhaftet, hinterfragt werden kann. Die Motive zeigen nämlich eine vorwiegend technische Übung, wie die Grafikdesignhistorikerin Sarah Klein sagt. «Es gibt mehrere fast identische Originale, aber mit unterschiedlichen Unterschriften. Man ist strikt nach Vorlage vorgegangen und hat immer wieder die gleichen Motive manuell kopiert.» Als die Doktorandin im Nachlass des Grafiklehrers Hermann Eidenbenz auf diese Arbeiten gestossen ist, war sie zunächst «enttäuscht über die fehlende gestalterische Freiheit». Doch dann wurde genau dieser Fakt zu ihrem Forschungsgegenstand.

Robert Lzicar von der Hochschule der Künste Bern, der das Forschungsprojekt über Schweizer Grafikdesign co-koordiniert, weiss, warum die Ausbildung damals so wenig kreativ war: «Es ging darum, den Grafiker vom Künstler abzugrenzen, ihn vom eigenen Strich wegzubringen. Es wurde Vereinheitlichung angestrebt, die Abkehr vom Menschlichen. Man bildete sozusagen Maschinenmenschen aus.» Im Rahmen seiner Forschung hat er mit Leuten geredet, die damals die Ausbildung durchliefen. «Jeder Strich, der sichtbar wurde, hat dazu geführt, dass man die Arbeit noch einmal neu anfangen musste. Und man hat ganz spezifisch geübt, um maschinell produzieren zu können.»

Ähnliche Übungsmotive seien zudem international verwendet worden, und der Austausch zwischen den Schulen sei gross gewesen. Auch diese Tatsache bildet einen Widerspruch zum Mythos der Einzigartigkeit des Schweizer Grafikdesigns. Und so folgert Lzicar: «Es geht uns auch darum, diesen in Frage zu stellen.»

Judith Hochstrasser

Bild: Reproduktion zweier Schularbeiten bei Hermann Eidenbenz, Allgemeine Gewerbeschule Basel, ca. 1941. Copyright Mathias Eidenbenz

Ja

sagt Christian Suter, Professor für Soziologie.

Soll die Wirkung der Geistes- und Sozialwissenschaften gemessen werden?

Die gesellschaftliche Wirkung der Forschung wird zunehmend vermessen. Sollen die Geisteswissenschaften da mitspielen und sich durch Evaluationen mehr Geltung verschaffen?

Bilder: Valérie Chételat

Nein

sagt Ellen Hertz, Professorin für Anthropologie.

Keine Sonderbehandlung! Die Geistes- und Sozialwissenschaften sollen gleich behandelt werden wie die Natur- und Technikwissenschaften, mit denen sie in Konkurrenz stehen und mit denen sie, explizit oder implizit, verglichen werden. Die Weigerung, ihre gesellschaftliche Wirkung zu messen, könnte den falschen Eindruck erwecken, dass sie keine vorzuweisen haben. Das Gegenteil ist der Fall: Sie ist erheblich, denn die erfolgreiche gesellschaftliche Implementierung von Wissen setzt kritische konzeptbasierte Bewertung und Interpretation voraus. Fakten- und datenbasierte Evaluationen können sie sichtbar machen und systematisch belegen.

Die Bedeutung datenbasierter Wirkungsindikatoren hat im Verlaufe der letzten Jahre in Politik und Verwaltung, aber auch in Firmen und Non-Profit-Organisationen stark zugenommen – dies unter anderem aufgrund des in der neuen Bundesverfassung von 1999 aufgenommenen Artikels 170 zur Evaluation öffentlicher Politik und der gesellschaftlichen Forderung nach mehr Transparenz. So führt das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) regelmässig datenbasierte Wirkungsanalysen zu Massnahmen im Bereich Wissenschaft und Forschung durch – etwa zur gesellschaftlichen Wirkung nationaler Forschungsprogramme. Gleichzeitig stützen sich Wirkungsanalysen auf neue, umfangreiche Datenquellen, Indikatoren und Methoden. Stichwort Big Data.

Die breite Öffentlichkeit und die gesellschaftlichen Anspruchsgruppen sind ein wichtiges Zielpublikum der Geistes- und Sozialwissenschaften. Eine ihrer Aufgaben besteht darin, der Öffentlichkeit Orientierungswissen zur Verfügung zu stellen, das heisst ein kritisches und vertieftes Verständnis für die Entwicklungen des gesellschaftlichen, kulturellen, wirtschaftlichen und politischen Kontexts.

«Die Weigerung, ihre gesellschaftliche Wirkung zu messen, könnte den falschen Eindruck erwecken, dass sie keine vorzuweisen haben.»

Die Forschungsliteratur zeigt, dass Forschende aus diesen Disziplinen ihren Einfluss auf die Gesellschaft generell als wichtiger einschätzen als Forschende aus den Natur- und Technikwissenschaften. Gerade deswegen ist es umso wichtiger, diesen Einfluss zu messen und ihn mit Fakten und Daten zu belegen.

Gängige Wirkungsindikatoren basieren oft auf zu einfachen Einzelzählungen, die die Komplexität des zu messenden Phänomens – hier des gesellschaftlichen Impacts der Wissenschaft – nicht abbilden können. Die Entwicklung differenzierter Messverfahren ist aber eine Kernkompetenz der Human- und Sozialwissenschaften, insbesondere für komplexe Phänomene wie kulturelle Identität, soziale Integration, Innovation oder eben: gesellschaftliche Wirkung. Dafür braucht es vorgängig eine Klärung der zugrundeliegenden Konzepte.

Nur so kann transparent unterschieden werden zwischen Aspekten gesellschaftlicher Wirkung, die messbar sind, und solchen, die es nicht sind. Ein solches explizites Wirkungskonzept definiert, welcher konkrete Einfluss bei welcher gesellschaftlichen Zielgruppe erreicht werden soll. Damit wird die Basis für zuverlässige und präzise Wirkungsindikatoren geschaffen, welche erlauben, den unbestreitbaren Impact der Geistes- und Sozialwissenschaften fakten- und datenbasiert aufzuzeigen.

Christian Suter leitet das Soziologische Institut der Universität Neuenburg und ist Mitglied des wissenschaftlichen Beirats des Schweizer Kompetenzzentrums für Sozialwissenschaften (FORS).

Die Idee, dass die gesellschaftliche Wirkung der sozial- und geisteswissenschaftlichen Forschung gemessen werden soll, ist nachvollziehbar. Quantifizierungen sind für die Gestaltung von Strategien schliesslich zentral. Obwohl hinlänglich dokumentiert ist, dass sie mit Verzerrungen und Vereinfachungen einhergehen. Es wird oft argumentiert, dass sich die Sozial- und Geisteswissenschaften der Quantifizierung beugen müssen, damit sie ihre Sichtbarkeit und Glaubwürdigkeit erhöhen können. Doch diese Haltung beruht auf einem dreifachen Irrtum und ist abzulehnen.

Erstens wissen wir ganz einfach nicht, wie wir die soziale Wirkung über die verschiedenen Disziplinen hinweg quantifizieren können. Ihre Interaktionen mit der Gesellschaft sind zu vielfältig, als dass wir sie auf standardisierte Indikatoren reduzieren könnten. Das von Swissuniversities finanzierte sechsjährige Forschungsprogramm «Research performances in the humanities and social sciences» kam kürzlich zum Schluss, dass sich in diesen Wissenschaften die Wirkung nur durch disziplinenspezifische, peer-bestimmte Standards einschätzen lässt, bei denen die Quantifizierung eine zweitrangige Rolle spielen sollte. Eine Evaluation der gesellschaftlichen Gesamtwirkung aller Disziplinen sollte sich auf diese spezifischen Schlussfolgerungen stützen.

Zweitens ordnen quantitative Messungen den Sozial- und Geisteswissenschaften die falsche Rolle in der demokratischen Gesellschaft zu. Einer Wirkungsmessung liegt die Idee zugrunde, dass von der Forschung automatisch eine positive Kraft ausgeht: Je mehr Leute erreicht werden, desto besser. Diese Massenvermarktungslogik hindert uns daran, wichtigere Fragen über die Art der Wirkung, die diese Disziplinen haben sollten, zu stellen: auf wen und für wen. Es besteht die Gefahr, dass die demokratische Debatte über unsere Forschungsergebnisse durch einen Popularitätstest aufgrund von Hits und Likes ersetzt wird.

«Es besteht die Gefahr, dass die demokratische Debatte durch einen Popularitätswettbewerb ersetzt wird.»

Drittens wird eine Messung der gesellschaftlichen Wirkung die Grundsatzfrage nicht beantworten, wie wir auf legitime Forderungen nach einer Rechenschaftsablage über die Verwendung von öffentlichen Geldern reagieren. Wenn wir dabei statt auf komplexe Methoden auf eine breite Diskussion zur Rechenschaftsablage setzen, wird dies keinesfalls diejenigen überzeugen, die den Wert der Forschung bezweifeln. Das Misstrauen der Bevölkerung gegenüber der Wissenschaft entspringt der Angst, dass solche Expertisen elitär, hyperspezialisiert und ausschliessend sind. Diese Bedenken durch noch ausgeklügeltere, der Intuition zuwiderlaufende Quantifizierungstools zu ersetzen, ist weder aus wissenschaftlicher noch aus strategischer Sicht sinnvoll.

Vielmehr sollten wir den Einbezug der Öffentlichkeit stärken, indem wir den Austausch mit der Zivilgesellschaft und mit den Entscheidungsträgern fördern. Die Schweiz ist dafür dank eines robusten föderalistischen tertiären Bildungssystems gut positioniert, denn dieses ermöglicht Diskussionen mit lokalen Akteuren über Belange, die sie beschäftigen. Oberste Priorität sollte für uns haben, diesen Austausch durch qualitative Studien zu begleiten, die aufzeigen, dass die Sozial- und Geisteswissenschaften einen sehr wesentlichen Beitrag zur öffentlichen Debatte leisten. Quantitative Assessments können in diesem Prozess nützlich sein, aber nur zur Unterstützung, nicht als Richtungsweiser. Die Zukunft der Sozial- und Geisteswissenschaften liegt in der modernen Demokratie, nicht in der Technokratie.

Ellen Hertz ist Professorin für Anthropologie an der Universität Neuenburg und Präsidentin der Schweizerischen Ethnologischen Gesellschaft.

Philippe Bourseiller/Getty Images

Schön ungesund

Gift hat eine eigene Ästhetik, wie die folgende Bilderserie zeigt. Fotos des **Lake Natron** im Norden Tansanias sind so eindrücklich wie beklemmend. Nicht viele Lebewesen halten seine hohe Salzkonzentration und den stark basischen pH-Wert aus. Zu ihnen gehören Flamingos und Cyanobakterien, die dem Wasser seine charakteristische Rotfärbung geben.

Die Giftflut in Damm halten

In Natur und Industrie finden sich unzählige toxische Moleküle. Nicht alle können geprüft werden. Wie Forschung und Gesellschaft mit der Gefahr solcher Verbindungen umgehen.

Unsicherheit trotz Grenzwerten

Allein die Dosis macht das Gift, sagte Paracelsus. Aber wo die Grenze zwischen harmlos und gefährlich liegt, werden wir bei toxischen Substanzen nie genau wissen. Wie die Wissenschaft mit der Unwägbarkeit umgeht.
Von Yvonne Vahlensieck

«Zweifellos die am besten untersuchte Substanz der Welt» – so schreibt das Bundesamt für Gesundheit über die Chemikalie Bisphenol A, die in unzähligen Plastikprodukten steckt. Sie steht seit Jahrzehnten im Verdacht, den Hormonhaushalt zu beeinflussen und für schwere Gesundheitsschäden wie Unfruchtbarkeit und Fettleibigkeit zu sorgen. Für besondere Aufregung sorgte der Nachweis von Bisphenol A in Schoppenflaschen und Nuggi.

Das BAG beruhigt zwar: «Bisphenol A stellt gemäss aktuellem Wissensstand kein Gesundheitsrisiko dar, da die Belastung für die Bevölkerung zu gering ist.» Trotzdem gibt es Massnahmen, um die Verwendung dieser Chemikalie weiter zu reduzieren – so ist sie beispielsweise in der Schweiz seit dem Jahr 2017 für Schoppenflaschen verboten. Trotz Hunderten von wissenschaftlichen Studien und grösster Bemühungen ist also immer noch nicht abschliessend geklärt, wie gefährlich Bisphenol A wirklich ist. Und was ist mit all den anderen Chemikalien des täglichen Gebrauchs, über die wir weit weniger wissen?

Über 200 Millionen Chemikalien

Eigentlich ist alles genau geregelt: Für chemische Stoffe, die in Mengen über einer Tonne pro Jahr in den Verkehr gebracht werden, müssen Hersteller in der EU ein Dossier mit Daten über gefährliche Eigenschaften bereitstellen. Für Mengen über zehn Tonnen pro Jahr müssen sie auch eine Risikoabschätzung vorlegen. Darin steht unter anderem, inwieweit und ab welcher Konzentration die Stoffe ein Risiko für Vergiftungen, Entwicklungsstörungen oder Krebserkrankungen darstellen können. Dabei wird auch die Art und Weise berücksichtigt, wie Menschen mit der Substanz in Kontakt kommen. Das Schweizer Chemikalienrecht orientiert sich eng an der seit dem Jahr 2007 geltenden EU-Verordnung namens REACH (siehe Kasten Seite 13).

Bis heute sind etwa 22 000 Substanzen bei der Europäischen Chemikalienagentur registriert. Trotzdem bezweifeln viele, dass das System den Anforderungen gewachsen ist. Denn die Zahl neuer Chemikalien steigt ständig, während die Risikoabklärungen ebenso umfangreich wie anspruchsvoll sind. Die öffentliche Chemikalien-Datenbank Pubchem verzeichnet mittlerweile über 200 Millionen Substanzen. Die meisten davon wurden noch nie getestet oder nicht nach aktuellen Standards, etwa weil sie nicht in grossen Mengen eingesetzt werden. «Eigentlich ist es gar nicht realistisch, dass man für jede einzelne Chemikalie, die irgendwo existiert, umfangreiche Abklärungen machen und einen genauen Grenzwert festlegen kann», sagt deshalb auch die Umweltchemikerin Juliane Hollender vom Wasserforschungsinstitut Eawag.

Dass viele Substanzen durch das Raster fallen, zeigt auch die tägliche Analyse von Wasserproben aus dem Rhein bei Basel. Dabei wurden schon Hunderte von chemischen Substanzen entdeckt, von deren

Streit um hormonaktive Stoffe
Viele Chemikalien greifen in das menschliche Hormonsystem ein, was zu gesundheitlichen Problemen und Entwicklungsstörungen führen kann. Seit vielen Jahren streiten sich die Fachleute, ob sich für hormonaktive Substanzen eine sichere Dosis festlegen lässt.

Toxikologische Standardtests gehen vom Prinzip aus: «Je höher die Dosis, desto grösser der Effekt.» Dementsprechend gibt es eine bestimmte Dosis, unterhalb der ein Stoff keine Wirkung hat. Einige Forschende geben aber zu bedenken, dass dies für hormonaktive Substanzen nicht gilt: Zum Teil kann eine niedrige Dosis aufgrund der biologischen Zusammenhänge manchmal einen grösseren Effekt haben als eine hohe. Ausserdem kämen Eingriffe in das Hormonsystem oft erst später im Leben zum Tragen, was die Risikoabschätzungen nicht berücksichtigen. Die Toxikologie-Seite wiederum kritisiert, dass die Resultate nur aus Zellkulturen und Tiermodellen stammen. Ein Ende der Debatte ist nicht in Sicht.

Existenz im Wasser bisher niemand etwas wusste und die möglicherweise toxisch sind. Zählt man auch nur die zehn mengenmässig am häufigsten vorkommenden Stoffe zusammen, so flossen im Jahr 2014 mindestens 25 Tonnen an ungetesteten Chemikalien den Rhein hinunter. Und eine im August 2019 publizierte Studie der Goethe-Universität Frankfurt fand in Joghurtbechern aus Plastik über 1000 unbekannte Stoffe, von denen viele in Labortests toxische Effekte zeigten. Am schlechtesten schnitten dabei Becher aus PVC und auch dem biologisch abbaubaren PLA ab. Für PET ergab die Analyse dagegen praktisch keine Toxizität. Bei den unbekannten Stoffen sowohl im Plastik als auch im Rheinwasser handelt es sich wahrscheinlich um Abbauprodukte von bekannten Chemikalien oder Verunreinigungen und Nebenprodukte aus dem Herstellungsprozess.

> «Es ist nicht realistisch, für jede einzelne Substanz umfangreiche Abklärungen zu machen.»
>
> Juliane Hollender

Hollender sieht neben der Überforderung durch die schiere Zahl auch noch eine andere Schwäche im System: «Die toxikologischen Tests sind Messinstrumente, die bestimmte Effekte gut erfassen, aber es ist natürlich schwierig, die gesamte Bandbreite an möglichen Folgen abzudecken.» So werden etwa die Wechselwirkungen nicht berücksichtigt, zu denen es zwischen den verschiedenen Chemikalien kommen kann. Ebenfalls wenig bekannt sind Langzeiteffekte: Was passiert, wenn sich eine Vielzahl von chemischen Substanzen ein Leben lang im Körper ansammelt. Und unter Experten gibt es erbitterte Diskussionen darüber, ob Grenzwerte für Substanzen wie Bisphenol A, die in so komplexe biologische Prozesse wie das Hormonsystem eingreifen, überhaupt sinnvoll sind (siehe Kasten Seite 12).

Gesucht: risikoarme Alternativen

Alles kein Grund zur Panik, meint der Umweltchemiker Bernd Nowack von der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Empa: «Die heutige Risikoabschätzung von Chemikalien ist eine etablierte Methode, die grundsätzlich niemand in Frage stellt.» Man solle sich nicht von wissenschaftlichen Studien verunsichern lassen. Oft würden die Forschenden einfach so lange herumprobieren und die Dosis erhöhen, bis sie einen Effekt sehen, beispielsweise bei Mikroplastik: «Das hat mit einer Risikoabschätzung nichts zu tun.» Selbst Wissenschaftler hätten oft Schwierigkeiten, zwischen der Gefahr einer Substanz, also der Toxizität, und dem Risiko zu unterscheiden, welches auch umfasst, wie stark Menschen mit ihr in Kontakt kommen.

Auch Martin Schiess, Abteilungschef Luftreinhaltung und Chemikalien am Bundesamt für Umwelt, findet, dass die Schweiz gut aufgestellt ist: «Wir haben ein modernes Chemikalienrecht, das laufend an den neuesten Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse angepasst wird.» Er räumt aber ein, dass es Stoffe gibt, für die sich mit herkömmlichen Methoden keine Grenzwerte festlegen – etwa weil sie sich im Körper ansammeln, hormonähnlich wirken oder besonders krebserregend sind. Diese Substanzen sollen deshalb nach und nach durch risikoärmere Alternativen ersetzt werden. Und schliesslich könnten auch Konsumenten und Konsumentinnen etwas beitragen, etwa durch die Wahl von Produkten beim Einkaufen.

Aber nicht nur auf der individuellen Ebene muss etwas passieren, meint die Umweltethikerin Anna Deplazes Zemp von der Universität Zürich: «Der Mensch hat eine Verantwortung für die Natur. Deshalb müssen wir den Fortschritt hinterfragen und in eine andere Richtung lenken.» Dies würde für Chemikalien beispielsweise bedeuten, Fortschritt nicht nur über Ertrag und Leistung zu definieren, sondern über die Entwicklung von nachhaltigen und besser abbaubaren Substanzen. «Es gibt auch Leute, die sagen, wir müssen jetzt einen Strich ziehen und jegliche technische Weiterentwicklung stoppen», so Deplazes. Doch damit ist sie nicht ganz einverstanden: «Mit einem Totalstopp verbaut man sich die Möglichkeit für positive Entwicklungen.»

Eine solche radikale Lösung kann sich auch Juliane Hollender nicht vorstellen: «Es ist illusorisch, auf alle Chemikalien zu verzichten, denn die Chemie gibt uns ja auch viel Gutes. Wir müssen einfach versuchen, richtig damit umzugehen. Aber völlige Sicherheit gibt es letztlich nicht.»

Yvonne Vahlensieck ist freie Wissenschaftsjournalistin in der Nähe von Basel.

Ein strenges Chemikaliengesetz?

Die seit 2007 gültige Verordnung der EU zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien (REACH) gilt als eine der komplexesten Gesetzgebungen der EU. Die Verantwortung für die Risikoabklärung von Chemikalien liegt jetzt nicht mehr wie früher bei den Behörden, sondern bei den Herstellern und Importeuren – nach dem Motto: «Keine Daten, kein Markt.»

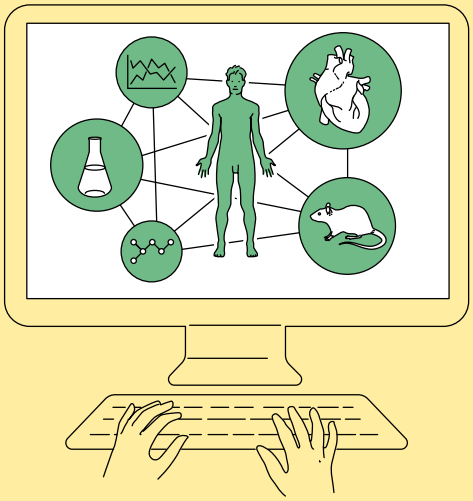
Alle neuen Chemikalien, von denen mehr als eine Tonne eingesetzt wird, müssen mit einem Dossier bei REACH registriert werden – je grösser die Menge, desto umfangreicher sind die nötigen Daten zur Abschätzung der Risiken. Alte Chemikalien wurden ebenfalls schrittweise bis 2018 registriert, und für besonders besorgniserregende Substanzen werden separate Stoffbewertungen durchgeführt.

Obwohl die Verordnung als streng und modern gilt, gibt es viel Kritik: So wird lediglich bei einer Stichprobe von fünf Prozent der Dossiers genauer hingeschaut. Eine Studie des deutschen Bundesamtes für Risikobewertung deckte im Jahr 2018 auf, dass bei mindestens einem Drittel der Dossiers für in grossen Mengen eingesetzte Chemikalien wichtige Daten und Tests zur Sicherheit fehlten – ohne nennenswerte Konsequenzen für die Hersteller. Auch die hohe Zahl an Tierversuchen, die wegen REACH nötig sind, wird von Tierschutzorganisationen und auch Wissenschaftlern bemängelt. Allerdings sind die Hersteller der gleichen Chemikalie beispielsweise verpflichtet, ihre Daten aus Tierversuchen miteinander zu teilen.

Schneller, umfassender, zuverlässiger!

Die vielen synthetischen Stoffe in der Umwelt können kaum mehr analysiert werden. Drei Schweizer Forschungsgruppen wagten es trotzdem und haben Wege gefunden, die schiere Zahl effizient zu verarbeiten.

Text: Yvonne Vahlensieck, Illustrationen: 1kilo

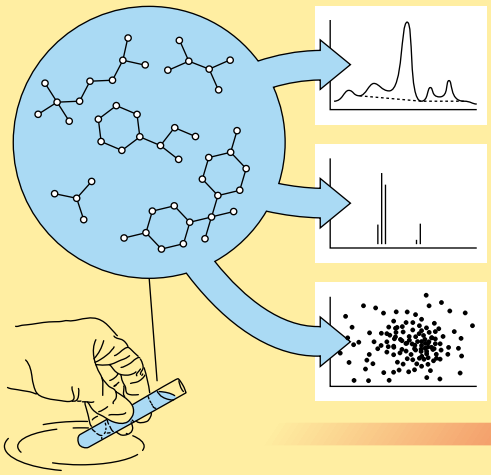


SIMULATION
ALLES IM COMPUTER ZUSAMMENBRINGEN

Forschungsgruppe Sturla, ETH Zürich

Problem: Im Moment funktionieren toxikologische Tests wie eine Blackbox: Gemessen wird nur, was am Ende herauskommt, nicht, was dazwischen passiert.

Lösung: Das Team von Shana Sturla analysiert bis ins kleinste Detail, wo chemische Substanzen auf molekularer Ebene angreifen. System-Toxikologen wie sie führen die Resultate vieler Experimente in Computermodellen zusammen. Damit wird das ganze Spektrum an möglichen Wechselwirkungen abgedeckt. «Wenn wir verstehen, wie Chemikalien in biologische Abläufe eingreifen, können wir vielleicht auch ohne Tierversuche vorhersagen, wie toxisch diese sind», so Sturla.



ZÄHLUNG DER MOLEKÜLE
DER BACH MUSS DURCHS MESSGERÄT

Forschungsgruppe Hollender, Eawag Dübendorf

Problem: Niemand weiss, welche Chemikalien sich in den Gewässern befinden, denn nur eine begrenzte Anzahl von Substanzen wird gezielt überwacht.

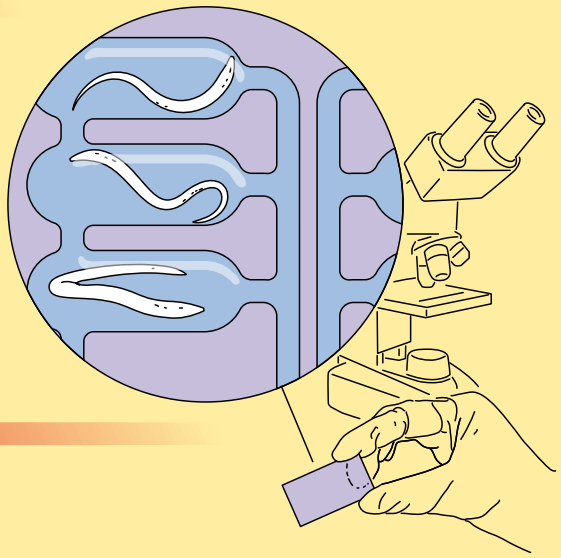
Lösung: Mit einer Kombination verschiedener Analysetechniken versucht die Umweltchemikerin Juliane Hollender alle Stoffe in einer Wasserprobe zu detektieren. Dies gelingt mit Verfahren wie Massenspektrometrie und Chromatografie. Viele der Substanzen können dann mit Hilfe von grossen Chemikalien-Datenbanken identifiziert werden. «Dies gibt uns ein besseres Bild von der Gesamtheit der Stoffe in einem Gewässer», so Hollender. Und manchmal geben die Eigenschaften der Substanzen einen Hinweis auf die Toxizität.

WORM-ON-A-CHIP
FADENWÜRMER SIND EFFIZIENTER ALS MÄUSE

Forschungsgruppe Cornaglia, Nagi Bioscience, Lausanne

Problem: Die vielen neuen Substanzen zu testen kostet Zeit, Geld und das Leben von vielen Labormäusen und -kaninchen.

Lösung: Der nur einen Millimeter grosse Fadenwurm *Caenorhabditis elegans* ist ein gut untersuchter Modellorganismus und funktioniert in vielerlei Hinsicht ähnlich wie der Mensch. Nagi Bioscience, ein Spin-off der EPFL, entwickelt ein Verfahren für effiziente toxikologische Tests an diesen Würmern. Im Gegensatz zu Tests mit Zellkulturen liefert dies Informationen über den Effekt einer Substanz auf den ganzen Organismus. Geschäftsführer Matteo Cornaglia: «Wir sehen so den Effekt einer Chemikalie über die ganze Lebensspanne hinweg, die nur zwei Wochen beträgt.»



Raimond Spekking/CC BY-SA 4.0 (via Wikimedia Commons)

Einst ein Wundermaterial: Der **blaue Asbest** kann verwoben werden und ist ein harmloses, feuerbeständiges Silikatgestein. Doch die langen Fasern verfangen sich im Gewebe um die Lunge, lösen dort eine chronische Entzündung aus, die später zu Krebs führen kann.

Unter dem Rasterelektronenmikroskop sind die Fruchtkörper des **Schimmelpilzes** *Aspergillus niger* wunderschön. Er ist zugleich Krankheitserreger und giftig. Das vom Pilz produzierte Aflatoxin gehört zu den krebserregendsten Substanzen überhaupt.

Keystone/Science Photo Library/Thierry Berrod, Mona Lisa Production

Glyphosat im Studiendschungel

Einst wurde es als Wundermittel gegen Unkraut gehandelt, nun mehren sich die Hinweise, dass Glyphosat krebserregend ist. Eine Reise in die Regulierungswirren einer Chemikalie.

Text: Florian Fisch
Infografik: CANA atelier graphique

A

9/2000

Monsanto – USA

Das Patent auf das Isopropylaminsalz, die am häufigsten eingesetzte Form von Glyphosat, läuft aus. Das allgemeine Patent lief bereits 1991 aus.

N

6/2011

Greenpeace – weltweit

Die Umweltorganisation publiziert einen Bericht, der die Sicherheit von Glyphosat in Frage stellt und sich gegen die gentechnisch veränderten Pflanzen stellt.

A

Monsanto – USA

1996

Der Agromulti bringt die erste gentechnisch veränderte Sojasorte auf den Markt, die gegen das Herbizid resistent ist. Die Behandlung von Unkraut kann nun auf einen Zeitpunkt nach der Aussaat verschoben werden, was Roundup zum weltweiten Durchbruch verhilft.

W

1991

Changhua Christian Hospital – Taiwan

Dokumentation von rund 20 Todesfällen durch Vergiftungen mit Roundup in den 1980er-Jahren. Die Menschen hatten über einen Deziliter davon getrunken.

R

EPA – USA

1985

Die US Environmental Protection Agency stuft Glyphosat als «möglicherweise krebserregend» ein. Ein Jahr später fällt es unter «nicht klassifizierbar» und 1991 unter «Belege für Nichtkarzinogenität».

A

1974

Monsanto – USA

Das Chemieunternehmen vermarktet das Herbizid als Formulierung mit anderen Hilfsstoffen unter dem Namen Roundup. Landwirte können nun auf das Pflügen vor der Aussaat verzichten.

A

Monsanto – USA

1970

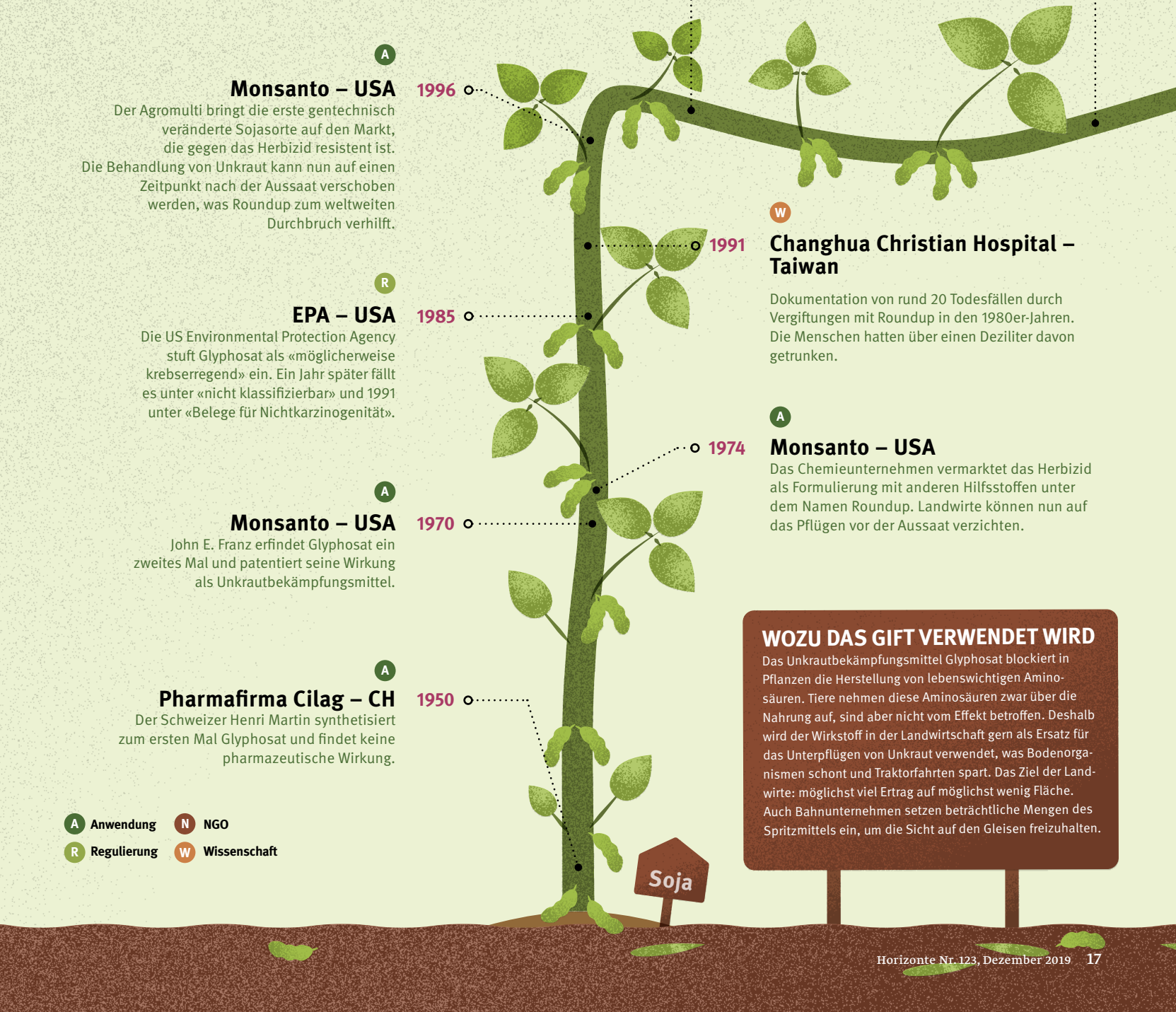
John E. Franz erfindet Glyphosat ein zweites Mal und patentiert seine Wirkung als Unkrautbekämpfungsmittel.

A

Pharmafirma Cilag – CH

1950

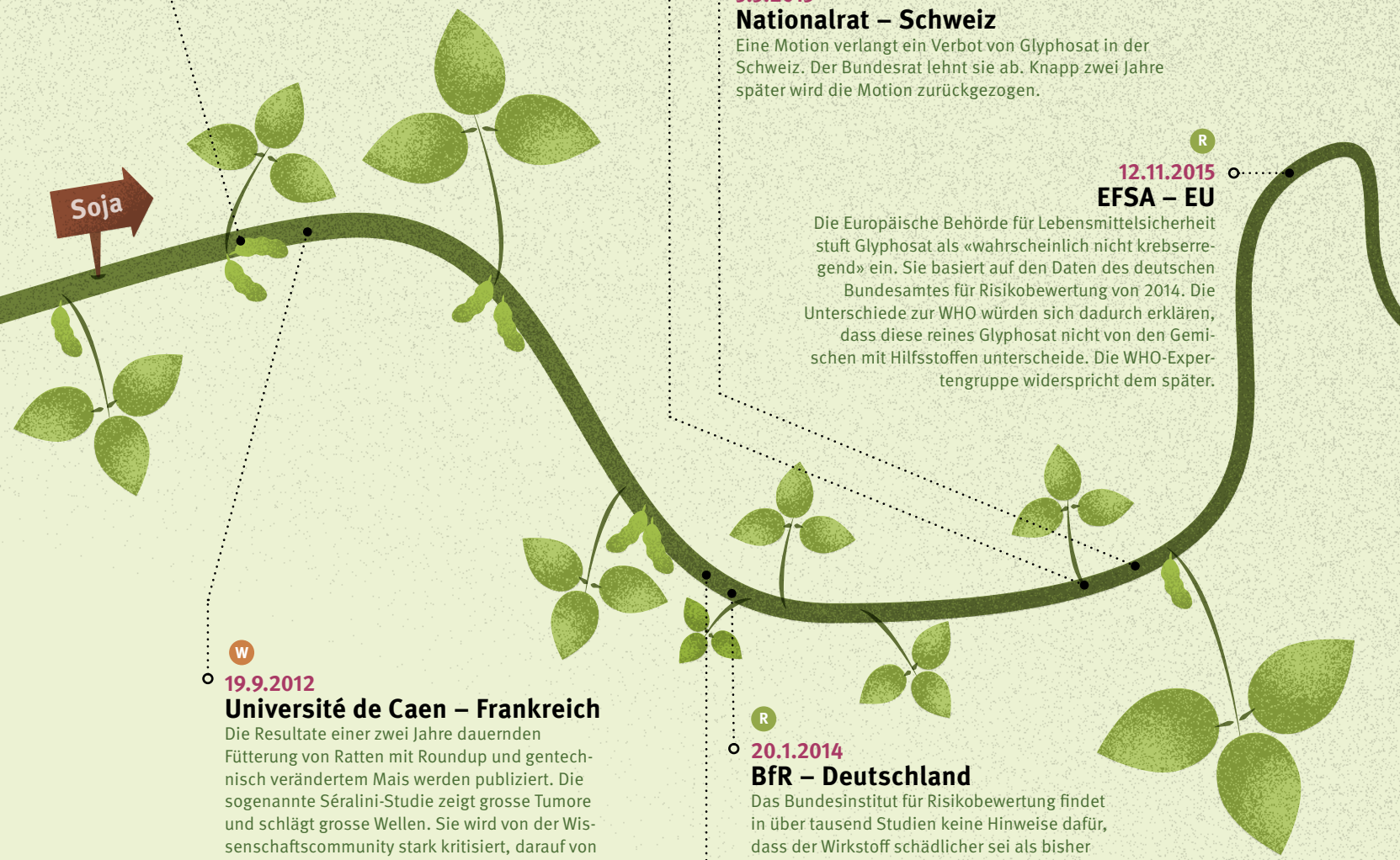
Der Schweizer Henri Martin synthetisiert zum ersten Mal Glyphosat und findet keine pharmazeutische Wirkung.



WOZU DAS GIFT VERWENDET WIRD

Das Unkrautbekämpfungsmittel Glyphosat blockiert in Pflanzen die Herstellung von lebenswichtigen Aminosäuren. Tiere nehmen diese Aminosäuren zwar über die Nahrung auf, sind aber nicht vom Effekt betroffen. Deshalb wird der Wirkstoff in der Landwirtschaft gern als Ersatz für das Unterpflügen von Unkraut verwendet, was Bodenorganismen schont und Traktorfahrten spart. Das Ziel der Landwirte: möglichst viel Ertrag auf möglichst wenig Fläche. Auch Bahnunternehmen setzen beträchtliche Mengen des Spritzmittels ein, um die Sicht auf den Gleisen freizuhalten.

A Anwendung
N NGO
R Regulierung
W Wissenschaft



W
7.6.2012
Exponent Inc. – USA
Die Beratungsfirma publiziert eine Übersichtsstudie in einer Fachzeitschrift, die keinen ursächlichen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Glyphosat und Krebs findet.

R
20.3.2015
WHO – weltweit
Die Weltgesundheitsorganisation stuft Glyphosat als «wahrscheinlich krebserregend» ein, auf die zweithöchste von vier Stufen, also gleich wie rotes Fleisch. Die WHO-Expertise basiert auf rund tausend publizierten Studien. Mit dem Expertenbericht kommt die erste Behörde zu einer neuen Einschätzung des Risikos und verändert damit die nachfolgende Diskussion um Glyphosat fundamental.

P
5.5.2015
Nationalrat – Schweiz
Eine Motion verlangt ein Verbot von Glyphosat in der Schweiz. Der Bundesrat lehnt sie ab. Knapp zwei Jahre später wird die Motion zurückgezogen.

R
12.11.2015
EFSA – EU
Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit stuft Glyphosat als «wahrscheinlich nicht krebserregend» ein. Sie basiert auf den Daten des deutschen Bundesamtes für Risikobewertung von 2014. Die Unterschiede zur WHO würden sich dadurch erklären, dass diese reines Glyphosat nicht von den Gemischen mit Hilfsstoffen unterscheide. Die WHO-Expertengruppe widerspricht dem später.

W
19.9.2012
Université de Caen – Frankreich
Die Resultate einer zwei Jahre dauernden Fütterung von Ratten mit Roundup und gentechnisch verändertem Mais werden publiziert. Die sogenannte Séralini-Studie zeigt grosse Tumore und schlägt grosse Wellen. Sie wird von der Wissenschaftscommunity stark kritisiert, darauf von der Fachzeitschrift zurückgezogen und später andernorts wieder publiziert.

R
20.1.2014
BfR – Deutschland
Das Bundesinstitut für Risikobewertung findet in über tausend Studien keine Hinweise dafür, dass der Wirkstoff schädlicher sei als bisher angenommen.

A
2014
Landwirte – weltweit
Über 800 000 Tonnen Glyphosat werden in diesem Jahr laut einer Schätzung weltweit eingesetzt – hauptsächlich auf Äckern. Es ist damit das am meisten angewandte Pestizid überhaupt und wird es noch für Jahre bleiben.

A Anwendung
R Regulierung
N NGO
W Wissenschaft
P Politik
G Gericht

N

18.4.2017

Greenpeace – Niederlande

Am Monsanto-Tribunal, an einem symbolischen Prozess von Umweltaktivisten in Den Haag, wird der Agrochemie-Multi der Verbrechen gegen die Menschlichkeit und gegen die Umwelt schuldig befunden.

P

24.10.2017

Parlament – EU

Die Parlamentarier fordern ein Verbot des Herbizids bis Ende 2022.

P

27.11.2017

Kommission – EU

Die Europäische Kommission lässt das Herbizid für weitere fünf Jahre zu.

N

1.7.2017

Le Monde – Frankreich

Die Zeitung publiziert eine Analyse der «Monsanto Papers» – über 140 hauptsächlich interne E-Mails, die während eines Rechtsverfahrens in den USA veröffentlicht werden. Die Analyse zeigt, wie Monsanto versucht, auf die WHO Druck auszuüben, und für Wissenschaftler Ghostwriting betreibt.

R

24.11.2017

BAFU – Schweiz

Das Bundesamt für Umwelt schlägt eine Anpassung der Grenzwerte von Chemikalien in Gewässern vor. Anstatt alles über den gleichen Kamm zu scheren, soll der Grenzwert neu die Giftigkeit reflektieren. Für die meisten Stoffe ist das tiefer als bisher, für andere höher, darunter Glyphosat. Die Vernehmlassung läuft bis März 2018.

R

5.12.2017

BLW – Schweiz

Das Bundesamt für Landwirtschaft bestätigt, dass Glyphosat in der Schweiz weiterhin zugelassen ist. Es stützt sich auf die toxikologische Beurteilung des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV), das wiederum die von Monsanto eingereichten Studien beurteilt und in den Expertengremien der EFSA, der Europäischen Chemikalienagentur, und des Joint Meeting on Pesticide Residues der WHO sitzt.

W

30.9.2016

Mehrere Universitäten – weltweit

Eine systematische Übersichtsstudie von elf Studien findet keinen Zusammenhang zwischen der Exposition von Landwirtschaftsarbeitern und Lymphdrüsenkrebs. Drei Jahre später kommt eine ähnliche Studie zu einem anderen Schluss.

W

10.2.2019

Mehrere Universitäten – USA

Eine systematische Übersichtsstudie und Metaanalyse von sechs Studien zu exponierten Landwirtschaftsarbeitern kommt zum Schluss, dass diese ein um über 40 Prozent höheres Risiko haben, an einem Lymphdrüsenkrebs zu erkranken. Eine ähnliche Studie, die drei Jahr früher zu einem gegenteiligen Schluss gekommen ist, wird nicht zitiert.

R

18.12.2017

EPA – USA

Die US Environmental Protection Agency stuft Glyphosat als «wahrscheinlich nicht krebserregend» ein, aber es gebe «Potenzial für Effekte» bei Tieren und Pflanzen. Über die weitere Zulassung werde 2019 entschieden.

G

19.3.2019

Bundesbezirksgericht in Kalifornien – USA

Sechs Geschworene entscheiden: Glyphosat ist für den Lymphdrüsenkrebs von Edwin Hardeman verantwortlich. Er hat das Herbizid über zwanzig Jahre privat angewandt. Es ist das zweite von bisher drei Leitverfahren in den USA, die zuungunsten von Monsanto ausfallen.

P

27.6.2018

Grossrat VD – Schweiz

Der Waadtländer Regierungsrat schlägt vor, einen Plan zu erstellen, um die Verwendung des Wirkstoffs zu reduzieren.

W

1.10.2019

Wissenschaft – weltweit

Die Literaturdatenbank Scopus liefert rund 10 000 wissenschaftliche Publikationen zum Suchbegriff «glyphosate».

Die Dämpfe des Schwermetalls **Quecksilber** dringen schnell in den Körper ein und verweilen lange im Fettgewebe. Das Gift schädigt unter anderem die Nieren, die Leber und das Zentralnervensystem.

Keystone/Science Photo Library

«Eine unbegründete Angst verschwindet erst nach ein bis zwei Generationen»

Weshalb sich Menschen manchmal vor harmlosen Dingen fürchten, nicht aber vor gefährlichen, weiss der Spezialist für Konsumverhalten Michael Siegrist.
Interview: Atlant Bieri

Valérie Chételat

Was vom Menschen hergestellt wird, wird als viel riskanter eingestuft, als das, was aus der Natur kommt, sagt Michael Siegrist.

Michael Siegrist, Kantonschemiker fanden im September 2019 Rückstände von Pestiziden im Trinkwasser von 170 000 Personen. Diese Meldung hat in «20 Minuten» über 1000 erboste Leserkommentare provoziert. Warum?
Wasser gilt als natürlich und unverarbeitet. Es ist ein Naturprodukt und hat darum rein zu sein. Wenn so etwas kontaminiert ist, fällt das speziell auf.

Aber die Verunreinigung ist doch so gering, dass der Konsum unbedenklich ist.
Ja, schon. Aber die Leserkommentare stammen ja auch nicht von Toxikologen, sondern von Laien. Letztere lassen die Dosis völlig ausser Acht. Da herrscht eine starke Eins-oder-Null-Mentalität. Die Idee, dass etwas verunreinigt und gleichzeitig harmlos sein kann, geht Laien gegen den Strich.

Und trotzdem laben sich Bergwanderer an einem Bach, der potenziell mit Fäkalien von wilden Tieren oder Jauche vom Bauern verunreinigt ist. Warum haben die keine Angst vor der Kontamination?
Es geht immer auch darum, womit etwas kontaminiert wird. Synthetische Chemikalien werden per se als schlecht wahrgenommen. Wenn aber etwas natürlichen Ursprungs ist, ist es gut.

Woher kommt der gute Ruf der Natur?
In der westlichen Welt ist die Natur etwas absolut Positives. Das sieht man auch bei der Sonnenenergie. Da gibt es fast keine negativen Assoziationen. Dazu kommt, dass viele Naturrisiken heute nicht mehr relevant sind.

Welche zum Beispiel?
Vor 150 Jahren starben Leute an Lebensmitteln, weil sie verdorbene Nahrung essen mussten. In der Schweiz starben früher viel mehr Menschen aufgrund von Naturgefahren. Diese sind heute weitgehend gebannt. Es ist ironisch, dass diese positive Entwicklung nicht die Begeisterung für Forschung und Technik steigert. Das gute Image der Natur verdankt sie aber letztlich genau diesen technologischen Innovationen und wissenschaftlichen Erkenntnissen.

Wie gelangten Chemikalien andererseits zu ihrem so schlechten Ruf?
Alles, was vom Menschen hergestellt wird, wird als viel riskanter eingestuft. Zudem sind gerade synthetische Chemikalien negativ behaftet. Da kommen einem spontan die grossen Chemieunfälle wie der Grossbrand von Schweizerhalle oder die Katastrophe von Bhopal in Indien in den Sinn. Der Mensch neigt dazu, sich mehr auf das Negative zu fokussieren als auf all das Positive, das die Chemie für uns tut.

Weshalb machen uns die kleinen und unsichtbaren Gefahren wie Pestizidrückstände, Strahlung oder Zusatzstoffe im Essen mehr Angst als die grossen und offensichtlichen Gefahren wie Autofahren oder Rauchen?
Das ist eine Frage des Nutzens. Wenn man raucht und Auto fährt, hat man einen unmittelbaren Nutzen davon. Ich bin bereit, dafür ein Risiko in Kauf zu nehmen. Anders steht es mit den Pestiziden im Trinkwasser. Hier sehen die Konsumenten den direkten Nutzen nicht. Das heisst, Nutzen und Risiko sind voneinander entkoppelt. Der Bauer braucht Pestizide, um genügend Nahrungsmittel für die Gesellschaft zu produzieren, doch dieser Nutzen ist zu weit weg vom Thema Trinkwasser.

Gibt es auch den umgekehrten Fall? Also eine unsichtbare Gefahr, die wir grosszügig ignorieren?
Beim Radongas, das spontan im Untergrund entsteht, ist das der Fall. Für viele Leute ist es schwierig zu verstehen, warum vom Boden – von Mutter Erde – plötzlich

«Laien lassen bei der Risikoeinschätzung die Dosis völlig ausser Acht.»

ein Risiko ausgehen sollte. Zudem ist die Sachlage kompliziert. Es bestehen bei der Radonbelastung grosse Unterschiede zwischen den Regionen. Da muss man im eigenen Haus eine Messung durchführen, bevor man weiss, ob man etwas unternehmen muss. Das machen die Leute nicht gerne. Darum wird das Problem häufig einfach ausgeblendet, und das selbst in den Regionen, in denen eine hohe Belastung mit Radon besteht.

Bei medizinischen Anwendungen werden unsere Ängste vor Strahlung, Gentechnik und Chemie oft ausgeblendet. Warum ist hier plötzlich vieles möglich?
Es ist schon lange bekannt, dass kranke Menschen alles tun, um ihr Leben zu verlängern. Man will einfach überleben, und hier ist man bereit, alles zu akzeptieren, alles zu schlucken und sehr viel über sich ergehen zu lassen.

«Behörden scheuen sich davor, zu sagen, dass etwas unbedenklich ist.»

Aber auch gesunde Menschen nehmen bereitwillig Vitamin C ein, das mit Hilfe gentechnisch veränderter Bakterien hergestellt wird.
Die meisten dürften dies nicht wissen. Zudem wird auf den Nutzen fokussiert. Man will präventiv verhindern, dass man krank wird. Hier gibt es ein klares Ziel. Zudem gehen die Leute bei verschriebenen Medikamenten davon aus, dass der Arzt nur das Beste für sie möchte. Der Patient selbst setzt sich dabei nicht so sehr mit Risiken oder Nebenwirkungen auseinander.

Können Ängste auch wieder verschwinden?
Ja. Aber es braucht oft ein bis zwei Generationen. Beim Mikrowellenherd zeigt sich das gut. Vor 40 Jahren gab es in der Bevölkerung ein grosses Unbehagen, was die Sicherheit der Mikrowellen betraf. Heute steht so ein Gerät in fast jeder Küche. Das war auch schon früher mit anderen Technologien der Fall. Bei der Einführung der ersten Autos musste jemand mit einer Fahne vorausgehen, weil jetzt etwas Gefährliches kommt. Mit zunehmender Vertrautheit können Risiken akzeptiert werden und werden danach nicht mehr hinterfragt.

Es gibt immer wieder Hysterien, wenn Forschende wieder mal etwas zum Risiko vom Konsum von Kaffee, Fleisch oder Eiern herausfinden. Dann heisst es etwa, das Risiko von Krebs steige um zehn Prozent. Als Konsument ist man da ziemlich ratlos. Wie kann man Risiko ehrlich kommunizieren, ohne unnötig Angst zu schüren?
Da gibt es zwei Ratschläge: Der erste ist die Verwendung von Vergleichsrisiken. Man vergleicht das Risiko mit bekannten und akzeptierten Risiken. Wie gross ist zum Beispiel das zusätzliche Risiko, durch den Konsum einer gewissen Menge verarbeiteten Fleisches an Darmkrebs zu erkranken, im Vergleich zu dem durch den Konsum von einem Glas Wein. Zweitens sollte man immer absolute Risiken kommunizieren.

Warum?
Es bringt nichts, wenn man sagt, das Risiko, an Darmkrebs zu sterben, steigt um zehn Prozent, wenn ich täglich zwanzig Gramm verarbeitetes Fleisch esse. Ich muss wissen, wie viele Menschen in absoluten Zahlen an Darmkrebs erkranken. Nehmen wir ein hypothetisches Beispiel: Es macht einen grossen Unterschied, ob 10 oder 100 000 Menschen pro Jahr an einem bestimmten Risiko sterben, auch wenn das zusätzliche relative Risiko von 50 Prozent gleich ist. 50 Prozent mehr von 10 macht 15. Das würde mich nicht beschäftigen. Aber 50 Prozent mehr von 100 000 sind 150 000. Dieses Risiko wäre für mich relevant.

Vieles, was uns via Medien als Risiko verkauft wird, ist tatsächlich unbedenklich. Warum wird das von Behörden und von der Forschung nicht besser rübergebracht?
Forschende und Behörden scheuen sich davor, zu sagen, dass etwas unbedenklich ist. Man will sich nicht vorwerfen lassen, man habe die Bevölkerung in Sicherheit gewogen. Aber ich finde, sie sind zurückhaltender, als sie sein müssten. Im Fall des Trinkwassers könnte man mit gutem Gewissen sagen, dass es für den Konsum zurzeit noch unbedenklich ist.

Atlant Bieri ist freier Wissenschaftsjournalist in Pfäffikon (ZH).

Der Konsumentenversteher

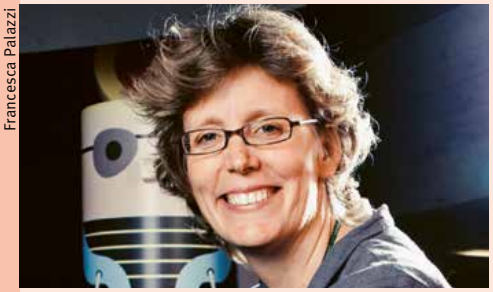
Michael Siegrist (54) ist Professor für Konsumentenverhalten an der ETH Zürich. Er hat die Gründe für die Ablehnung gentechnisch veränderter Pflanzen, die Faktoren des Ekels vor Nahrungsmitteln und die effektive Risikokommunikation untersucht. Wenn es darum geht, wie Stimmbürger und Konsumenten ticken, ist er die Anlaufstelle. Siegrist studierte Psychologie, Ökonomie und Massenkommunikation. Nach einem Abstecher in die Privatwirtschaft und einem Forschungsaufenthalt an der Western Washington University kehrte er zurück an die Universität Zürich und kam später zur ETH. *ff*

Der am Roten Meer weit verbreitete **Strahlenfeuerfisch** (*Pterois radiata*) zieht Tauchende in seine Gefilde. Das in seinen Stacheln enthaltene Gift kann Gewebe abtöten.

Keystone/Science Photo Library/Photostock-Israel

INTERVIEW

«Kommunikation ist keine Nebensache»



Francesca Palazzi

Seit 2018 verleiht der SNF zusammen mit Swissnex San Francisco einen Preis an ein Forschungsprojekt, das eine breite Öffentlichkeit erreichen kann: Optimus Agora. Nun hat der Europäische Forschungsrat (ERC) einen ähnlichen Preis lanciert. Emmanuelle Giacometti aus der Evaluationskommission freut sich.

Emmanuelle Giacometti, der ERC hat einen neuen Preis für öffentliches Engagement lanciert. Hat die Gemeinschaft der Forschenden nun also verstanden, wie wichtig diese Kommunikation ist?
Der Preis ist ein deutliches Zeichen dafür, dass sich etwas bewegt. Ja, ich glaube, die Wissenschaft hat inzwischen wirklich verstanden, dass sie erklären muss, was sie tut.

Der SNF vergibt seit vergangenem Jahr den Preis Optimus Agora, der Forschende auszeichnet, die ihre Arbeit einem Laienpublikum vermitteln. Wurde der ERC davon inspiriert?
Ich habe keine Ahnung, ob Optimus Agora als Vorbild gedient hat. Aber ich war sehr glücklich, als ich hörte, dass eine bedeutende europäische Institution das Gleiche tut wie wir. Das zeigt: Kommunikation ist keine Nebensache.

Der neue Preis des ERC hat drei Kategorien: Öffentlichkeitsarbeit, Presse- und Medienarbeit sowie Online und soziale Medien. Eine Idee auch für Optimus Agora?
Bei uns zählt im Wesentlichen die Öffentlichkeitsarbeit. Es geht selten um die Zusammenarbeit mit Journalisten oder einen Auftritt in den sozialen Medien.

Bringt Optimus Agora Gesellschaft und Wissenschaft erfolgreich zusammen?
Es ist noch zu früh, um das beurteilen zu können. Aber ich denke, dass es uns gelingt, die Forschenden zu motivieren, dass sie auch in der Kommunikation gute Arbeit leisten wollen. Ein Preis allein genügt natürlich nicht. Aber er ist Teil der aktuellen Bewegung hin zu einer für die Gesellschaft offeneren Wissenschaft.

Was sollten Forschende noch tun, um besser gehört zu werden?
Das ist eine schwierige Frage, denn Forschende stehen bereits sehr stark unter Druck. Sie müssen publizieren und exzellente Wissenschaft betreiben. Kommunikation ist eine ganz andere Arbeit. Die Forschenden sollten vor allem lernen, mit Kommunikationsleuten zusammenzuarbeiten. Denn sie brauchen Übersetzer, um von einer breiten Öffentlichkeit verstanden zu werden. Das muss man ihnen immer und immer wieder sagen.

Oft haben Forschende vor allem ihre Kollegen im Hinterkopf und wollen ihnen zeigen, dass sie alles richtig machen.
Genau! Aber das ist nicht das gleiche Zielpublikum. Man darf nicht die gleichen Wörter benutzen, um verstanden zu werden. Oft vergessen Forschende, mit wem sie reden, und dann wirkt ihre Arbeit uninteressant. Es muss gelingen, Forschung attraktiv zu kommunizieren.
Interview: Judith Hochstrasser

IN ZAHLEN

12 000

übersteigt mittlerweile die Zahl der unlauteren wissenschaftlichen Magazine (predatory journals) auf der schwarzen Liste der Firma Cabells. Vor weniger als einem Jahr waren es noch 10 000. Die Anzahl ist nun sogar dreimal so hoch wie bei der Eröffnung der Liste im Jahr 2017.

0

Frauen haben 2019 einen der Nobelpreise der Naturwissenschaften erhalten. Von mehr als 600 wissenschaftlichen Nobelpreisen, die bisher vergeben wurden, gingen nur 20 an Frauen. Der Grund dafür liegt nicht allein darin, dass früher die Zahl der Forscherinnen deutlich tiefer war. Liselotte Jauffred vom Niels-Bohr-Institut hat dies 2018 basierend auf historischen Daten modelliert und sagt: «Mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit besteht eine Voreingenommenheit gegenüber Frauen.»

ZITAT

«Ist es wirklich so schwierig, anstatt zu sagen, ‹das Multiversum existiert›, etwas zu sagen wie ‹das Multiversum ist philosophisch reizvoll, aber sehr spekulativ und umstritten, und es gibt keine Beweise dafür›?»

Der britische Autor Jim Baggott befürchtet in seinem Essay im Magazin Aeon, dass die theoretischen Physiker einen gefährlichen Präzedenzfall schaffen: Wissenschaft, die auf null empirischen Belegen basiert.

NEWS

Peer-Review für Preprints

BioRxiv, die Plattform für Preprints aus den Lebenswissenschaften, hat im Oktober 2019 ein Experiment gestartet: Ausgewählte Zeitschriften und unabhängige Peer-Review-Dienste können die publizierten Beiträge öffentlich bewerten, falls die Forschenden damit einverstanden sind. Ziel von «Transparent Review in Preprints» ist es, den Peer-Review-Prozess transparenter zu gestalten und den Autoren zu helfen, ihre Manuskripte zu verbessern, bevor sie diese bei wissenschaftlichen Fachzeitschriften einreichen.

Statistische Fallstricke

Wer einen wissenschaftlichen Beitrag mit statistischen Erhebungen verfasst oder einen solchen beurteilt, dem unterlaufen typischerweise zehn Fehler. Zwei Forschende der Neurowissenschaften haben sie in der Open-Access-Zeitschrift Elive zusammengestellt: Zum Beispiel fehlt eine angemessene Kontrollgruppe, es werden zu kleine Stichproben angeschaut, es werden Analyseparameter nachträglich angepasst (p-hacking), nicht signifikante Ergebnisse werden überinterpretiert und Korrelation und Kausalität nicht getrennt.

In Zusammenarbeit mit Sciencegeist

Bilder: Fred Merz | Lundi13

Quer in die Forschung

In der Akademie gibt es nicht viele Quereinsteiger. Und noch weniger Quereinsteigerinnen. Wer die Karriere spät beginnt, hat oft besondere Hindernisse zu überwinden. Fünf Frauen und Männer erzählen von ihrem Wechsel in die Wissenschaft.

VOM HANDFESTEN ZUM THEORETISCHEN

«Die Leute denken oft, dass ich Professor bin»

Robert Thew (52), zwei Kinder (21 und 28)
Früher: Automechaniker
Jetzt: Quantenphysiker an der Universität Genf

«Ich bin in einer australischen Arbeiterfamilie aufgewachsen. Mit 15 Jahren verliess ich die Schule und machte eine Lehre als Automechaniker. Ich spielte Australian Football in der ersten Juniorenliga und gründete mehrere Rockbands. Mit 24 führte ich zwar schon ein Team in einer Garage, aber es gab kaum Aufstiegsmöglichkeiten, und der Lohn war schlecht. Also machte ich die Erwachsenenmatura und studierte an der Universität Queensland. Meine Partnerin begann ebenfalls ein Studium. Wir hatten ein Kind, finanziell war es eng, aber glücklicherweise erhielten wir Stipendien.

Es war die richtige Entscheidung: Ich habe so meine Liebe zur Physik entdeckt, obwohl ich in der Schule in Mathematik nie besonders stark gewesen war. Ich traf renommierte australische Quantenphysiker, was mich auf den Geschmack brachte. Weil ich die europäische Kultur mag, klopfte ich an die Tür von Nicolas Gisin an der Universität Genf, der für seine Arbeiten in der Quantenkryptografie bekannt war. Ich war damals schon 33 Jahre alt, aber er stellte mich trotzdem als Doktorand ein. Er fand es überzeugend, dass ich jahrelang Australian Football gespielt hatte: Für ihn hiess das, dass ich ein engagierter Teamplayer bin, der Verantwortung übernehmen kann.

Wir verkauften also alles, und es ging mit dem Einwegbillett in die Schweiz. Wir kamen am Samstag an. Am Montag hatte unser zehnjähriger Sohn schon den ersten Schultag, ohne ein Wort Französisch zu sprechen. Nach meinem Doktorat konnte ich in Genf bleiben. Ich war froh, als 38-jähriger Postdoc nicht mit meiner ganzen Familie ins Ausland zu müssen.

Ich arbeite nun seit 20 Jahren in meinem Team, betreibe meine eigene Forschung zur Quantenverschränkung und koordiniere parallel dazu unsere Teilnahme am europäischen Programm Quantum Flagship. Das ist eine Arbeit, die viele Wissenschaftler scheuen. Aber ich mag sie. Die Leute denken oft, dass ich Professor bin. Es stört mich nicht, dass ich es nicht bin. Als Kind spielte ich gleichzeitig in drei Footballteams; mit den 11-, den 13- und den 15-Jährigen. In einem Team war ich der Grösste, im anderen der Kleinste. Daraus lernte ich zwei Dinge. Erstens: Ich kann mich anpassen. Zweitens: In einem Team kann jeder etwas beitragen – unabhängig von Alter und Begabungen.» *Daniel Saraga*

DIE ÄSTHETIK IN UNS

«Berufliche Träume soll man erfüllen»

Isabel Hotz (43), zwei Kinder (16 und 18)
Früher: Grafikdesignerin
Jetzt: Neurowissenschaftlerin an der Universität Zürich

«Geforscht habe ich schon als kleines Mädchen. Damals markierte ich Schnecken an ihren Schneckenhäusern mit verschiedenen Farben, um herauszufinden, wann und ob wir uns wieder über den Weg laufen würden. Das Experiment war nicht sonderlich erfolgreich, aber es hat meine Leidenschaft für Naturbeobachtungen geweckt. Auch wenn ich dann erst über Umwege zu meiner jetzigen Aufgabe als Neurowissenschaftlerin gekommen bin, hatte jede Station auf meinem Weg bereits irgendwie mit meiner Arbeit heute zu tun.

Den Einstieg in die Medizin fand ich mit meiner Ausbildung zur medizinischen Praxisassistentin nach der Schule, aber der Alltag in der Praxis mit wenig eigener Verantwortung hat mir nicht zugesagt. Also machte ich die Matur und schloss die Ausbildung zur Grafikerin ab. Acht Jahre arbeitete ich als selbstständige und angestellte Grafikdesignerin. Und die visuelle Komponente fliesst noch heute in meine Forschungen ein. In meinem Dissertationsprojekt hier am Institut für Neuropsychologie analysiere ich MRI-Aufnahmen von Gehirnen. Die Bilder stammen von älteren, gesunden Menschen. Sie zeigen unterschiedliche Belastungen von sogenannten White Matter Hyperintensities und Silent Lacunes. Beide gehören zur Klasse der zerebralen Mikroangiopathien und deuten auf Veränderungen der kleinen Gefässe im Gehirn hin. Mich interessiert unter anderem, mit welchen Strategien diese Menschen die Schwachstellen, die man auf den Bildern sieht, kompensieren.

Ich glaube fest daran, dass man versuchen sollte, sich berufliche Träume im Leben zu erfüllen. Dass ich in meiner wissenschaftlichen Karriere schon etwas älter bin, hat auch Vorteile, gerade als Frau. Als ich zu studieren begann, waren meine beiden Kinder schon 7 und 9 Jahre alt, und sie sind jetzt in einem Alter, wo es nichts ausmacht, wenn mein Arbeitstag lang ist. Ich liebe meine Arbeit. Ferne Länder gibt es heute keine mehr zu entdecken, aber mit dem Gehirn haben wir in uns noch einen unbekannten Kosmos, zu dem wir reisen können.» *Alexandra Bröhm*

KOMMUNIKATION VEREINFACHEN

«Ich war über vierzig, als ich die Seiten gewechselt habe»

Gabriela Antener (54), ein Kind (31)
Früher: Sonderpädagogin/Unternehmerin
Jetzt: Professorin an der Hochschule für Soziale Arbeit FHNW

«In meinem Forschungsbereich kommt mir meine frühere Berufserfahrung sehr zugute. Ich habe dadurch einen engen Bezug zur Praxis, was gerade hier an der Fachhochschule, wo es um die angewandte Forschung geht, sehr wertvoll ist. Ich habe ursprünglich Sonderpädagogik studiert, mich nach dem Studium damals für die Praxis entschieden. Zusammen mit Kolleginnen gründete ich ein Beratungs- und Weiterbildungsunternehmen für unterstützte Kommunikation. Das war damals ein neues Fachgebiet. Es geht um Menschen, die in ihrer Kommunikation beeinträchtigt sind, weil sie eine Krankheit oder eine Behinderung haben. Sie können sich mit den üblichen Mitteln nicht ausreichend

verständigen und brauchen Alternativen, wie zum Beispiel Gebärden, elektronische Sprachausgaben oder Buchstabentafeln.

Die Forschung hat mich aber immer schon fasziniert, und mit der Etablierung der Fachhochschulen bot sich mir eine einmalige Chance. Ich bin eine Quereinsteigerin, aber quer bedeutet bei mir vor allem spät, weil ich bereits über vierzig war, als ich die Seiten gewechselt habe. Mein früheres Praxisfeld prägt noch heute meine wissenschaftliche Tätigkeit. Mich interessiert vor allem, wie Menschen mit Beeinträchtigungen einfacher am Alltag teilnehmen können. In einem unserer Projekte erforschen wir beispielsweise, wie Behörden mit Menschen mit Behinderungen kommunizieren. Daraus wollen wir Empfehlungen erarbeiten, wie die Betroffenen sich besser einbringen können und sich Kommunikationsbarrieren abbauen lassen.

Ein Vorteil meines früheren Berufslebens ist auch, dass ich ein grosses Netzwerk habe mit Leuten, die in der Praxis tätig sind. So höre ich, was läuft und welche Fragen aktuell sind. Den Praxisbezug halte ich auch über Projekte in der Mongolei, wo ich seit einigen Jahren eine NGO unterstütze.»
Alexandra Bröhm

AUS DER BERGWELT INS REICH DER IDEEN

«Schon mit 13 habe ich die ersten 4000er bestiegen»

Augustin Fragnière (42), zwei Kinder (8 und 10)
Früher: Bergführer
Jetzt: Umweltphilosoph an der Universität Lausanne

«Ich habe schon einen Hang zum Intellektuellen; Wissenschaft, Literatur, Geschichte begeistern mich seit jeher. Aber als Jugendlicher hat mich der Bergvirus erwischt. Ich bin zwischen Lausanne, wo ich die Schulen absolvierte, und dem Wallis aufgewachsen. Dort nahm mein Vater, ein Bergführer, mich auf Touren mit. Die ersten 4000er habe ich mit 13 bestiegen. Als junger Mann habe ich gleichzeitig studiert und den Fachausweis als Bergführer gemacht. So wurde ich von Beruf zuerst Bergführer. Die wunderschönen Landschaften, vor allem aber die Begegnungen mit vielen unterschiedlichen Menschen, gefielen mir. Diese Erfahrungen waren sehr lehrreich: eine Gruppe führen, Verantwortung übernehmen, heikle Entscheidungen treffen, ruhig bleiben, vorausschauen.

Nach fünf Jahren hat es mich wieder ins Reich der Ideen gezogen. Ein Freund aus dem Gymnasium erzählte mir von seiner Forschung in Ozeanografie, was mich fasziniert hat. Also begann ich ein zweites Masterstudium in Umweltwissenschaften. Die Begegnung mit dem Philosophen Dominique Bourg hat mich geprägt. In meinem Doktorat befasste ich mich mit unserem Freiheitsbegriff und dessen Einfluss auf die Beziehung zur Natur. Danach zog ich mit meiner Familie für ein zweijähriges Postdoc nach Seattle. Seit der Rückkehr jongliere ich zwischen Forschung und Projektkoordination, zuerst für den Thinktank Foraus, heute für das neue interdisziplinäre Zentrum für Nachhaltigkeit in Lausanne. Doch meine Priorität bleibt es, eine Professur und Gelder für meine Forschung zu erhalten.

Wegen der Jahre als Bergführer hat sich meine akademische Karriere verzögert, ein zweites Postdoc im Ausland kam für meine Familie nicht in Frage. Aber ich habe dadurch eine ganzheitlichere Sicht auf die Wissenschaft, ihre Herausforderungen und Zielsetzungen. Für mich darf sie nicht isoliert sein, sondern muss eine aktive Rolle in der Gesellschaft spielen.» *Daniel Saraga*

MIT HAND UND KOPF FÜR DIE GENESUNG

«Ein solcher Beruf wird zum Lebensthema»

Christian Burr (46), zwei Kinder (13 und 17)
Früher: Pflegepraktiker
Jetzt: Pflegewissenschaftler am Zentrum für klinische Pflegewissenschaft in Bern

«Als Eliteamateur im Mountainbike war ich ein Späteinsteiger ohne Erfolg. In meinem aktuellen Beruf bin ich ein erfolgreicher Quereinsteiger. Den Master habe ich mit 41 an der Fachhochschule in Bern als Bester abgeschlossen. Ich hatte damals schon jahrelange Erfahrung als Pflegepraktiker. Im Gegensatz zu den meisten meiner Mitstudierenden war ich Familienvater: Meine Tochter war acht, mein Sohn war zwölf Jahre alt. Danach kam der Wunsch zu doktorieren. In der Schweiz ist das kaum möglich. Anders in Deutschland: Die Universität Vallendar bei Koblenz hat eine pflegewissenschaftliche Fakultät. Trotz Fachhochschul-Master und meinem Alter wurde ich dort im Doktorandenprogramm aufgenommen.

Ursprünglich wollte ich Physiotherapeut werden, doch hat es mit der Aufnahme nicht geklappt. Also landete ich in der Pflege. Mein Schlüsselerlebnis während der Ausbildung hatte ich im Praktikum in der Psychiatrie. Ich dachte mir: Wow, das ist es! Mit Menschen von Angesicht zu Angesicht zu arbeiten! Nach meiner Ausbildung wurde ich im Zivildienst im Heroinabgabeprojekt eingesetzt. Das Ziel dort war es, Menschen zunächst ein stabiles Leben mit Qualität zu ermöglichen und erst danach ihre Sucht anzugehen. Zum Thema Recovery und psychische Gesundheit (Recovery steht für ein Konzept, welches das Genesungspotenzial der Betroffenen von psychischen Erkrankungen hervorhebt und unterstützt, Anm. d. Red.) habe ich seither bei mehreren Publikationen mitgewirkt.

Im Rahmen meines Doktorates, für das ich an der Universitätsklinik forsche, aber von der Universität Vallendar betreut werde, plane ich eine Pilotstudie zum Thema Stimmenhören. Es geht dabei um den alltäglichen Umgang mit Stimmenhören: Betroffene berichten über ihre Erfahrungen und ihre Suche nach Lebensqualität. Zu meiner persönlichen Lebensqualität? Bei einem solchen Engagement wird der Beruf schnell zum Lebensthema. Umso wichtiger ist die Lebensqualität in der Familie.» *Franca Siegfried*

Kunstzeitschrift entzweit sich wegen Open Access

Die Herausgeber der «Zeitschrift für Kunstgeschichte» legen per Ende 2019 ihre Tätigkeit nieder und machen nach einem Namensstreit mit dem Verlag mit einem neuen Journal weiter.
Von Michael Baumann

Der Trend zur Digitalisierung und die generellen Probleme der Printmedien machen auch vor wissenschaftlichen Fachpublikationen nicht halt. Schon seit einigen Jahren kämpft die Redaktion der 1932 in Berlin gegründeten und viermal pro Jahr erscheinenden «Zeitschrift für Kunstgeschichte» (ZfK) mit Finanzierungsproblemen. Diese Entwicklung hatten die vier Herausgeberinnen und Herausgeber dem Deutschen Kunstverlag, der die Zeitschrift druckt, schon vor einiger Zeit kommuniziert.

Konkret läuft die finanzielle Unterstützung der Rudolf-August-Oetker-Stiftung und der Universität Bielefeld per Ende 2019 aus. Die Herausgeber, die seit 2015 mit einem überarbeiteten Konzept verantwortlich zeichnen, machten sich deshalb auf die Suche nach neuen Partnerschaften und fanden dabei die Universität Bern, die sich bereit zeigte, die Zeitschrift ab 2020 zu unterstützen. Einzige Bedingung: Die Publikation hat als Periodikum ausschliesslich Open Access zu erscheinen, also so, dass alle Artikel ab Veröffentlichung uneingeschränkt und kostenlos online verfügbar sind (goldener Weg).

Der Streit um die Zukunft der renommierten «Zeitschrift für Kunstgeschichte» fördert Vielfalt: Eine neue Zeitschrift wird lanciert und die alte wird weiter herausgegeben. Bild: Valérie Chételat

Rechtsstreit um Namen

Damit begannen die Probleme. Denn der deutsche Verlag wollte die Beiträge zunächst in Repositorien (grüner Weg), aber nur nach einer Sperrfrist zugänglich machen lassen. Der goldene Weg sollte erst ab 2021 einführt werden – und auch das nur unter Bedingungen, wie Beate Fricke sagt, eine der Herausgeberinnen und Professorin für ältere Kunstgeschichte an der Universität Bern. Bald wurde klar, dass ein gemeinsamer Weg nicht mehr möglich ist, worauf ein Streit um das Recht am Namen des traditionellen Titels entbrannte.

Die Herausgeber stellten sich dabei auf den Standpunkt, dass das Recht bei ihnen liege und sie mit dem Namen «Zeitschrift für Kunstgeschichte» in Zusammenarbeit mit dem Internetportal arthistoricum.net weitermachen können. Der Deutsche Kunstverlag sah das anders. Da in Deutschland der Titelschutz deutlich ausgeprägter ist als in der Schweiz, hätte wohl ein langwieriges und teures Rechtsverfahren gedroht, wie Daniel Hürlimann sagt, Assistenzprofessor für Wirtschaftsrecht mit Schwerpunkt Informationsrecht an der Universität St. Gallen.

Für einen Rechtsstreit fehlten den Herausgebern das Geld und die Nerven. Deshalb sah sich das Team gezwungen, seine Tätigkeit per Ende 2019 niederzulegen. «Das ist uns sehr schwergefallen, da wir befürchten müssen, dass eine für das Fach Kunstgeschichte wichtige Zeitschrift einer ungewissen Zukunft entgegensieht», sagt Beate Fricke. Der Dissens mit dem Verlag über die Zukunftsfrage sei aber unüberbrückbar gewesen. Als Alternative hat das auf sechs Personen aufgestockte Herausgeberteam nun entschieden, eine neue Zeitschrift namens «21: Inquiries into Art, History, and the Visual» zu gründen und diese ab 2020 über den weitherum geforderten goldenen Weg zu verbreiten.

Neue Herausgeber gesucht

Nebst Beiträgen zur Kunstgeschichte im klassischen Sinn soll sich die neue Zeitschrift auch mit Beiträgen zu Bildern, visuellen Phänomenen und Praktiken befassen. Die Herausgeber denken an Auseinandersetzungen mit Film, Fotografie, Werbung und sozialen Medien. Dabei wollen sie sich nicht auf den angloamerikanisch-europäischen Raum beschränken, sondern weltweit Themen aufgreifen. Alle Beiträge unterliegen dabei dem doppelt verblindeten Peer Review. Laut Fricke wird der Pflege der Vielsprachigkeit in der Kunstgeschichte besondere Beachtung geschenkt, weshalb Beiträge in Englisch, Deutsch, Französisch und Italienisch erscheinen werden.

Der Deutsche Kunstverlag bedauert auf Anfrage, dass die bisherigen Herausgeber sich entschlossen haben, ihre Tätigkeit niederzulegen. Die «Zeitschrift für Kunstgeschichte» soll aber ab 2020 mit einem neuen, noch unbekannten Herausgebergremium weitergeführt werden und gedruckt sowie digital erscheinen. Auch eine Open-Access-Lösung sei ergänzend denkbar. «Der Deutsche Kunstverlag ist sich der Verantwortung für die ‹Zeitschrift für Kunstgeschichte› als eines der wichtigsten Organe der deutschen Kunstgeschichte bewusst», sagt Eric Merkel-Sobotta, Leiter der Kommunikation bei der De-Gruyter-Gruppe, zu der der Verlag gehört. Die Aufstellung des neuen Herausgebergremiums erfolge deswegen in enger Abstimmung mit der kunsthistorischen Fachcommunity. Für diese könnte der Streit zwischen den alten Herausgebern und dem Verlag immerhin ein grösseres Angebot zur Folge haben.

Michael Baumann ist freier Journalist in Zürich.

«Es braucht unbequeme Forschende»

Der langjährige Zürcher Ständerat Ruedi Noser glaubt, dass der Klimaerwärmung mit Innovation getrotzt werden kann. Er fordert mehr Konkurrenz für die hiesigen Hochschulen und Forschende, die ihre Meinung sagen.
Interview von Judith Hochstrasser

Ruedi Noser, wann haben Sie das letzte Mal das Telefon in die Hand genommen und einen Wissenschaftler angerufen?
Während der Debatten rund um das CO_2-Gesetz habe ich am Laufmeter mit Wissenschaftlern gesprochen. Ich kann gar nicht alle aufzählen. Man kann zwar anderer Meinung sein als ein Wissenschaftler, aber man muss zumindest die Fakten kennen, wenn man politisiert.

Es gehört für Sie also zum Alltagsgeschäft, sich mit Forschenden auszutauschen?
Ja. Im Live Science Zurich Learning Center bin ich mit Wissenschaftlern zusammengesessen, um zu verstehen, was in der Medizin in den nächsten 20 Jahren wichtig werden könnte. Es gibt so viel Populärwissenschaft, die Gott und die Welt verspricht – im Silicon Valley etwa die Unsterblichkeit. Das wollte ich besser einordnen können.

Hat das funktioniert?
Ja, ich denke schon. Wir haben zum Beispiel über die Fortschritte in der Gentechnik geredet. In Zukunft werden Mutationen mit der Genschere so gemacht, dass sie nicht mehr von konventionellen Züchtungen zu unterscheiden sind. Und die Technologie wird so günstig, dass jedes gymnasiale Labor sich diese leisten kann. Das aktuelle Gentechnikgesetz ist unter diesen Umständen nicht mehr durchsetzbar.

Viele Menschen haben Angst vor solchen Entwicklungen. Sie auch?
Angst ist ein schlechter Ratgeber. Es gibt zwei Grundsätze, die man als Politiker erfüllen muss: Erstens muss man die Menschen gernhaben. Zweitens muss man ein Optimist sein. Sonst wird man sehr konservativ. Ich bin überzeugt, dass wir die aktuellen Probleme lösen werden.

Das sagen Sie auch zur vom Pariser Übereinkommen geforderten CO_2-Reduktion: mehr Forschung, und es kommt gut, ohne dass wir sonst noch etwas tun müssen.
Das ist ein bisschen zu einfach zusammengefasst. In der Schweiz kann man Verzicht predigen: Ich habe noch ein paar Hemden mehr im Schrank und kann die nächsten zwei Jahre auskommen, ohne ein neues zu kaufen. Aber das gilt höchstens für eine halbe Milliarde Menschen. Dass alle acht bis neun Milliarden Menschen in Würde und Anstand leben können, kriegt man nur mit Innovation hin.

Sie halten es für realistisch, dass Innovation uns dahin bringt?
Wir haben gar keine Wahl. Wenn wir wollen, dass alle Erdenbewohner gemäss den Menschenrechten leben können, dann haben wir ohne technische Innovationen keine Chance. Es gibt aktuell ein paradoxes Dreieck: Wir wollen eine Multikulti-Gesellschaft sein, wir wollen die Probleme global lösen, aber gleichzeitig sollen wir uns nicht mehr gegenseitig besuchen dürfen. Das geht einfach nicht auf. Ich finde es gut, dass wir weltoffen sind, weltverbunden. Das ist die Basis, um Probleme miteinander lösen zu können.

> «Die Schweiz müsste führend darin sein, energietechnische Probleme zu lösen.»

Ein Beispiel für eine innovative technische Lösung, die Sie beeindruckt?
Climeworks, ein Start-up, das CO_2 aus der Luft holt und für Kunden nutzbar macht. Aber es gibt an der ETH und den Universitäten noch viele weitere spannende Forschungsprojekte. Mich stört allerdings, dass die erste Anlage von Climeworks, die dieses CO_2 zu Kerosin umwandelt, nicht in der Schweiz steht, wo die Idee entwickelt wurde. Die Schweiz müsste eigentlich führend darin sein, energietechnische Probleme zu lösen.

Läuft das Zusammenspiel von Politik und Forschung nach den richtigen Regeln?
Es braucht von der Politik ein klares Bekenntnis zur Grundlagenforschung und zur Übertragung der Grundlagenforschung in die Anwendung. Aber die Politik darf nicht darüber entscheiden, was gute und was schlechte Forschung ist. Ausserdem braucht es unbequeme Forschende.

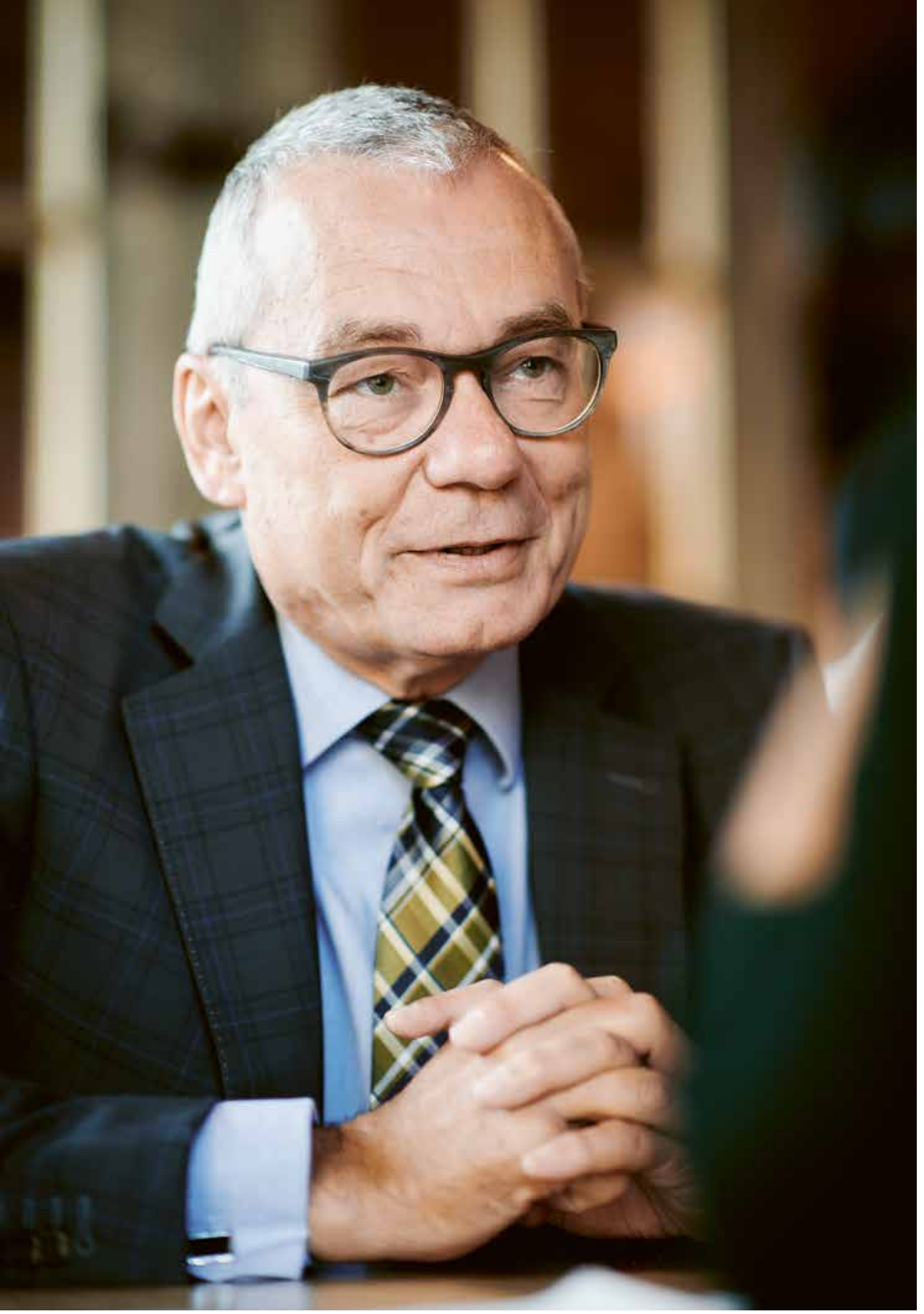
Wie meinen Sie das?
Die Öffentlichkeit und die Politik hören gewisse Dinge gerne. Ich habe den Eindruck, dass Forschende vor allem diese Dinge unterstützen, statt zu sagen, was Sache ist. Es braucht Forschende, die aus unabhängigen Positionen ihre Meinung sagen. Und es braucht ein System, das diese Unabhängigkeit unterstützt. Alle Personen, die in der Forschungsförderung tätig sind, sollten sich immer wieder hinterfragen, ob sie diesen Grundsätzen folgen und auch das Unbequeme zulassen.

Welche Rolle spielen denn wissenschaftliche Fakten in den Parlamentsdebatten?
Wissenschaftliche Fakten spielen eine sehr wichtige Rolle. Allerdings stehen wir vor dem Problem, dass die Daten und Fakten, auf die wir uns stützen, immer auch politisch sind. Das Bundesamt für Statistik ist beispielsweise nicht unabhängig von der Verwaltung, und so sind auch die Zahlen, die wir erhalten, politisch eingefärbt. Der Interpretationsspielraum wird dadurch beschränkt. Ich bin der Meinung, objektive statistische Daten sollten die Grundlage liefern, um zu den besten Lösungen zu gelangen. In den parlamentarischen Diskussionen beruht alles auf den politisch denkbaren Modellen. Es wird zu wenig quergedacht, zu wenig kreativ, zu wenig in Frage gestellt.

Sind Sie selbst denn stets offen für Veränderungen?
Ja, für mich heisst Veränderungsbereitschaft, dass man jung bleibt. Man kann mit 20 schon alt und mit 80 noch jung sein.

Woran aber halten Sie fest? Was sind Ihre Leitlinien?
Man kann sich in der Politik an gewisse Grundsätze halten. Meiner ist: Es gibt nicht die eine Lösung. Aber es gibt verschiedene Lösungen, wobei jede Lösung wieder neue Probleme mit sich bringt. Damit sind alle Ideologien schon mal auf dem Abstellgleis. Sie dienen nur dazu, dass man selbst weniger denken muss.

Die Freiheit des Einzelnen als oberstes Prinzip ist keine Ideologie?



Wer die Welt in Gut und Böse aufteile, vergifte das Klima, ist der langjährige Zürcher Ständerat Ruedi Noser überzeugt.
Bild: Manu Friederich

Welche Erfindung würden Sie sich von der Forschung wünschen?
Meine Antwort wird Sie nicht erfreuen. Ich habe mir auch schon überlegt, was ich heute aufbauen würde, wenn ich noch einmal 20 Jahre alt wäre. Ich würde vermutlich ein Ausbildungsinstitut gründen. Ich glaube, unsere Hochschulen sind zwar auf hohem Niveau, aber nicht so dynamisch, wie sie sein könnten. Ich wünschte mir, dass Harvard oder Berkeley in die Schweiz kämen und hier ein bisschen Konkurrenz schaffen. Das wäre dringend nötig. Das System bei uns ist sehr träge. Die Idee, dass die Fachhochschulen, die Universitäten und die ETH alle forschende Schulen sein müssen, ist zudem absurd.

Ist es ein Fehler, dass die Fachhochschulen vermehrt auf Forschung setzen?
Das Wort angewandte Forschung finde ich eine Zumutung. Es gibt Forschung. Und es gibt Entwicklung. Sobald die Forschung ein Ziel im Auge hat, ist es eine Entwicklung.

Zum Schluss noch etwas ganz anderes: Wenn Sie mit einem verstorbenen Wissenschaftler zu Abend essen könnten, welchen würden Sie wählen?
(Lacht.) Es wäre sicher spannend, Albert Einstein zu begegnen. Aber eigentlich bin ich der Ansicht, dass stilisierte Vorbilder aus der Vergangenheit eines der grossen Probleme der Menschen sind. Es gibt zahlreiche interessante Persönlichkeiten aus der Gegenwart, mit denen ich gerne zu Abend essen würde.

Judith Hochstrasser ist Redaktorin bei Horizonte.

Sie ist ein Menschenrecht. Menschenrechte sind dazu da, um die Menschen vor dem Staat zu schützen. Ich verteidige sie zu 100 Prozent. Das menschliche Handeln ist kreativ. Wer dies staatlich brechen will, wird daran scheitern. Nehmen wir das Beispiel Klima: Man kann es nur gemeinsam retten, nicht durch Ausgrenzung und Verurteilung. Wenn man die Welt in Gut und Böse aufteilt, vergiftet man das Klima. Wir müssen den Weg miteinander gehen. Deswegen ist die Demokratie das beste System, um Probleme zu lösen.

Aber beim Klima wird vor allem diskutiert.
Analysieren wir die Aufgabe, das CO_2 zu reduzieren, einmal kühl. Die Schweiz hatte das Ziel, den CO_2-Ausstoss bis 2020 um 20 Prozent zu senken. Sie wird das knapp erreichen, während es alle umliegenden Länder klar verfehlen werden. Wir werden auch die 50 Prozent Reduktion bis 2030 schaffen. Wir sollten uns an einen machbaren Plan halten und andere Länder unterstützen, ihre Ziele ebenfalls zu erreichen.

Wie kann das gelingen?
Mit den beschlossenen Massnahmen zur CO_2-Reduktion strebt der Ständerat den weltweit grössten Klimafonds pro Kopf an. Damit können wir auch andere Länder unterstützen. Da wird ein neuer Nationalfonds für Nachhaltigkeitsforschung geschaffen. Das hat die Wissenschaft noch gar nicht realisiert. Wir können nur einen Beitrag leisten, indem wir in diesen Forschungsbereich investieren, nicht indem wir zurückgehen ins 18. Jahrhundert.

Vom Land in die Stadt

Ruedi Noser (58) vertritt den Kanton Zürich seit 2015 im Ständerat. Davor war er zwölf Jahre lang Nationalrat für die FDP. Der diplomierte Elektroingenieur war von 2017 bis 2019 Präsident der ständerätlichen Kommission für Wissenschaft, Bildung und Kultur. Ausserdem ist er Stiftungsratspräsident von «Switzerland Innovation», die sich für die Vernetzung von Hochschulen und Unternehmen und den Austausch zwischen Forschenden und Industrie einsetzt. Ruedi Noser ist im Glarnerland aufgewachsen. Zusammen mit seinem Bruder gründete er das IT-Unternehmen Noser-Gruppe mit heute rund 500 Mitarbeitenden. Er hat fünf Kinder und lebt mit seiner Partnerin in Zürich.

Pionierin für das Soziale im Netz

Eszter Hargittai erforscht, wie das Internet das Leben beeinflusst und wie sich dadurch soziale Ungleichheiten verändern. Die Professorin an der Universität Zürich hinterfragt aber auch Hierarchien an Schweizer Hochschulen.

Von Franca Siegfried

Sie sagt laut und deutlich: «Grüezi!» Und beginnt herzhaft zu lachen. Dieses Wörtchen begleite sie seit drei Jahren in ihrem Alltag in Zürich. Eszter Hargittai, die amerikanische Soziologin mit ungarischen Wurzeln, erforscht aber nicht etwa Mundart, sondern wie Menschen mit der Digitalisierung umgehen, was das Internet mit ihnen macht und ob es gesellschaftliche Ungleichheiten egalisiert. Sie konzentriert sich auf die Frage, wie Menschen mit unterschiedlichem sozialem Hintergrund von der Digitalisierung profitieren. Warum zum Beispiel Frauen und Männer über 60 das Internet nicht schlechter nutzen als jüngere. Aktuell arbeitet sie an einem internationalen Projekt mit Daten aus der Schweiz, Deutschland, Bosnien, Serbien, Ungarn und den USA, das sich um das Verstehen von Algorithmen dreht.

Online gegen Heimweh

Als Hargittai 2016 die Stelle als Professorin am Institut für Publizistikwissenschaft und Medienforschung an der Universität Zürich antrat, sprach sie schon Deutsch. Sie hatte die Sprache als Schülerin in Ungarn gelernt. Ihre Eltern hatten damals beide eine Professur in Chemie in Budapest inne und durften trotz Leben am Eisernen Vorhang als Gastdozierende mehrmals in die USA ausreisen. Als dann im Jahr 1989 die allgemeine Reisefreiheit der Ungarn gelockert wurde, wollte Hargittai in den USA studieren. «Es war damals aber schwierig, zu evaluieren, welche Universität zu mir passte», erzählt die Professorin. «Zudem war es eine Frage des Geldes.»

Sie wählte schliesslich das Smith College in Northampton, Massachusetts, das grösste Frauencollege der USA und eines der angesehensten der Welt. Dort gab es nur leider keine Vorlesung in Kommunikation, in jenem Fach also, das sie interessierte. Auch Statistik zog sie besonders an, da sie die Möglichkeiten bietet, systematisch Informationen zu erfassen und Erfahrungen mit Theorien zu verknüpfen. «Also belegte ich den ersten Kurs in soziologischer Statistik. Wenn Sie so wollen, habe ich mich zufällig über Statistik für das Studium der Soziologie entschieden.»

Mit 18 Jahren lebte Hargittai 6800 Kilometer von der Familie entfernt. «Die Reise nach Ungarn war zu teuer, um die Familie spontan besuchen zu können», erzählt Hargittai. «Nur im ersten Sommer fuhr ich nach Hause und arbeitete drei Monate als Reporterin bei einer der grössten Tageszeitungen in Budapest. Dank dieser Erfahrung wusste ich, dass ich nicht für das Schnelle geboren bin. Ich brauche Zeit, Dinge zu hinterfragen, zu erforschen und nach Lösungen zu suchen.» Damit war ihre akademische Laufbahn besiegelt. Und für das Heimweh gab es nun ein Heilmittel: «Meine Mutter schrieb bereits im Jahr 1992 E-Mails. Das war unsere Chance!», erinnert sich Hargittai. «Ich habe meine erste Webseite 1995 eingerichtet und drei Jahre später die Domain eszter.com gekauft.» Schon 2002 begann sie zu bloggen, zwei Jahre später eröffnete sie ihr Facebook-Konto und schrieb Kurznachrichten, sobald Twitter ans Netz ging. Die Soziologin begann sich schon früh für soziale Aspekte der Kommunikations- und Informationstechnologien zu interessieren.

> «Meine Mutter schrieb bereits im Jahr 1992 E-Mails. Das war unsere Chance!»

Aus dem Wissenshunger der ungarischen Studentin in den USA wurde ein beeindruckendes akademisches Curriculum Vitae. Ein Zwischenjahr verbrachte sie an der Universität Genf und lernte den «Röstigraben» kennen. Im Jahr 2015 suchte die Universität Zürich eine Nachfolge für Medienwissenschaftler Heinz Bonfadelli. «Ich wollte nach 25 Jahren in den USA näher zu meiner Familie ziehen, und die Schweiz interessierte mich, da ich ja schon in Genf gelebt hatte», erzählt Hargittai. Sie träumte ausserdem vom Wandern. Heute wohnt sie zwar nicht in den Bergen, aber immerhin in einem Zürcher Quartier nahe am See und mit einem grossem Park zum Spazieren. Die Mittvierzigerin benutzt auf dem Weg zum Institut Zug und Tram und manchmal auch das Schiff. Zuverlässigkeit schätzt sie nicht nur beim öffentlichen Verkehr, sondern auch im Umgang mit Menschen.

Das Institut für Kommunikationswissenschaft und Medienforschung IKMZ ist in einem Bürogebäude nah am Bahnhof Oerlikon untergebracht. Hargittai hat sich im Büro ihre persönliche Welt geschaffen: eine türkisfarbene Récamière am Fenster, Nippes zwischen Büchern. Zudem bevölkern Reptilien den Raum – modelliert, gestrickt, gezeichnet oder kunstvoll gefaltet. «Schildkröten begleiten mich seit meiner Kindheit», erklärt Hargittai. Es sind Aufmerksamkeiten von Freundschaften aus aller Welt, die auch dank den sozialen Medien eng bleiben. «Obwohl ich diese Medien sehr geniesse, lasse ich nicht zu, dass sie mein Leben bestimmen», sagt die Professorin. «Ich habe keine Benachrichtigungen für E-Mail oder Social Media eingerichtet.»

Auf dem Fensterbrett lehnen Aquarelle und Acrylbilder – manche abstrakt. Ein Klee vielleicht? Nicht doch. Hargittai greift selber zum Pinsel. Malen entspanne, mache den Kopf frei für neue Herausforderungen. Am Institut leitet Hargittai ein Team von sechs Frauen und einem Mann. Warum nur ein Mann? Das habe mit der Disziplin zu tun, Kommunikation sei weiblich geprägt. Wie die Situation der Frauen in weiten Teilen der akademischen Welt sonst aussieht, kann sie nicht akzeptieren. Und an Schweizer Hochschulen würden noch starre Hierarchien herrschen. «Warum muss man junge, motivierte und kluge Köpfe zuerst zum Punktesammeln in Vorlesungen schicken, anstatt ihnen schon früh Einblicke in den Forschungsalltag zu geben?» Für die Mediensoziologin sind hier noch viele Fragen offen.

Übrigens: Jeweils Ende Oktober wird es schaurig-schön in Hargittais Büro. Dann sagt die Professorin nicht mehr «Grüezi», sondern gut amerikanisch «Trick or Treat» – Halloween in Oerlikon.

Franca Siegfried ist wissenschaftliche Beraterin der Akademien der Wissenschaften Schweiz.

Einmal USA und retour

Eszter Hargittai wurde 1973 in Ungarn geboren und lebte 25 Jahre in den USA. Sie hat an der Universität Princeton promoviert und bekam je ein Forschungsstipendium an den Universitäten Harvard und Stanford. Sie wurde 2003 Professorin an der Northwestern University in Evanston bei Chicago. Die Mediensoziologin ist die Nachfolgerin von Heinz Bonfadelli am Institut für Kommunikationswissenschaft und Medienforschung IKMZ der Universität Zürich. Seit 2018 ist sie Mitglied des Forschungsrates des Schweizerischen Nationalfonds.

Manu Friederich

Führen Vorurteile immer zu Diskriminierungen?

Alle sind unbewusst voreingenommen gegenüber Geschlechtern oder gewissen Ethnien. Doch wir verhalten uns deshalb nicht automatisch sexistisch und rassistisch, wie Studien zeigen.
Von Geneviève Ruiz

Philadelphia, April 2018. Zwei Personen warten in einem Starbucks auf einen Bekannten. Der Betreiber des Cafés ruft die Polizei mit der Begründung, dass bei ihm zwingend etwas konsumiert werden müsse. Ein viral gegangenes Video zeigt, wie die Polizei die Unschuldigen in Handschellen abführt – beide Afroamerikaner. Der Vorfall löst eine Demonstration aus. Ergebnis: Der Direktor der Kette entschuldigt sich und kündigt an, dass seine 8000 Mitarbeitenden eine Schulung zu impliziten Vorurteilen besuchen werden.

Implizite Vorurteile existieren. Unser Gehirn assoziiert automatisch gewisse Eigenschaften mit gewissen Gruppen von Menschen. Mit Tests ist dies messbar. Am bekanntesten ist der implizite Assoziationstest, der 1998 von einer Psychologin der Harvard University entwickelt wurde. Er misst die Reaktionszeit, in der eine Person gewisse Assoziationen macht, in Millisekunden. Eine Mehrheit der Testpersonen braucht länger, um «gut» mit «schwarz» zu assoziieren als mit «weiss»; oder «Wissenschaft» mit «Frau» als mit «Mann». Dies soll ein Vorurteil aufzeigen – bewusst oder unbewusst. Der Test ist besonders durch Studien zu Diskriminierungen aufgrund von Ethnie, Geschlecht oder Alter bekannt geworden.

In den letzten zwei Jahrzehnten hat sich dieser Test trotz einer gewissen Kritik als aussagekräftiges wissenschaftliches Werkzeug etabliert. Zahlreiche Forschungsarbeiten wiesen nach, dass kognitive Verzerrungen (Bias) existieren. Eine wesentliche Frage bleibt: Hat das Vorhandensein eines impliziten Bias bei einer Person wirklich Auswirkungen auf ihr Verhalten?

Bewusst wirkt mehr als unbewusst

Zwei aktuelle Studien zeigen interessante Zusammenhänge zwischen impliziten Bias und realem Verhalten. Die erste wurde im Sommer 2019 publiziert. Getestet wurde ein Gremium von 40 Expertinnen und Experten während ihrer Evaluation der Bewerbungen auf leitende Posten in der Forschung im französischen Centre national de la recherche scientifique (CNRS). Analysiert wurde, ob die Evaluation weibliche Bewerbungen diskriminiert. «Unser Ansatz ist ganz neu», erklärt Isabelle Régner, Professorin am Labor für Kognitionspsychologie der Universität Aix-Marseille. «Wir haben damit reale Evaluationsgremien in allen wissenschaftlichen Disziplinen unter die Lupe genommen, von Mathematik bis Soziologie.»

Für die Studie absolvierten die Mitglieder des Evaluationsgremiums einen impliziten Assoziationstest. Dieser ergab: Über 70 Prozent der Mitglieder haben ein Bias, indem sie Wissenschaft mit Männern assoziieren. Die Expertinnen und Experten füllten ausserdem einen Fragebogen aus, in dem sie gefragt wurden, worin ihres Erachtens der Grund liege, dass Frauen weniger häufig in Führungspositionen berufen werden. Sind es innere Faktoren wie

> «Die Managerinnen haben rassistische Vorurteile, dies verringert die Produktivität ihrer Mitarbeiterinnen, was sie wiederum in ihrer Meinung bestärkt.»
>
> Dylan Glover

Die erste Kampfpilotin der Schweizer Luftwaffe Fanny Chollet posiert im Februar 2019 vor einer F/A-18.
Bild: Keystone/Laurent Gilliéron

Kompetenzen oder Motivation oder externe Hürden wie Vorurteile bei der Bewerbung und andere Barrieren bei der Beförderung. Dieser zweite Test prüfte somit das explizite Bias.

Die Studie wurde in zwei Phasen durchgeführt. Im ersten Jahr informierte die Generaldirektion das Evaluationsgremium über die laufende Forschungsarbeit. Die Mitglieder trafen ziemlich ausgeglichene Entscheidungen – ohne Zusammenhang mit ihrem unbewussten oder bewussten Vorurteil. Im zweiten Jahr wurde das Evaluationsgremium nicht über die Fortsetzung der Studie informiert. Es zeigte sich, dass die Mitglieder, die zu ihrem unbewussten auch ein bewusstes Vorurteil hatten, weniger Frauen ernannten als die Mitglieder, die nur ein unbewusstes, aber kein bewusstes Vorurteil hatten. «Ein implizites Bias allein vermag somit die Diskriminierung nicht zu erklären», fasst die Autorin die Studie zusammen. «Erst in Kombination mit einem expliziten Bias gab es einen Einfluss auf die Entscheidungen der Gremien.» Die Studie zeigt auch, dass es einen Effekt hat, wenn die Leute wissen, dass sie beobachtet werden.

Eine Studie des Institut européen d'administration des affaires bei Paris zeigte 2017 subtile Effekte von unbewussten rassistischen Vorurteilen bei Managerinnen einer Supermarktkette gegenüber ihren Mitarbeiterinnen (tatsächlich wenig Männer). Analysiert wurde die Situation von Kassierinnen mit Temporärverträgen. Das Human-Resources-System weist die Mitarbeiterinnen jeden Tag zufällig einer Managerin zu. Ein impliziter Assoziationstest ergab ein rassistisches Bias bei 80 Prozent der Managerinnen.

Die Studie untersuchte den Einfluss der Herkunft der Mitarbeiterinnen: Kassierinnen aus Minderheiten (Nordafrika oder Subsahara) waren häufiger abwesend und begingen mehr Fehler, wenn sie unter einer Managerin arbeiteten, die Vorurteile hatte, als unter einer anderen. «Interessant ist der Grund für den Leistungsrückgang», betont der Studienleiter und Ökonom Dylan Glover. «Während unserer Befragung erwähnte keine Mitarbeiterin, dass diese Managerinnen sich unangenehm oder offen rassistisch verhielten. Im Gegenteil, sie bemerkten von deren Seite weniger Interaktionen und erhielten sogar weniger undankbare Aufgaben wie Reinigungsarbeiten zugewiesen.»

Offenbar führte die durch das Vorurteil ausgelöste verminderte Interaktion dazu, dass die Leistung schlechter ausfiel. «Unsere Studie weist darauf hin, dass implizite Bias nicht unbedingt die Wirkung auf das Verhalten haben, die wir vielleicht erwarten würden», fährt Glover fort. «Es handelt sich eher um eine selbsterfüllende Prophezeiung: Die Managerinnen haben Vorurteile gegenüber Minderheiten, was die Produktivität der Mitarbeiterinnen vermindert, was die Managerinnen wiederum in ihrer Meinung bestärkt.»

Schulungen nützen vielleicht nicht

Sollten Supermärkte also Schulungen durchführen, damit die Verantwortlichen an ihren unbewussten Vorurteilen arbeiten? Nein, sagt der Ökonom Glover. Es seien weitere Studien notwendig, um den Nutzen solcher Massnahmen zu belegen.

Die Untersuchung beim Evaluationsgremium des CNRS kam zum Schluss, dass vor allem auf das Vorhandensein unbewusster Vorurteile, diskriminierender Verhaltensweisen gegenüber Frauen und externer Hürden aufmerksam gemacht werden müsste. «Doch das Thema muss noch mit weiteren Studien vertieft werden, bevor systematische Strategien erarbeitet werden. Daran sind wir derzeit», sagt die Psychologin Isabelle Régner.

Insgesamt zeichnet die Forschung derzeit ein uneinheitliches Bild. Zu diesem Schluss kommt eine Metaanalyse über 492 Studien zur Änderung solcher Vorurteile. «Die Fachliteratur kann bisher weder die Wirksamkeit noch die Unwirksamkeit von Schulungen zur Änderung impliziter Bias belegen», erklärt der Autor, Patrick Forscher, Postdoktorand an der Universität Grenoble Alpes. Sie zeigt auch nicht, ob die bewirkten Änderungen tatsächlich eine Wirkung auf konkrete diskriminierende Verhaltensweisen haben. «Mit dem heutigen Kenntnisstand wissen wir das nicht.» Dies dürfte die vielen Unternehmen und Einrichtungen, die Schulungen über implizite Bias für ihre Mitarbeitenden bezahlen, nachdenklich stimmen.

Geneviève Ruiz ist freie Journalistin und lebt in Nyon (VD).

«Neu bei der Klimajugend ist der starke Bezug zu wissenschaftlichen Fakten»

Die Klimademonstrationen bewegen die Gesellschaft und haben sogar die nationalen Wahlen beeinflusst. Die Politologin Jasmine Lorenzini hat den Hintergrund der Protestierenden in Genf und Lausanne analysiert.
Interview: Samuel Schlaefli

Protestierende in Lausanne im Mai: jung, gebildet, aus der oberen Mittelschicht – die Bewegung hat keine klassenübergreifenden Allianzen hervorgebracht. Bild: Keystone/Jean-Christophe Bott

Jasmine Lorenzini, was sind das für Menschen, die in der Schweiz für mehr Klimaschutz auf die Strasse gehen?
Bei unseren Befragungen in Lausanne und Genf trafen wir mehrheitlich sehr junge Menschen ohne Demonstrationserfahrung. Rund ein Drittel der Befragten waren zwischen 12 und 19 Jahre alt. Obschon die Basis sehr jung ist, gelingt es ihr, auch Eltern und Grosseltern zu mobilisieren. Das Durchschnittsalter lag deshalb bei 34 Jahren.

Wie sieht die soziale Durchmischung aus?
40 Prozent der Befragten gaben an, dass ihre Eltern über einen Universitätsabschluss verfügen. Knapp 60 Prozent zählten sich selbst zur oberen Mittelschicht, nur fünf Prozent hingegen zählten sich zur Arbeiterklasse. Die Bewegung hat eine generationenübergreifende Allianz hervorgebracht, jedoch keine klassenübergreifende.

Was haben Sie über die Motive der Protestierenden erfahren?
Hier zeigt sich ein Paradox: Gut 90 Prozent gaben als Hauptmotiv an, dass sie Druck auf die Politik ausüben wollen. Gleichzeitig trauen die meisten Befragten der Politik nicht zu, griffige Massnahmen gegen den Klimawandel zu beschliessen. Auch Konsum spielt eine wichtige Rolle. Mehr als 70 Prozent der Befragten sehen den grössten Hebel für mehr Klimaschutz in der Veränderung ihres Lebensstils.

Im Rahmen der Studie wurden in neun europäischen Ländern Befragungen durchgeführt. Zeigen sich kulturelle Unterschiede?
Ja, in der Schweiz sind die Protestierenden führend im engagierten Konsum. Sie boykottieren aus ökologischen Gründen bestimmte Produkte oder kaufen andere gezielt. Dazu gehören auch bewusste Veränderungen im eigenen Essverhalten. Ähnliche Präferenzen beobachten wir in Deutschland und Schweden. In Italien hingegen sind solche Protestformen deutlich weniger ausgeprägt. Wahrscheinlich, weil die Kaufkraft dort weniger gross ist und damit weniger Spielraum besteht. Dafür sind andere Aktionsformen viel wichtiger, wie etwa die Mobilisierung über Social Media.

Wie organisiert sich die Klimajugend?
Sie verzichtet weitgehend auf Hierarchien, ist basisdemokratisch und dezentralisiert organisiert, ähnlich wie die Feminismus- und Umweltschutzbewegungen in den 1960er- und 1970er-Jahren. Neu ist hingegen die wichtige Rolle von sehr jungen Menschen und die starke Bezugnahme auf wissenschaftliche Fakten.

Es ist bemerkenswert, dass sich Forschende offen mit den Jugendprotesten solidarisieren. Zuletzt in einer Stellungnahme, die von 26 800 Wissenschaftlern unterzeichnet wurde. Gab es das in der Geschichte von sozialen Bewegungen zuvor?
In den 1960er- und 1970er-Jahren unterstützten viele Sozialwissenschaftler die Umweltbewegung. Dass sich nun Tausende von Naturwissenschaftlerinnen mit den Protestierenden solidarisieren, ist neu, aber gut nachvollziehbar. Die Wissenschaft warnt seit über 30 Jahren vergeblich vor den Folgen des Klimawandels. In der Fridays-for-Future-Bewegung hat sie eine Möglichkeit gefunden, sich zu artikulieren.

Wie lautet Ihre Prognose: Sind wir an einem Wendepunkt angelangt? Werden die Proteste die Gesellschaft langfristig verändern?
Persönlich hoffe ich es. Dazu muss die Bewegung aber bestehende sozioökonomische Strukturen aufbrechen und verschiedene Protestrepertoires kombinieren. Es gibt viele nicht gewalttätige Formen des zivilen Ungehorsams, mit denen das wirtschaftliche und das politische System nachhaltig gestört werden können. Damit keine Protestmüdigkeit einsetzt, brauchen die Jugendlichen nun aber erst einmal handfeste politische Erfolge.

Samuel Schlaefli ist freier Journalist in Basel.

Europaweite Studie zu «Fridays for Future»

Jasmine Lorenzini (37) ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institute of Citizenship Studies der Universität Genf. Dort leitet sie ein Forschungsprojekt zu Nahrungsmittelkonsum und politischem Aktivismus. Sie war im Rahmen der europaweiten Protest-for-a-Future-Studie für die Schweizer Stichprobe verantwortlich und befragte Ende März über 300 Protestierende in Lausanne und Genf. Der gesamte Verbund von 26 Forschenden in neun europäischen Ländern hat die Antworten von mehr als 1900 Protestierenden analysiert. Es zeigte sich, dass von den anwesenden Schülerinnen und Schülern fast 40 Prozent zuvor noch nie an einer Demonstration teilgenommen hatten.

Shutterstock/Matej Kastelic

Spekulationsirrtümer sind nicht das alleinige Werk von Börsenhändlern.

Paradox: Genaue Prognosen produzieren Finanzblasen

An der Börse kaufen und verkaufen Händlerinnen und Händler ihre Aktien zum bestmöglichen Kurs, indem sie sich unter anderem auf die Empfehlungen von Analystinnen und Analysten stützen. Normalerweise werden Blasen an Aktienmärkten vor allem dem Verhalten der Händler angelastet. Aber die Finanzanalysten spielen auch eine wichtige Rolle, wie eine Studie unter Beteiligung der Fachhochschule Chur zeigt.

Mehr als 300 Studierende sind dafür in die Rolle von Händlern oder Analysten geschlüpft. In einem ersten Experiment erhielten beide als Vergütung die Hälfte des Gewinns, den die Händler erzielten. In einer zweiten Phase war die Aufteilung der Rollen identisch, aber die Vergütung der Analysten hing ausschliesslich von der Genauigkeit ihrer Prognosen ab, während die der Händler auf ihren Verkäufen beruhte.

«Im ersten Fall gab es wenig Kursverzerrungen, während sich im zweiten Fall Blasen bildeten», sagt der Studienleiter Marcus Giamattei, Professor für Wirtschaft am Bard College Berlin. Die Erklärung: «Wenn die Analysten aufgrund der Genauigkeit ihrer Prognosen entschädigt werden, stehen sie miteinander in Konkurrenz und haben die Tendenz, die Kurse höher einzuschätzen und Risiken einzugehen. Wenn ihre Vergütung dagegen wie im ersten Fall von der Performance der Händler abhängt, sind sie vorsichtiger und achten darauf, dass diese die Aktien nicht überverkaufen.»

Daraus resultiert ein Paradoxon: Präzise Prognosen von Analysten können die Preise in die Höhe schnellen lassen. Das Laborexperiment kann die Komplexität des realen Marktes zwar nicht abbilden, aber «die Ergebnisse sind interessant für die Marktregulierung im Kampf gegen Finanzblasen». *Geneviève Ruiz*

—

M. Giamattei et al.: Who inflates the bubble? Forecasters and traders in experimental asset markets. Journal of Economic Dynamics and Control (2019)

Wann Minderheiten für ihre Rechte kämpfen

Bisher glaubte man in der Sozialwissenschaft: Je stärker sich Mitglieder einer benachteiligten Minderheit mit der Mehrheitsgruppe identifizieren, desto schwächer ist ihr Engagement für ihre eigene Bevölkerungsgruppe. Adrienne Giroud von der Universität Lausanne hat in ihrer Doktorarbeit das Gegenteil herausgefunden: In Bulgarien lebende Roma, die sich stark mit der bulgarischen Nationalität identifizieren, setzen sich überdurchschnittlich für ihre eigene Ethnie ein. «Wir wussten zunächst nicht, wie wir dieses Resultat interpretieren sollten», räumt sie ein.

In einem zweiten Teil befragte Giroud dann Mitglieder der kosovo-albanischen Minderheit in der Schweiz. Dabei erhielt sie völlig andere Resultate: Je stärker sich kosovo-albanische Einwanderer mit der Schweiz identifizieren, desto weniger setzen sie sich für ihre eigene Bevölkerungsgruppe ein. Giroud arbeitete mit dem Mixed-Methods-Ansatz. Dabei werden quantitative Daten sowie qualitative Daten aus Interviews analysiert. Insgesamt 320 Roma aus Bulgarien und 154 kosovo-albanische Einwanderer in der Schweiz füllten schriftlich Fragebögen aus, zudem wurden zehn Roma-Bulgaren in persönlichen Interviews befragt.

Adrienne Giroud betont: «Duale Identitäten sind ein komplexeres Thema als bisher angenommen. Sie hängen stark davon ab, wie ethnische und nationale Identitäten in verschiedenen nationalen Kontexten definiert werden.» Eine wichtige Rolle spiele dabei die Haltung der Staaten gegenüber ihren Minoritäten. Künftig, so die Forscherin, sollten die jeweils einzigartigen Voraussetzungen ethnisch-nationaler Doppelidentitäten genauer betrachtet werden, um Minderheiten besser zu verstehen. *Eva Mell*

—

A. Giroud: Dual identities, intergroup contact, and political activism among minorities: The case of Bulgarian Roma and Kosovo Albanians in Switzerland. Doctoral thesis (2019)

Keystone/Gian Ehrenzeller

Je stärker sich die kosovo-albanische Minderheit mit der Schweiz identifiziert, desto weniger engagiert sie sich für die eigene Ethnie.

Direkte Demokratie: Bürgerpflicht in der Schweiz, Wunschtraum für die Populisten Europas.

Den Volkswillen durchsetzen

Populistische Parteien quer durch Europa fordern mehr direkte Demokratie nach Schweizer Vorbild. Die Menschen, die diese Forderung unterstützen, tun dies allerdings aus unterschiedlichen Gründen, wie eine Studie zeigt. Ein Team von Forschenden um die Politologin Tina Freyburg von der Universität St. Gallen analysierte Umfragedaten aus Grossbritannien, Frankreich, Deutschland und der Schweiz. Sie kam in allen vier Ländern zu einem ähnlichen Ergebnis: «Zusammenfassend sehen wir, dass Menschen mit populistischen Einstellungen direkte Demokratie deutlich stärker gutheissen als die übrige Gesellschaft», sagt Freyburg.

In der Studie, an der auch Steffen Mohrenberg von Demoscope und Robert A. Huber von der Universität Salzburg beteiligt waren, wurden die Menschen, die die Elite ablehnen, in zwei Gruppen eingeteilt: eigentliche Populisten und sogenannte «stealth democrats». Im Unterschied zu den Populisten haben die «stealth democrats» keine grossen Erwartungen an das Volk und zeigen eher wenig Interesse an der Politik. Zwar fordern beide Gruppen mehr direkte Mitsprachemöglichkeit. Aber Populisten sehen darin ein Instrument zur Durchsetzung des Volkswillens, «stealth democrats» dagegen primär eine Möglichkeit zur Kontrolle der Eliten in Form von Referenden und Initiativen. «In unserer Studie konnten wir erstmals präzise zwischen den beiden Gruppen unterscheiden und die notwendige konzeptionelle Klarheit schaffen», sagt Freyburg.

Die Forschenden finden es wichtig, dass sich kommende Studien vertieft mit Unterschieden und Gemeinsamkeiten der beiden Gruppen befassen. Denn bisher, so Freyburg, wurde der Abgrenzung zwischen den «stealth democrats» und den Populisten zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. *Simon Jäggi*

—

S. Mohrenberg et al.: Love at First Sight? Populism and Direct Democracy. SSRN (2019)

Top of Research

Jungfraujoch: Neben jährlich Hunderttausenden von Touristen zieht es auch Forschende auf 3500 Meter Höhe. Atmosphärenwissenschaftler Martin Vollmer zum Beispiel spürt neue Gase auf.

«Der Tag beginnt sehr früh und endet sehr spät, wenn ich aufs Jungfraujoch fahre. Ich muss um 5 Uhr von Windisch los, um gegen 10 Uhr oben zu sein. Dann hat es noch nicht so viele Touristen, und ich kann in Ruhe durch die Tunnel zur Forschungsstation gehen. Ich verbringe etwa alle zwei Monate einen Tag hier und kontrolliere unsere Messinstrumente. Bei dieser Arbeit werde ich manchmal selbst eine Besucherattraktion, zum Beispiel, wenn ich Kalibriergase zur Sphinx hochbringen muss, in die oberen Stockwerke des Gebäudekomplexes mit der Besucherterrasse. Die Leute fragen neugierig, ich werde fotografiert, und manchmal möchten sie ein Selfie mit mir haben.

Zusammen mit meinem Team von der Empa spüre ich hier auf 3500 Meter über Meer neu hergestellte Treibhausgase in der Atmosphäre auf. Wir interessieren uns besonders für Verbindungen, die in ganz geringen Mengen vorkommen und schwierig zu messen sind, die sogenannten Spurengase. Ich teile sie in vier Gruppen auf. Die ersten zwei Generationen kennt jeder, sie waren für das Ozonloch verantwortlich: die FCKW und HFCKW. Diese wurden durch eine dritte Generation halogenierter Kohlenwasserstoffe ersetzt, welche für die Ozonschicht harmlos sind, aber als extrem potente Treibhausgase zur Erderwärmung beitragen. Diese wiederum wurden von einer vierten Generation abgelöst, den Hydrofluorolefinen (HFO). Diese Verbindungen sind zwar praktisch nicht mehr klimawirksam, können aber zum Teil zu giftigen Molekülen zerfallen. Eines dieser Zerfallsprodukte ist die Trifluoressigsäure (TFA), welche mit dem Regen aus der Luft ausgewaschen wird und so in die Flüsse und Seen gelangt. TFA ist in hohen Konzentrationen schädlich für Mikroorganismen und entsteht aus Verbindungen, die typischerweise in den Klimaanlagen von Autos verwendet werden. Im Moment stellt TFA noch kein Problem dar, aber wir müssen davon ausgehen, dass die HFO bald in enormen Mengen produziert werden, weil die Vorgängersubstanzen reglementiert wurden.

Es ist speziell, in dieser Höhe zu forschen. Manchmal kriegen wir den Sauerstoffmangel zu spüren. Zum Beispiel, wenn es uns nicht gelingt, einen Fehler in unseren Berechnungen zu finden. Sobald wir wieder unten im Tal sind, verstehen wir das Problem sofort. Oder ein sauerstoffreicher Kollege coacht uns per Telefon.

Zum Glück hat unsere Forschungsgruppe früh geahnt, dass die HFO beliebt werden würden, und hat das Gaschromatografen-Massenspektrometer auf dem Jungfraujoch schon entsprechend eingestellt, als sie in der Industrie noch getestet wurden. Ich habe die regelmässigen Messungen 2011 eingeführt. Im ersten Jahr konnte ich in den rund 4000 Proben noch kein HFO entdecken, ein Jahr später vielleicht in zwei, drei. Dann sind die Zahlen immer weiter angestiegen. Heute stellen wir die Verbindungen in rund 70 Prozent der Proben fest. Wie vermutet, haben sie also den Markt erobert.

Globales Frühwarnsystem

Wir Atmosphärenwissenschaftler haben quasi ein weltweites Frühwarnsystem geschaffen. Die hochalpine Messstation ist Teil eines globalen Netzwerkes aus acht Stationen, die einander freundlich konkurrieren. Ich habe durchgesetzt, dass sie alle die neuen Spurengase messen. Denken wir dagegen an die FCKW zurück: Sie wurden erst in den 1970ern gemessen, als sie schon seit Jahrzehnten verwendet wurden. Wir mussten damals in unseren Archiven aus Luft in elektropolierten Kanistern nachschauen, um beweisen zu können, dass sie erst von einem bestimmten Zeitpunkt an in der Atmosphäre waren.

Es ist schon deprimierend, immer wieder möglicherweise gefährliche menschengemachte Moleküle zu entdecken. Aber es stimmt mich positiv, dass wir dabei helfen, neue Gefahren frühzeitig zu erkennen. Besonders hier oben, wo man zusehen kann, wie der Aletschgletscher kleiner und kleiner wird.

Manchmal müssen wir auch über Nacht auf dem Berg bleiben. Der Unterschied zum Tag ist frappant: Tagsüber hat es Tausende von Touristen, ein richtiges Gewimmel, nachts dagegen ist alles dunkel, fühlt sich kälter an, ist leise und unheimlich. Dafür unterbrechen wir dann manchmal unsere Arbeit und blicken auf die Lichtermeere des Berner Oberlandes.»

Aufgezeichnet von Judith Hochstrasser.

Von der See in die Höh'
Martin Vollmer arbeitet bereits seit zehn Jahren auf dem Jungfraujoch. Er ist spezialisiert auf die Erkennung von Spurengasen, welche die Ozonschicht schädigen oder das Klima erwärmen. Der Atmosphärenwissenschaftler ist Teil der Forschungsgruppe «Climate Gases» der Empa in Dübendorf. Er promovierte an der University of California San Diego in Ozeanografie und forschte später am Max-Planck-Institut in Mainz sowie am Climate Science Center im australischen Melbourne.

Die Forschungsstation thront seit 1931 hoch über der Bahnstation Jungfraujoch, das Sphinx-Observatorium und die Aussichtsterrasse kamen später dazu (links). Die Lufteinlässe für die Messungen der diversen Forschungsgruppen vereisen immer wieder (unten). In der Nacht blicken die Forschenden auf das Lichtermeer des Berner Oberlandes (ganz unten).

Bilder: HFSJG; Pierre Beuret, Bundesamt für Gesundheit; Keystone/Markus Eichenberger.

Judith Hochstrasser

Schatten auf dunkler Materie

Noch haben die Forschenden keinen Beleg für die Existenz der dunklen Materie gefunden, obwohl sie seit mehr als 80 Jahren postuliert ist. Darum schlagen einige mittlerweile einen anderen Ansatz vor und versuchen die Definition von Schwerkraft zu verfeinern. *Von Hubert Filser*

Als der Schweizer Astrophysiker Fritz Zwicky sein Teleskop auf den Coma-Galaxienhaufen mit seinen mehr als tausend Galaxien richtete, entdeckte er etwas Seltsames. Einige der Galaxien bewegten sich so schnell um das Zentrum des Haufens, dass sie eigentlich daraus hätten herausgeschleudert werden müssen. Also postulierte Zwicky etwas, was die Galaxien sozusagen festhielt, eine dunkle, unsichtbare Masse. Er nannte sie dunkle Materie. Das war 1933. Heute sind die meisten Physiker von der Existenz von dunkler Materie überzeugt. Mehr als 80 Prozent der gesamten Materie im Universum soll daraus bestehen. Längst kennen auch Laien das Prinzip: Die dunkle Materie ist nötig, um die Eigenschaften der Galaxien im All zu erklären.

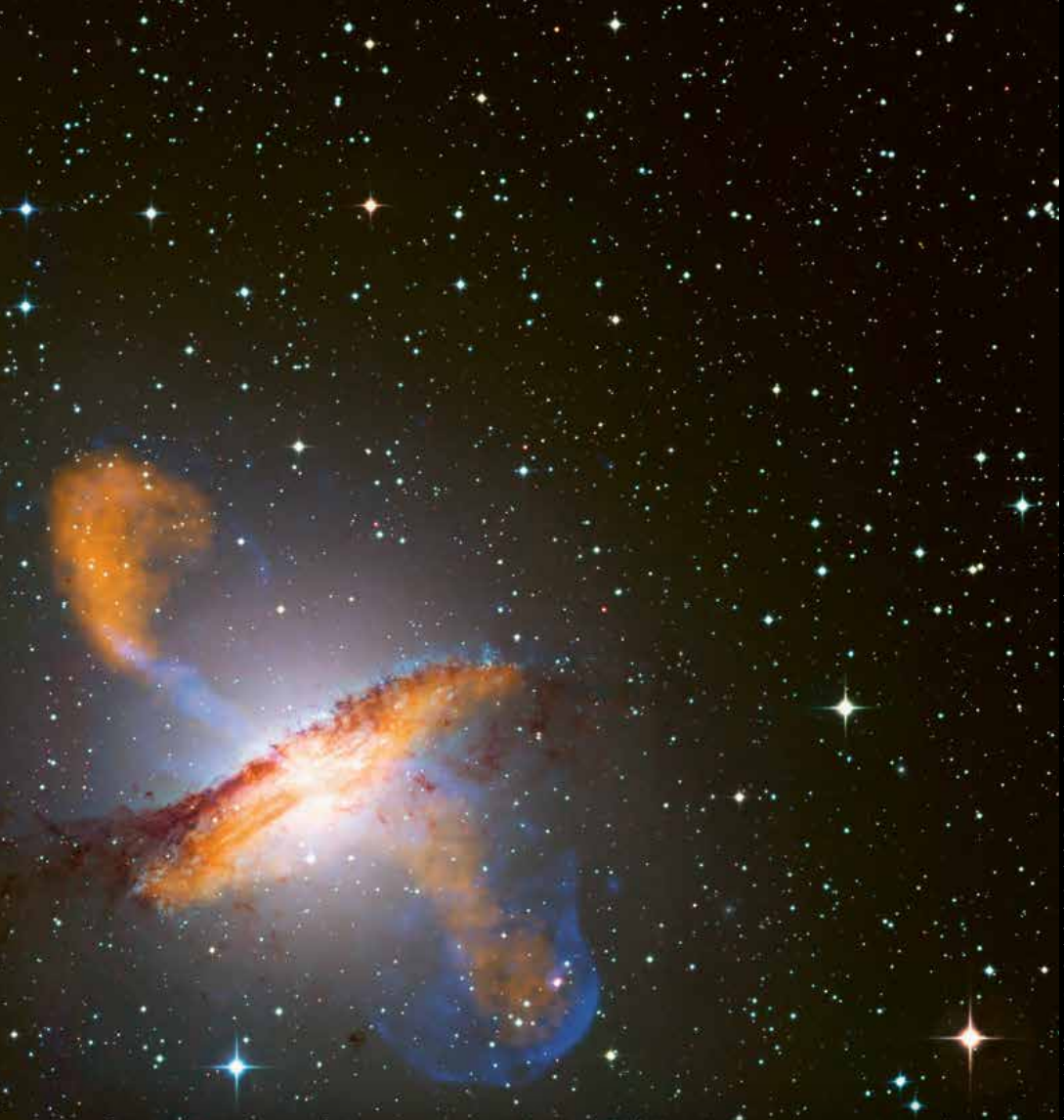
So würde etwa die Bildung der Strukturen im Universum auf den sehr grossen kosmologischen Skalen ohne dunkle Materie nicht funktionieren, sagt Astrophysiker Martin Kunz von der Universität Genf. Wie auch das aktuell beste Modell Lambda-CDM (Cold Dark Matter), auch Standardmodell der Kosmologie genannt. Es beschreibt mit wenigen Parametern die Entwicklung des Universums seit dem Urknall und kann wichtige Beobachtungen des Universums erklären, etwa seine Ausdehnungsgeschwindigkeit oder die Eigenschaften der Hintergrundstrahlung. Oder die wabenartige Verteilung der Galaxien mit verdichteten Galaxiehaufen, die durch dünne, fadenartige Strukturen verbunden sind, und riesigen Leerräumen dazwischen, sogenannten Voids.

Dabei ist bis heute keineswegs geklärt, ob es die dunkle Materie wirklich gibt. Seit 30 Jahren versuchen Physiker, Partikel dieser unsichtbaren Materie nachzuweisen. In der Fachsprache heissen sie WIMP, Weakly Interacting Massive Particles, weil sie praktisch nicht mit bekannter Materie wechselwirken würden. Forscher suchen nach ihnen im All mit Instrumenten an Bord der Internationalen Raumstation ISS, in Laboren tief im Inneren der Erde in ehemaligen Minen oder unter Bergen, abgeschirmt gegen kosmische Störquellen. Oder sie fahnden in ausgeklügelten Experimenten am Europäischen Kernforschungszentrum Cern bei Genf. Immer wieder finden sie: nichts. Auch regelmässig verteilte kleine schwarze Löcher, entstanden kurz nach dem Urknall und laut neuer Theorien ebenfalls eine Erklärung für die dunkle Materie, haben die Physiker noch nicht entdeckt.

Variable Gravitationsgesetze

Dass man selbst mit aufwändigsten Experimenten keine direkten Spuren der

Die Galaxie Centaurus A ist ein Nachbar der Milchstrasse. Die Verteilung der zum gleichen Sternbild gehörenden Zwerggalaxien widerspricht dem Standardmodell der Kosmologie.
Bild: ESO/WFI (Optical); MPIfR/ESO/APEX/A.Weiss et al. (Submillimetre); NASA/CXC/CfA/R.Kraft et al. (X-ray)



dunklen Materie fand, sei zumindest «seltsam», wie der Astrophysiker Kunz sagt. Darum vertreten manche Forschende, darunter auch solche in der Schweiz, inzwischen einen anderen, noch eher unpopulären Ansatz: Sie modifizieren die Gravitationstheorie, sodass sie zu den Messdaten von Teleskopen passt. Die gängige Gravitationstheorie kann nämlich ab einer gewissen Beschleunigung die Bewegung der sichtbaren Materie nicht mehr korrekt beschreiben. Eine Möglichkeit ist, mehr «unsichtbare» Masse hinzuzufügen. Dann landet man bei der dunklen Materie.

Eine andere aber liegt darin, das Gravitationsgesetz anzupassen. Erstmals im Jahr 1983 haben Forschende die seither kontrovers diskutierte MOND-Theorie vorgeschlagen, eine Modifizierte Newtonsche Dynamik. MOND versucht die dunkle Materie zu beseitigen, indem sie die Definition von Schwerkraft verfeinert: Bei höheren Beschleunigungen, wie sie im Zentrum von Galaxien herrschen, gilt nach wie vor die klassische Newton-Dynamik, hier verhält sich die Rotationsgeschwindigkeit quadratisch zum Abstand. Doch bei niedrigeren Beschleunigungen wie an den Rändern der Galaxien bliebe sie konstant, wäre also nicht mehr vom Abstand abhängig. Dort würde die Gravitation nicht mehr den Newton'schen Gesetzen folgen.

«Dies wird so tatsächlich in jeder Galaxie beobachtet, die je vermessen wurde», sagt der Schweizer Astrophysiker Oliver Müller, der mittlerweile an der Universität Strassburg forscht. «Ähnliches kennen wir in der klassischen Mechanik. Auch sie versagt ab einer gewissen Skala, darum brauchen wir die Quantenmechanik.»

> «Wenn schon die drei nächstgelegenen Galaxien Ausreisser sind, stimmt vielleicht etwas mit der Grundannahme nicht.»
>
> Oliver Müller

Müller hatte im vergangenen Jahr, damals noch als Doktorand an der Universität Basel, Teleskopdaten ausgewertet und war dabei wie einst Fritz Zwicky auf seltsame Phänomene gestossen: Demnach bewegten sich Zwerggalaxien im Sternbild Centaurus auf einer Ebene und sogar alle in gleicher Drehrichtung um die zentrale Galaxie Centaurus A – und waren nicht zufällig verteilt, wie es grosse, auf dem Standardmodell basierende kosmologische Simulationen voraussagen.

Müllers im vergangenen Jahr im Fachmagazin «Science» publizierte Arbeit löste viel Wirbel aus. Zwar wären auch nach Lambda-CDM Verteilungen wie bei Centaurus A erlaubt, aber das Modell sagt voraus, dass nur etwa eine von tausend Galaxien eine solche Struktur aufweist. Doch das gleiche Phänomen gibt es auch in unserer lokalen Galaxiengruppe, sowohl in der Milchstrasse wie in der Andromeda-Galaxie. «Wenn schon die drei nächstgelegenen Galaxien als Ausreisser abgetan werden müssen, stimmt vielleicht etwas nicht mit der Grundannahme, sprich dem Standardmodell», sagt Müller.

Er gehe allerdings nicht davon aus, dass das gesamte Standardmodell falsch ist, da es viele Beobachtungen im Universum korrekt wiedergibt. Müller weist lediglich auf Diskrepanzen zwischen den Beobachtungen und den Simulationen der dunklen Materie hin. «Vielleicht fehlt lediglich eine weitere Zutat in den Simulationen», sagt Müller. «Womöglich ist auch nur unsere galaktische Nachbarschaft sehr speziell.» Denn die Milchstrasse, die Andromeda-Galaxie und Centaurus A liegen alle am Rand eines riesigen Leerraums und in unmittelbarer Nähe des Virgo-Galaxiehaufens. Diese Massenverteilung könnte auch zu ungewöhnlichen Phänomenen führen.

Die Zukunft bringt Antworten

Die Frage «Dunkle Materie oder modifizierte Gravitation?» ist also nicht entschieden. Helfen können nur weitere Messungen. Vor allem die Beobachtung sehr früher Galaxien könnte Antworten liefern, denn hier unterscheiden sich die beiden Ansätze: Laut der MOND-Theorie bildeten sich Galaxienhaufen durch die zusätzliche Anziehungskraft schneller, beim CDM-Modell dauert dieser Prozess länger. «Das wäre ein Test zwischen MOND und CDM», sagt Müller.

Zurzeit laufen Vorbereitungen für verschiedene grosse Experimente, die zeigen dürften, wer richtig liegt: das neue James-Webb-Infrarot-Weltraumteleskop der Nasa, das 2021 starten soll, der ESA-Satellit Euclid oder das internationale Radioteleskop Square Kilometre Array, das 50-mal empfindlicher werden soll als bisherige Teleskope. Mithilfe dieser Anlagen könnten Forschende bald mehr Details über die genaue Strukturbildung im Universum herausfinden.

Hubert Filser arbeitet regelmässig für die Fernsehsendung Quarks & Co und wohnt in München.

«Die Wasserversorger sollten Probleme offen kommunizieren»

Auch die Trinkwasserversorgung und die Behandlung von Abwasser können digitalisiert werden. Mit welchen Nutzen und Risiken, erklärt Matthew Moy de Vitry vom Wasserforschungsinstitut Eawag.
Interview: Nic Ulmi

Die Schweizer Wasserversorgung könnte dank digitaler Technologien dezentralisiert werden, was wünschenswert wäre, sagt Matthew Moy de Vitry vom Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs Eawag in Dübendorf. Bild: Valérie Chételat

Matthew Moy de Vitry, wie weit sind wir mit der Digitalisierung der Wasserversorgung?
Zur Infrastruktur sind viele digitale Daten vorhanden, etwa Karten zum Standort und Zustand der Kanalisationen. Sie werden auch genutzt. Teilweise werden auch dynamische Daten wie Durchflüsse gesammelt. Die Versorger wissen aber nicht immer, was sie damit anfangen sollen. Zwischen den einzelnen Bereichen gibt es Unterschiede: So sind die Vorbehalte in der Trinkwasserversorgung grösser – natürlich aus Sicherheitsgründen. Bei der Abwasserbehandlung hingegen ist die Einführung digitaler Systeme weiter fortgeschritten. Die Eawag arbeitet zum Beispiel mit der Zürcher Gemeinde Fehraltorf an einem System, das die Kanalisationsüberläufe misst.

Auch Abwasser kann sensible Daten liefern, etwa zum regionalen Konsum von Drogen oder Medikamenten.
In einem hypothetischen Szenario könnten Versicherer oder Arbeitgeber ein bestimmtes Quartier wegen solcher Informationen benachteiligen. Man weiss, dass in gewissen chinesischen Städten die Polizei die Messwerte von Drogen im Abwasser verwendet, um ihre Verhaftungsquoten festzulegen. In diesem Fall haben die Daten tatsächlich einen konkreten Einfluss auf die Bevölkerung.

Und die Gefahr von Cyberangriffen?
In letzter Zeit gab es vor allem Ransomware-Attacken, bei denen schädliche Programme Daten eines Systems verschlüsseln, damit sie unleserlich werden, worauf ein Lösegeld für die Entzifferung verlangt wird. Solche Angriffe sind zwar teuer, gefährden aber die öffentliche Gesundheit nicht unbedingt, da viele Wasserversorger ein manuelles Kontrollsystem haben, das einspringt, wenn das digitale Netz ausfällt. Es gab auch Cyberangriffe, die darauf abzielten, die Kontrolle über Daten oder Infrastruktur zu gewinnen. Ein solcher Fall ereignete sich 2018 bei der Wasserversorgung im luzernischen Ebikon, kurz nach der Digitalisierung der Anlage. Dank Schutzvorkehrungen gelang der Anschlag nicht.

> «In gewissen chinesischen Städten verwendet die Polizei Drogenmesswerte im Abwasser, um ihre Verhaftungsquoten festzulegen.»

Sie sprechen sich für ein weniger zentralisiertes Wasserversorgungssystem aus.
Digitale Technologien ermöglichen eine Dezentralisierung. In der Schweiz ist eine solche Neuausrichtung wünschenswert, da die Wasserversorgung hierzulande eher zu stark zentralisiert ist, um ein wirtschaftlich optimales Ergebnis zu erzielen. Eine Dezentralisierung der Infrastruktur und gleichzeitig eine Konzentration in der Bewirtschaftung sind günstig für Prävention und Risikomanagement.

Ist es riskant, öffentlich von den Gefahren im Zusammenhang mit diesen Versorgungseinrichtungen zu sprechen?
In der Entwicklung digitaler Systeme herrscht häufig eine etwas technokratische Sichtweise vor, und die Technologie wird tendenziell als Lösung und nicht als Risiko gesehen. Wir würden eine etwas selbstkritische öffentliche Diskussion empfehlen bei diesem Thema – selbst wenn es heikel ist, diese Fragen zu mediatisieren, weil dadurch manchmal übertriebene Reaktionen hervorgerufen werden. Sobald von Cyberattacken die Rede ist, blüht die Fantasie, und es kann zu Übertreibungen kommen. Andererseits ist es noch schlimmer, im Ungefähren zu bleiben, denn durch einen Informationsmangel können Ängste geschürt werden, die eine Debatte blockieren. Deshalb sollten die Wasserversorger sowohl Erfolge als auch Probleme offen kommunizieren.

Nic Ulmi ist freier Journalist und wohnt in Genf.

Manuel Eggimann, ETH

Wer dieses Mini-Pulsoximeter trägt, weiss über seine Vitalfunktionen Bescheid.

Fingerring wacht über Gesundheit

Es wiegt weniger als eine Zweifrankenmünze und lässt sich wie ein Fingerring tragen: ein neu entwickeltes Pulsoximeter von Forschenden der ETH Zürich. Das Gerätchen bestimmt die Sauerstoffsättigung im Blut, indem es die Lichtabsorption beim Durchleuchten der Haut misst.

Bisher werden solche Messgeräte als Fingerklammern eingesetzt. Ärzte nutzen sie in Rettungsdiensteinsätzen und Spitälern standardmässig, um zu überprüfen, ob das Gehirn von Patienten ausreichend mit Sauerstoff versorgt wird. Ebenso werden sie von Piloten oder Bergsteigern verwendet, die sich in grossen Höhen aufhalten und ihre Sauerstoffsättigung überwachen wollen.

Nun macht das Fingerring-Pulsoximeter diese Messungen einfacher. Denn neu ist nebst dessen geringer Grösse auch, dass es automatisch misst und die Werte kabellos über Bluetooth an ein Endgerät weiterleitet. «Niemand, weder der Arzt noch der Patient, muss regelmässig daran denken, die Werte zu kontrollieren», sagt Michele Magno, Elektroingenieur an der ETH Zürich und Mitentwickler des Rings. Denn dieser schlägt Alarm, sobald die Sauerstoffsättigung im Blut unter einen kritischen Wert fällt. Möglich ist das, weil die Ingenieure einen winzigen Computer im Fingerring verbaut haben, der die gemessenen Lichtabsorptionen direkt in Sauerstoffsättigungswerte umrechnet. Ausserdem lädt sich der Ring mit einem eingebauten Solarmodul selbst auf.

Inzwischen gelang es den Forschenden auch, den Energieverbrauch des Fingerrings verglichen zum ersten Prototypen um 75 Prozent zu senken. Die nun frei gewordene Energie wollen sie nutzen, um weitere Funktionen in den Ring zu integrieren – zum Beispiel Sensoren, die den Pulsschlag messen und den Blutzucker überwachen. *Stephanie Schnydrig*

—

M. Magno et al.: Self-Sustainable Smart Ring for Long-Term Monitoring of Blood Oxygenation. IEEE Access (2019)

Wie Gebäude mehr Energie produzieren, als sie verbrauchen

Ein gutes Drittel des weltweiten Energiekonsums geht auf das Konto von Gebäuden, die je nach Saison geheizt oder gekühlt werden müssen. Nun hat ein Forschungsteam um Arno Schlüter, Professor für Architektur und Gebäudesysteme an der ETH Zürich, eine Möglichkeit gefunden, um die Energiebilanz von Wohnhäusern oder Büros zu verbessern: eine Gebäudehülle aus mobilen Fotovoltaikelementen, die sich wie eine Sonnenblume am Sonnenstand ausrichten – und so im Vergleich zu statischen Fotovoltaikanlagen 50 Prozent mehr Strom produzieren.

Die Fotovoltaikplatten sind durch ein Netzwerk von leichten Stahlseilen verbunden, an denen kleine Apparate aus Stahl und Gummi befestigt sind. Diese Gummiteile sind aufblasbar und der Länge nach dreigeteilt, sodass die Menge Luft, die jeweils in die verschiedenen Abteile gepumpt wird, den Neigungswinkel einer Fotovoltaikplatte bestimmt. Die Ausrichtung der einzelnen Platten steuert ein Algorithmus selbstständig, doch die Bewohner können ihn mit ihrem Smartphone jederzeit übersteuern.

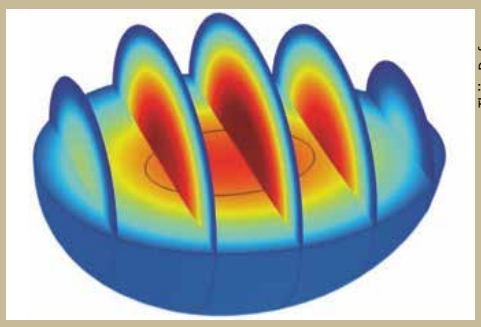
Wichtiger aber als die effizientere Stromproduktion ist laut Bratislav Svetozarevic, dem Erstautor der Studie, eine weitere Fähigkeit der automatischen Fotovoltaikanlage: «Unser System kann vor allem auch den Energieverbrauch reduzieren.» Denn der Algorithmus, der die Fotovoltaikplatten steuert, lässt im Winter mehr Licht und Wärme ins Zimmer. Doch im Sommer schirmt er die Glasfassade ab, damit die Klimaanlage weniger arbeiten muss. In Simulationsrechnungen für ein verglastes Bürozimmer in Zürich lieferte die Anlage denn auch 115 Prozent des jährlichen Energieverbrauchs – und verwandelte dadurch einen Energiekonsumenten in einen Energieproduzenten. *Ori Schipper*

—

B. Svetozarevic et al.: Dynamic photovoltaic building envelopes for adaptive energy and comfort management. Nature Energy (2019).

Chair of Architecture and Building Systems, ETH Zürich

Wie eine Sonnenblume: Die beweglichen Fotovoltaikelemente richten sich nach der Sonne aus.



Thijs Defraeye

Mango auf Transport: Ihr digitaler Zwilling zeigt, wie sich die Temperatur in der Frucht ändert.

Digitale Frucht gegen Foodwaste

Ob sie von weit her kommen oder nicht: Früchte werden gekühlt transportiert, um sie möglichst lange frisch zu halten. Das verbraucht viel Energie und ist für den Ausstoss von grossen Mengen an Klimagasen verantwortlich. Dennoch gehen laut der Welternährungsorganisation FAO 13 Prozent der in Europa produzierten Früchte und Gemüse nach der Ernte kaputt – bei Produkten aus anderen Weltregionen sind es gar gegen 40 Prozent. Ingenieure der Empa haben nun eine Methode veröffentlicht, die den Transport optimieren kann: einen digitalen Zwilling einer Mango. Die leichtverderbliche Frucht macht beispielhaft sichtbar, was mit ihr während des Transports geschieht.

Zwar überwachen Importunternehmen ihre Ladungen schon jetzt. Sie messen Temperatur und Belüftung in den Containern. Aber vieles blieb bisher unklar: Wäre auch eine schwächere Belüftung ausreichend? Was passiert bei einer ungeplanten Verspätung? «Solche Fragen können wir jetzt mit dem digitalen Zwilling beantworten», sagt Erstautor Thijs Defraeye.

Dazu haben er und seine Kollegen eine Mango im Computer modelliert und ihren Aufbau sowie die Stoffwechselprozesse im Inneren abgebildet. So lassen sich über Temperaturänderungen in der Frucht die Auswirkungen auf die Qualität nachverfolgen – etwa auf die Festigkeit der Schale, den Vitamingehalt oder die Mengen an Säure und Zucker.

«Mit der digitalen Mango können Importeure nun direkt einzelne Obstlieferungen analysieren», sagt Defraeye. So wird klar, wie Transport und Lagerung energieeffizient gestaltet werden können und wie dennoch möglichst viele Früchte auf unserem Teller landen. *Santina Russo*

—

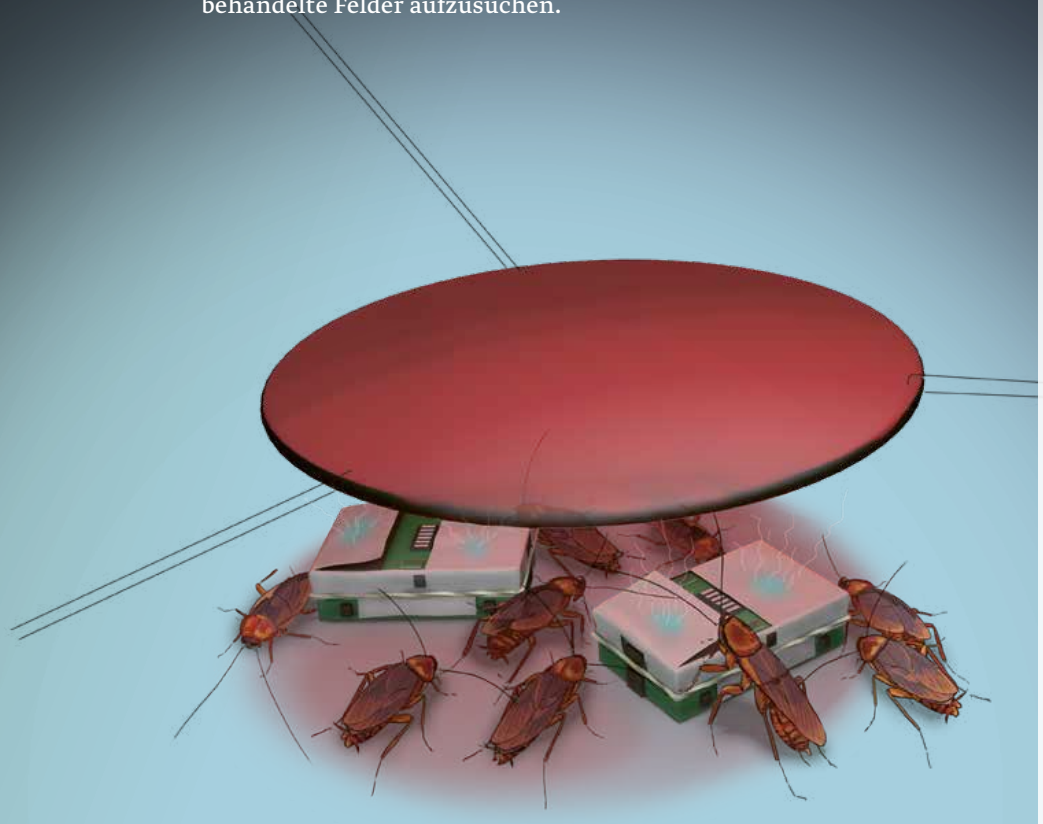
T. Defraeye et al.: Digital twins probe into food cooling and biochemical quality changes for reducing losses in refrigerated supply chains. Resources. Conservation and Recycling (2019)

Roboter auf geheimer Mission im Tierreich

Menschen können nicht in einem Fischschwarm mitschwimmen oder in einem Bienenstock Informationen sammeln. Clever entwickelte Roboter schon – sie sind sogar in der Lage, das Verhalten von Tiergruppen zu verändern.

Text: Simon Koechlin, Illustrationen: Anja Giger

Roboter, die von Tieren für Artgenossen gehalten werden und diese beeinflussen können, sind für manche Menschen eine beängstigende Zukunftsvision. Mit ihren Sensoren, Schaltkreisen und Steuerungselementen könnten sie jedoch auch helfen, das Verhalten von Tiergruppen zu verstehen, sagt einer der führenden Experten auf dem Gebiet: Francesco Mondada von der EPFL. Sie könnten das Leben der Tiere sogar sicherer machen – etwa, indem Roboter Bienen davon abhalten, mit Pestiziden behandelte Felder aufzusuchen.



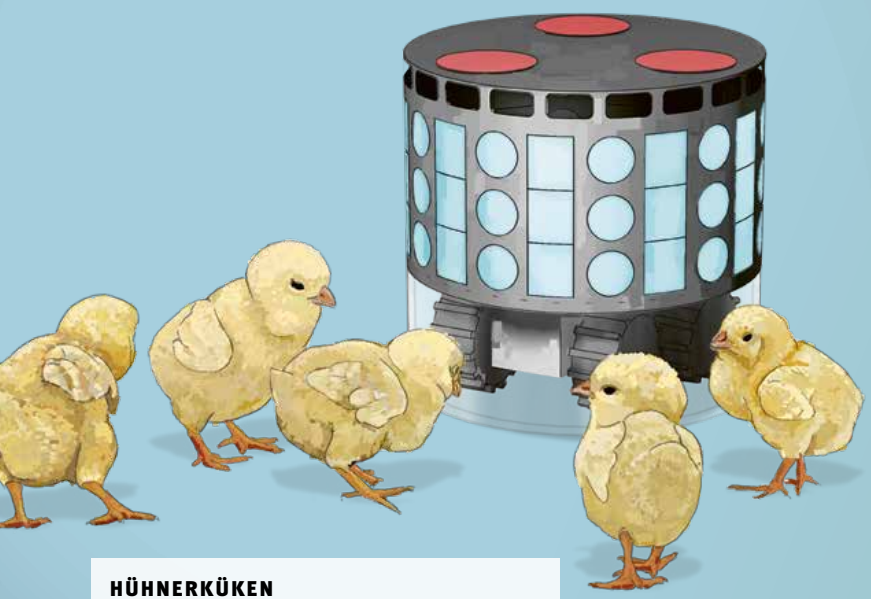
KAKERLAKEN

Immer dem Parfum nach

Labore: Université libre de Bruxelles/ ETH Zürich / EPFL
Robotergrösse: 4,1 × 3,0 × 1,9 cm (L × B × H)

Trick: Weil Kakerlaken nicht vom Aussehen, sondern vom Geruch eines Artgenossen angelockt werden, entwickelten die Forschenden eine Art Küchenschaben-Parfum. Diesen Pheromon-Cocktail tröpfelten sie auf Filterpapier und befestigten es auf Robotern, die eher aussahen wie Spielzeugautos als wie Schaben. Der Geruch und die Bewegungen reichen aber, um lebendige Kakerlaken derart in die Irre zu führen, dass sie die Roboter wie Artgenossen behandeln.

Mission: Kakerlaken verstecken sich am liebsten in dunklen Ritzen. Die Forschenden programmierten die Roboter nun aber so, dass sie von zwei unterschiedlich dunklen Verstecken eher das hellere bevorzugten. Und siehe da: Die echten Kakerlaken taten es ihnen gleich. Das 2007 im Fachmagazin Science publizierte Experiment war das erste, in dem Roboter von einer Tiergruppe als Artgenossen anerkannt wurden und deren Sozialverhalten beeinflussten.



HÜHNERKÜKEN

Mama geht auf Rädern

Labor: EPFL/Université libre de Bruxelles
Robotergrösse: 18,7 × 32,5 cm (D × H)

Trick: Ungefähr einen halben Tag nachdem sie aus dem Ei geschlüpft sind, beginnen Hühnchen zu lernen, wer ihre Mutter und ihre Geschwister sind. Die Forschenden nutzten diese nur wenige Stunden dauernde Phase aus, um Küken auf einen Roboter zu prägen – einen zylinderförmigen Apparat, der vor ihnen hin- und herfuhr, ein Piepsignal ausstiess und in einer bestimmten Farbkombination leuchtete.

Mission: Die Küken sind völlig fixiert auf die Roboter-Henne. Sie versammeln sich um sie, wenn sie stillsteht, und folgen ihr von einem Punkt zum anderen, wenn sie sich bewegt. Der Folgereflex war in Vergleichsexperimenten am stärksten gegenüber Robotern, auf deren Farbe oder Form die Küken geprägt worden waren. Laut den Forschenden könnten solche Roboter vielleicht dereinst in Hühnerfarmen eingesetzt werden, um Legehennen dazu zu bringen, sich mehr zu bewegen oder den Auslauf zu erkunden.

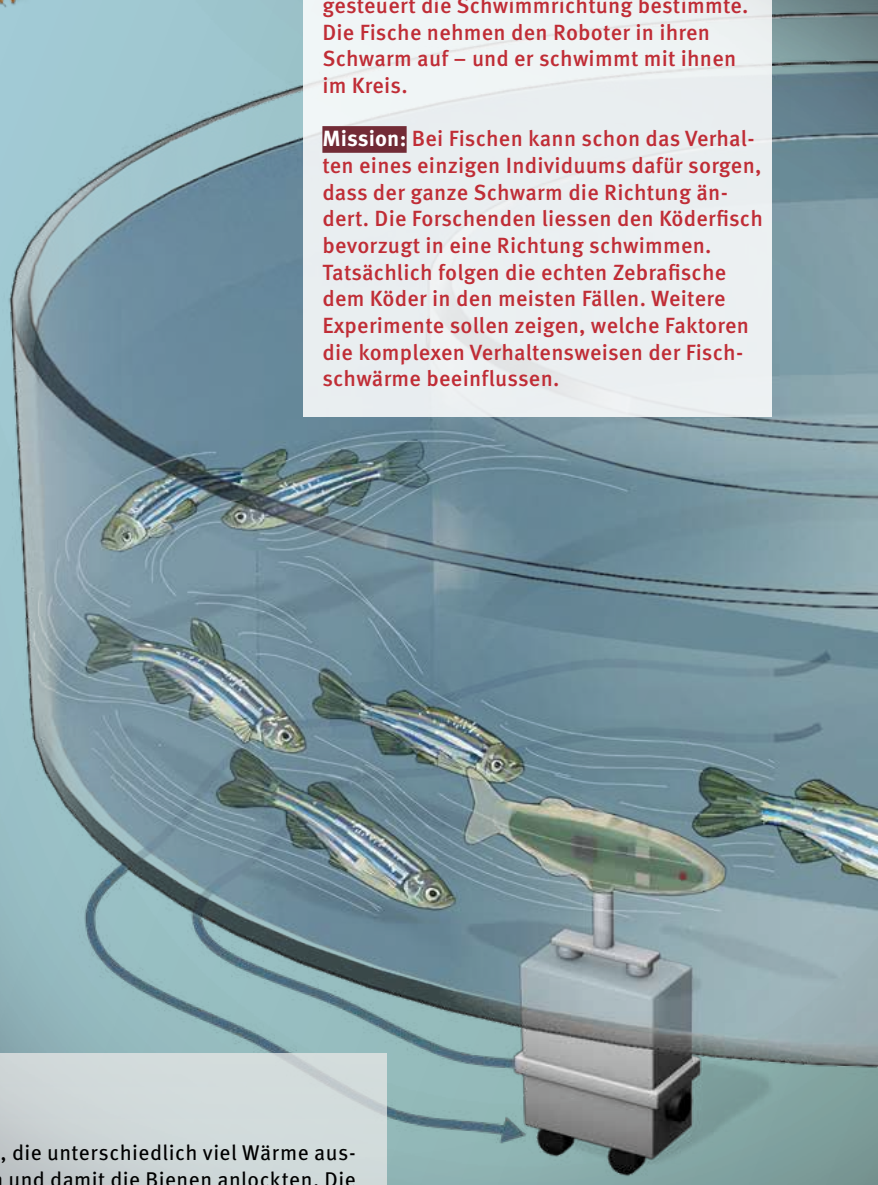
ZEBRAFISCHE

Mal links, mal rechts rum

Labor: EPFL/Université Paris Diderot/ Universität Graz
Robotergrösse: 4,5 × 0,5 × 1 cm (L × B × H des fischförmigen Teils im Wasser)

Trick: Um Zebrafischen einen Artgenossen vorzugaukeln, setzten die Forschenden auf einen Köderfisch aus Weichplastik, wie ihn auch Angler verwenden. Sie befestigten ihn auf einem Stab, der ihn mit einem Roboter verband, der unter dem ringförmigen Aquarium verborgen war und über Magnete gesteuert die Schwimmrichtung bestimmte. Die Fische nehmen den Roboter in ihren Schwarm auf – und er schwimmt mit ihnen im Kreis.

Mission: Bei Fischen kann schon das Verhalten eines einzigen Individuums dafür sorgen, dass der ganze Schwarm die Richtung ändert. Die Forschenden liessen den Köderfisch bevorzugt in eine Richtung schwimmen. Tatsächlich folgen die echten Zebrafische dem Köder in den meisten Fällen. Weitere Experimente sollen zeigen, welche Faktoren die komplexen Verhaltensweisen der Fischschwärme beeinflussen.



Honigbiene an Zebrafisch: Bitte kommen!

Der Bienenstock und das Bachbett sind zwei Welten, die niemals aufeinandertreffen. Und doch hat ein internationales Team von Forschenden es geschafft, Honigbienen und Zebrafische miteinander kommunizieren zu lassen. Roboter waren die Übersetzer. Für das Experiment schwammen Fische gemeinsam mit einem Roboter in einem ringförmigen Aquarium in Lausanne (siehe Kasten «Zebrafische»). In einem Plexiglasbehälter im österreichischen Graz wurden derweil junge Honigbienen gemeinsam mit zwei Robotern gehalten, die unterschiedlich viel Wärme ausstrahlten und damit die Bienen anlockten. Die 680 Kilometer voneinander entfernten Roboter tauschten nun via Internet in Echtzeit ihre Informationen aus. Die Folge: Beide Tierarten begannen ihr Verhalten aufeinander abzustimmen. Stellte der rechte Bienenroboter zum Beispiel fest, dass die Mehrzahl der Bienen sich um ihn versammelt hatte, informierte er den Fischroboter. Dieser schwamm darauf eher in Uhrzeigerrichtung – und beeinflusste so den ganzen Schwarm.

Mehr Luft für Frühchen

Die unreife Lunge sorgt bei Frühgeburten oft für Probleme. Die Medizin testet neue Therapien, um Spätfolgen zu vermeiden.
Von Astrid Viciano

Chance und Risiko zugleich: Ohne maschinelle Beatmung können Frühgeborene nicht überleben, doch leider entzündet sich genau deswegen oft ihr Lungengewebe.
Bild: Keystone/Science Photo Library/Phanie/Voisin

Manchmal beginnt das Leben einfach zu früh. Statt im Mutterleib ausreifen zu können, kommen manche Babys viele Wochen vor dem berechneten Geburtstermin zur Welt. Vor allem die Lungen sind dann noch nicht bereit, tagein, tagaus die Atmung zu übernehmen. «Diese Frühgeborenen sind zunächst arm dran», sagt die Kinderärztin Sophie Yammine im Berner Inselspital. Sie haben kleine Atemwege und zu wenig Lungenbläschen, die zudem leicht kollabieren.

Die Lunge zählt zu jenen Organen, deren Entwicklung besonders spät abgeschlossen ist. Ansätze für Lungenbläschen bilden sich zwischen der 16. und 27. Schwangerschaftswoche, erst ab der 29. Woche ist ein effizienter Gasaustausch möglich. Daher erkrankt etwa ein Drittel der extrem Frühgeborenen – die vor der 28. Woche zur Welt kommen – an einem chronischen Lungenleiden, der sogenannten bronchopulmonalen Dysplasie (BPD). Sie hat viele Ursachen. Vor allem aber wird sie dummerweise genau durch die maschinelle Beatmung der Frühgeborenen mit hoher Sauerstoffkonzentration ausgelöst. «Diese Massnahmen sind oft lebensnotwendig, führen aber zu einer Entzündung im Lungengewebe», so Yammine.

> Frühgeborene leiden im höheren Alter vermutlich öfter an Lungenerkrankungen, wie sie sonst Raucher haben.

Was dies für das spätere Leben dieser Kinder bedeutet, hat sie in einer Studie am Inselspital untersucht. Sie sah sich an, wie sich die Lungenfunktion von 86 ehemals frühgeborenen Kindern im Alter von durchschnittlich 9,5 Jahren entwickelt hatte. Das Ergebnis: Im Vergleich zu reifgeborenen Kindern waren die kleinen Atemwege der Frühgeborenen auch in diesem Alter in ihrer Belüftungsfunktion beeinträchtigt. Die Lungenbläschen, in denen der Gasaustausch stattfindet, waren dagegen intakt. Das bestätigte, dass diese sich in den frühen Lebensjahren noch weiter ausbilden. «Immerhin holen Frühgeborene diesen Teil der Entwicklung gut auf», sagt Urs Frey, ärztlicher Direktor des Universitäts-Kinderspitals beider Basel, der an der Studie beteiligt war.

Jetzt läuft eine neue Studie mit den gleichen Kindern an, die mittlerweile zwischen 16 und 20 Jahre alt sind. Erneut wird die Lungenfunktion gemessen, zusätzlich möchte sich Yammine im funktionellen Kernspintomografen vor allem die Durchblutung ansehen: «Sie ist schwer zu erfassen, darum wird sie meist wenig beachtet. Dabei werden die Blutgefässe bei Frühgeborenen in ihrer Entwicklung genauso unterbrochen wie die Lungenstruktur selbst.»

Kortison inhalieren könnte helfen

Es ist bereits bekannt, dass Kinder mit einer BPD später häufiger Infekte bekommen und mehr Spitalaufenthalte haben werden. Auch leiden sie im höheren Alter vermutlich öfter an Lungenerkrankungen, die Mediziner sonst bei langjährigen Rauchern beobachten. Genau können Ärztinnen die langfristigen Folgen aber nicht vorhersagen. Das liegt auch daran, dass sich die Umstände, die die Erkrankung beeinflussen, in den vergangenen Jahren enorm gewandelt haben. Im Gegensatz zu früher können Babys heute schon nach einer Frühgeburt in der 23. oder 24. Schwangerschaftswoche überleben – sie kommen also mit einer besonders unreifen Lunge zur Welt.

Andererseits behandeln Ärzte die Neugeborenen heute schonender als früher. Vor 20 Jahren wurden die Babys oft lange maschinell mit hoher Sauerstoffkonzentration beatmet. Das versuchen Medizinerinnen heute zu vermeiden. Stattdessen geben sie der Schwangeren bei einer drohenden Frühgeburt Kortison, um die Produktion des sogenannten Surfactant zu stimulieren. Diese Substanz, die in der reifen Lunge das Kollabieren der Lungenbläschen verhindert, können Ärzte den Babys zusätzlich auch direkt nach der Geburt in die Luftröhre spritzen.

Weitere Behandlungen werden gerade erprobt: So zeigte eine Studie an über 800 extrem Frühgeborenen unter Leitung von Dirk Bassler, Direktor der Klinik für Neonatologie des Universitätsspitals Zürich, dass die Inhalation eines Kortisonpräparats nach der Geburt die Entstehung der BPD verhindert. Ähnliches gilt laut Bassler womöglich für Injektionen mit Hydrocortison: «Das sollte aber noch in einer gross angelegten internationalen Studie bestätigt werden.» Es muss sichergestellt werden, dass den Kindern nach dem Frühstart geholfen und nicht etwa geschadet wird.

Astrid Viciano ist Ärztin und arbeitet als Medizinjournalistin für die Süddeutsche Zeitung.

Das Ende der Monokultur?

Im Experiment wachsen Pflanzen besser, wenn sie gemischt angebaut werden statt in Monokulturen. Diese Erkenntnis könnte bald Einzug in die Landwirtschaft halten.
Von Karin Hollricher

Hierzulande werden Nutzpflanzen überwiegend als Monokulturen angebaut, weil sie so einfacher zu bearbeiten und abzuernten sind. Doch aus natürlichen Ökosystemen ist bekannt, dass sich botanische Vielfalt positiv auf das Wachstum von Pflanzen auswirkt. Dieser sogenannte Biodiversitätseffekt basiert auf Wechselwirkungen sowohl zwischen den Pflanzen untereinander als auch zwischen Pflanzen und Boden. Könnte man sich dies nicht auch im Ackerbau zunutze machen?

«Zum Biodiversitätseffekt bei Ackerpflanzen gibt es bereits verschiedene Studien, die allerdings widersprüchliche Resultate lieferten», erklärt der Agrarökologe Christian Schöb vom Departement Umweltsystemwissenschaften der ETH Zürich. Gemeinsam mit Kollegen in Madrid wollte er daher herausfinden, ob und unter welchen Bedingungen es auch bei Nutzpflanzen einen Effekt gibt.

In einem ersten Experiment bauten die Forschenden acht Nutzpflanzen in Mono- und Mischkulturen mit je zwei oder vier Arten an. Dann verglichen sie deren Wachstum anhand von Pflanzenhöhe, Blattfläche und Blattmasse. Die ausgewählten Arten repräsentierten verschiedene funktionelle Gruppen, die sich in ihrer Lebensweise stark unterscheiden: Luftstickstoff fixierende Erbsen und Kichererbsen, Tomaten und Sonnenblumen als Vertreter von krautigen Pflanzen sowie die Gräser Hafer, Hartweizen und Hirse, die unterschiedliche Arten von Fotosynthese betreiben.

> «Wir glauben, dass bei Nutzpflanzen durch die jahrzehntelange Domestizierung die genetische Variabilität verlorengegangen ist.»
> Christian Schöb

Der gemessene Effekt auf das Wachstum war grösser, wenn die Wissenschaftler funktionell verschiedene Arten miteinander kombinierten – also beispielsweise Sonnenblumen mit Hafer oder Tomaten mit Hirse. Das lässt sich damit erklären, dass sie sich gegenseitig ergänzen. Hingegen konkurrieren sich Pflanzen aus der gleichen funktionellen Gruppe stärker, weil sie jeweils dieselben Ressourcen nutzen: Sie bilden ähnliche Wurzelstöcke, bevorzugen dieselben Boden- und Klimabedingungen, wachsen und reifen etwa zeitgleich.

Verantwortliche DNA gefunden

Das Team um Schöb verglich in der Folge das Wachstum der Nutzpflanzen auch mit verwandten Wildpflanzen: «Der Biodiversitätseffekt war in den Mischungen von Nutzpflanzen geringer als bei Co-Kulturen der mit ihnen verwandten Wildformen», so Schöb. «Wir glauben, dass bei Nutzpflanzen durch die jahrzehntelange Domestizierung und Selektion auf wenige Eigenschaften wie Ertrag, Standfestigkeit oder Resistenz gegen Schädlinge die genetische Variabilität, die für den Biodiversitätseffekt nötig ist, verlorengegangen ist.» Die Wildpflanzen konnten, wohl dank ihrer genetischen Vielfalt, stärker auf experimentelle Selektionseffekte reagieren.

Welche Gene zum Biodiversitätseffekt beitragen, ist noch nicht geklärt. Allerdings konnten Samuel Wüst und Pascal Niklaus von der Universität Zürich mit Hilfe der Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* bereits eine Region auf einem Chromosom identifizieren, die deutlich mit dem Effekt gekoppelt ist. «Es hat uns sehr überrascht, dass solche komplexe und bisher schlecht verstandene Eigenschaften von Pflanzen wie deren Teamfähigkeit eine solch einfache genetische Grundlage haben», so Wüst. Trotzdem sei kaum nur ein Gen für den Effekt verantwortlich.

Jetzt untersuchen Schöb und Kollegen mit acht funktionell sehr unterschiedlichen Arten, ob der Biodiversitätseffekt auch bei Nutzpflanzen durch längere Co-Kultivierung zunehmend deutlicher hervortritt. Das würde Forschungsresultate der Gruppe um den Umweltwissenschaftler Bernhard Schmid der Universität Zürich bestätigen: Diese zeigten, dass Biodiversitätseffekte sich aufgrund evolutiver Anpassungen zwischen co-existierenden Arten verstärken. «Diese Art Studien sind extrem relevant für die Landwirtschaft», so Schmid. «Noch sind wir nicht so weit, aber ich bin sicher, dass die Landwirtschaft in vielleicht zehn Jahren komplett umgestellt wird und die Biodiversität nutzt, um den Ertrag zu steigern und nachhaltig zu sein.»

Karin Hollricher ist Wissenschaftsjournalistin in Neu-Ulm.

Sonnenblumen bringen dem Kornfeld mehr als Schönheit. Mit einer intelligenten Co-Kultivierung könnte dereinst auch der Ertrag gesteigert werden. Bild: Keystone/Westend61/Canan Czemmel

AdobeStock/Boris Zerwann

Impfungen: Bei Neugeborenen weniger wirksam.

Wie mütterliche Antikörper den Impfschutz mindern

Neugeborene haben Antikörper, die sie während der Schwangerschaft von der Mutter erhalten haben. Diese Proteine erkennen Krankheitserreger und aktivieren das Abwehrsystem des Säuglings, noch bevor es eigene Antikörper produzieren kann. Der sofortige Schutz ist für das Kind wertvoll. Wenn es im Alter von zwei Monaten die ersten Impfungen erhält, haben die mütterlichen Antikörper jedoch einen lästigen Nebeneffekt: Sie beeinträchtigen die Wirksamkeit des Impfstoffs, indem sie die Aktivität der weissen Blutkörperchen (B-Lymphozyten) reduzieren, die neue Antikörper produzieren. In den folgenden Monaten werden dem Kind jedoch weitere Impfdosen verabreicht, die den Schutz dennoch sicherstellen. Die Gründe für die hemmende Wirkung der mütterlichen Antikörper auf die Immunantwort nach der Impfung sind aber noch weitgehend unbekannt.

Forschenden der Universität Genf gelang es nun, den verantwortlichen Mechanismus teilweise zu entschlüsseln. «Bisher dachten wir, dass die mütterlichen Antikörper die Aktivierung der B-Lymphozyten und die Bildung von Keimzentren hemmen, in denen sie vermehrt werden», erklärt Maria Vono, Erstautorin der Studie. Bei der Beobachtung der Immunantwort von geimpften Jungmäusen entdeckten die Forschenden jedoch, dass erst die nachfolgende Etappe beeinträchtigt ist: die Phase der Umwandlung der B-Lymphozyten in Antikörper produzierende Plasmazellen. Der Grad der Hemmung ist proportional zur Menge mütterlicher Antikörper, über die der Nachwuchs zum Zeitpunkt der Impfung verfügt.

Die Forschenden möchten nun eine mögliche Lösung prüfen: die Anwendung unterschiedlicher Impfstoffe bei Mutter und Kind. «Eines unserer Ziele ist die Entwicklung neuer Impfstrategien, welche die Hemmung umgehen und einen vollständigen Schutz nach einer einzigen Dosis ermöglichen», erklärt Maria Vono. *Nathalie Jollien*

—

M. Vono et al.: Maternal Antibodies Inhibit Neonatal and Infant Responses to Vaccination by Shaping the Early-Life B Cell Repertoire within Germinal Centers, Cell Reports (2019)

Depressive Autoimmunkranke: Suche nach Zusammenhang

Bei Patientinnen und Patienten mit Autoimmunkrankheiten wie etwa Multipler Sklerose, Psoriasis, Morbus Crohn oder auch Typ-I-Diabetes werden relativ häufig auch Depressionen festgestellt. Ein internationales Konsortium analysierte nun, ob dieselben Gene, die mit der Entwicklung von Autoimmunkrankheiten zusammenhängen, auch ein grösseres Risiko mit sich bringen, an einer Depression zu erkranken. Die Forschenden untersuchten dafür Gene, bei denen bereits geklärt ist, dass sie Autoimmunkrankheiten und Schizophrenie miteinder in Verbindung bringen: eine Untergruppe des HLA-Gensystems auf Chromosom sechs.

Das Forschungsteam analysierte genetische Varianten bei über 45 000 Personen mit Depression und bei über 86 000 gesunden Personen (Kontrollgruppe). Das Universitätsspital Lausanne (CHUV) steuerte Daten von 1500 Patienten und 2000 Kontrollpersonen bei. Die Ergebnisse zeigen nun, dass keine HLA-Genvariante, die mit einem deutlich höheren Risiko für Autoimmunkrankheiten oder Schizophrenie verbunden ist, auch mit einem höheren Depressionsrisiko einhergeht. Es scheint also im HLA-System keinen gemeinsamen genetischen Risikofaktor für Autoimmunkrankheiten und Depression zu geben.

«Es muss ausserhalb des HLA-Systems weitere Gene oder biologische Mechanismen geben, mit denen sich die epidemiologisch beobachtete Korrelation zwischen Depression und Autoimmunkrankheiten erklären lässt», meint Martin Preisig, Forscher am CHUV und Co-Autor der Studie. «Die Depression ist aber eine sehr heterogene Störung, und es ist durchaus möglich, dass diese HLA-Genvarianten nicht mit der Gesamtheit, aber mit bestimmten Untergruppen depressiver Störungen zusammenhängen.» *Marc Gozlan*

—

K. P. Glanville et al.: Classical HLA alleles and C4 haplotypes are not significantly associated with depression. Biological Psychiatry (2019)

shutterstock/Andrew Stripes

Depression und Autoimmunkrankheiten treten oft gemeinsam auf, doch der genetische Beleg für einen Zusammenhang fehlt.

Daniel J. Drew/Wikimedia Commons

Der Plattwurm *Gyrodactylus* befällt die Kiemen von Stichlingen. Länge: 0,5 Millimeter.

Wenn Parasiten Fische befallen, vermehren sich Algen

Parasiten beeinflussen nicht nur ihre Wirtsorganismen, sondern können auch ganze Nahrungsketten ins Wanken bringen. Dies haben Forschende vom Wasserforschungsinstitut Eawag gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen aus den USA, Grossbritannien und Portugal in einem gross angelegten Versuch nachgewiesen. Das Team hat einen Monat lang Stichlinge in grossen Wassertanks gehalten, die je 1000 Liter fassen. In zwanzig dieser Behälter waren die kleinen und in der Nordhemisphäre verbreiteten Fische vor dem Experiment mit einem Entwurmungsmittel behandelt und so weitgehend von Parasiten befreit worden. In zwanzig weitere Tanks kamen Fische ohne Behandlung. Sie waren von Parasiten wie Plattwürmern der Gattung *Gyrodactylus* befallen, die sich vom Kiemenschleim der Stichlinge ernähren. Fünf Behälter blieben als Kontrolle leer.

Die von Parasiten befallenen Stichlinge assen weniger Kleinkrebse und Insektenlarven als gesunde Fische. Und weil sich dieses Kleingetier (Zooplankton) von mikroskopisch kleinen Algen (Phytoplankton) ernährt, bedeutete mehr Zooplankton weniger Phytoplankton. Die Parasiten wirken sich also auf die Produktivität des gesamten Ökosystems See aus, wie die Forschenden mit Modellen errechnet haben. Auch die Herkunft der Stichlinge spielt eine Rolle – bei aus dem Bodensee stammenden Fischen war der Effekt grösser als bei Fischen aus dem Genfersee. Der Grund dafür ist möglicherweise ein unterschiedliches Jagdverhalten der beiden Raubfischpopulationen.

Eindeutige Handlungsanleitungen für die Praxis lassen sich aus den Ergebnissen nicht ableiten, meint Blake Matthews, der Letztautor der Studie. Aber: «Unsere Resultate tragen zu einem besseren Verständnis der komplexen Wechselwirkungen in einem See bei.» *Ori Schipper*

—

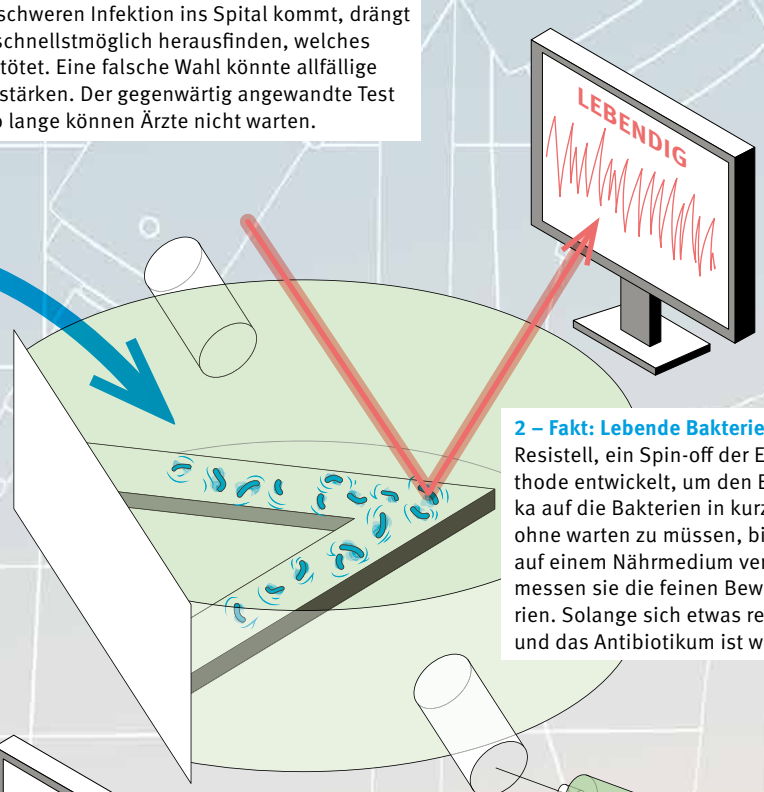
J. M. Anaya-Rojas et al.: An experimental test of how parasites of predators can influence trophic cascades and ecosystem functioning. Ecology (2019)

Bewegungsmelder für resistente Bakterien

Ein Spin-off der EPFL hat einen Antibiotikaschnelltest entwickelt, der die Bekämpfung von Infektionen verbessert. Mit einer Lasermesstechnik misst er Vibrationen von Bakterien im Nanobereich.

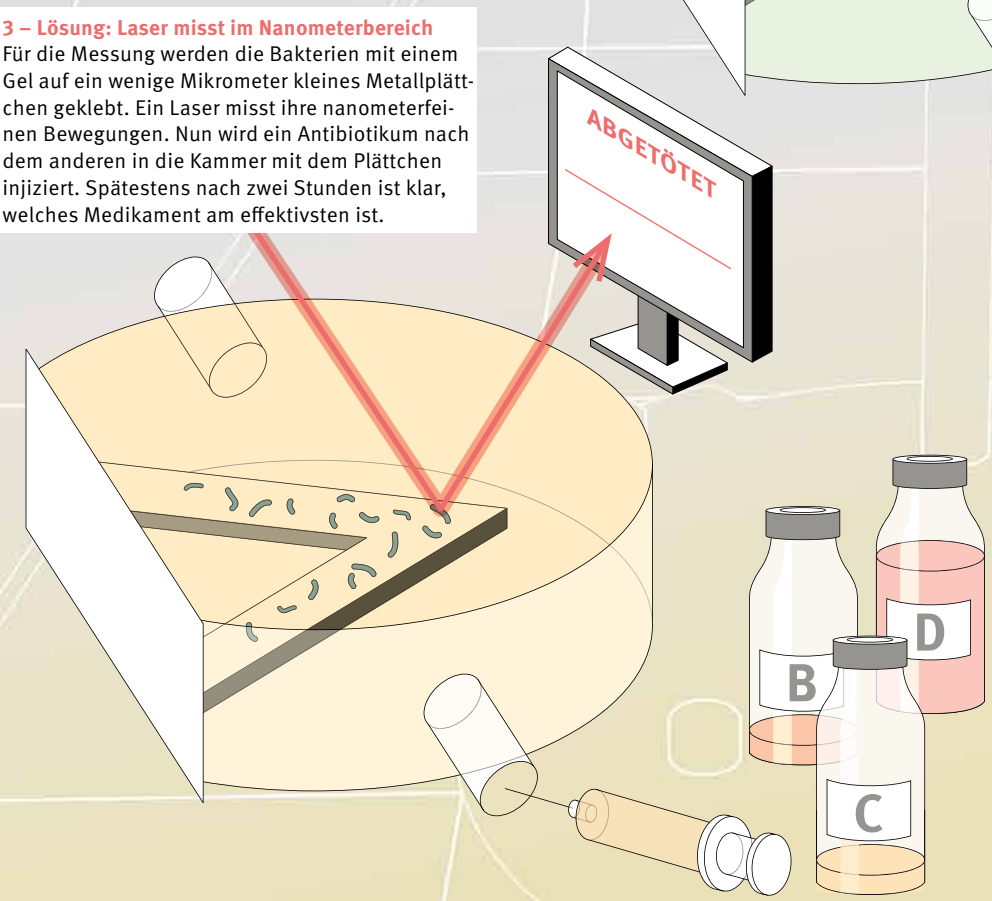
Text: Florian Fisch
Illustration: ikonaut

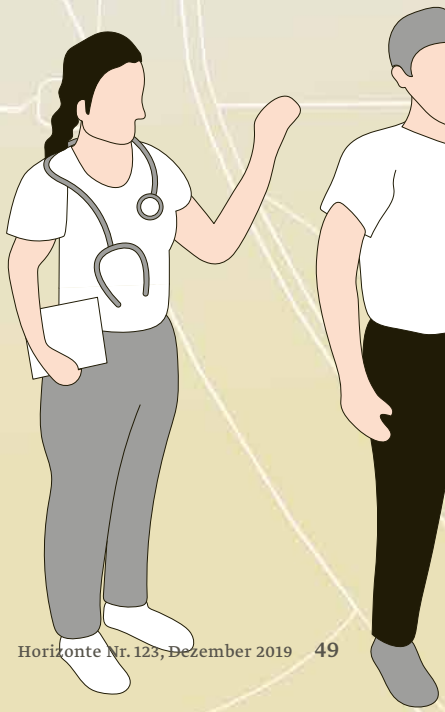
1 – Problem: Welches Antibiotikum hilft wirklich?
Wenn ein Patient mit einer schweren Infektion ins Spital kommt, drängt die Zeit. Die Ärzte müssen schnellstmöglich herausfinden, welches Antibiotikum die Erreger abtötet. Eine falsche Wahl könnte allfällige Resistenzen sogar noch verstärken. Der gegenwärtig angewandte Test dauert ein bis zwei Tage. So lange können Ärzte nicht warten.



2 – Fakt: Lebende Bakterien bewegen sich
Resistell, ein Spin-off der EPFL, hat eine Methode entwickelt, um den Effekt von Antibiotika auf die Bakterien in kurzer Zeit zu messen, ohne warten zu müssen, bis sich die Erreger auf einem Nährmedium vermehren. Dafür messen sie die feinen Bewegungen der Bakterien. Solange sich etwas regt, leben sie noch, und das Antibiotikum ist wirkungslos.

3 – Lösung: Laser misst im Nanometerbereich
Für die Messung werden die Bakterien mit einem Gel auf ein wenige Mikrometer kleines Metallplättchen geklebt. Ein Laser misst ihre nanometerfeinen Bewegungen. Nun wird ein Antibiotikum nach dem anderen in die Kammer mit dem Plättchen injiziert. Spätestens nach zwei Stunden ist klar, welches Medikament am effektivsten ist.





Ein Hoch auf die Unabhängigkeit dieses Magazins!

Von Matthias Egger

«Darf eine Hochschule Waffen entwickeln und Wissen gewinnen, das für kriegerische Zwecke eingesetzt werden kann?»

«Wer wird das Cern von morgen bezahlen? Roadmaps sollen die Planung von teuren Forschungsinfrastrukturen erleichtern. Was noch fehlt: eine Vision für den langfristigen Betrieb einer Anlage.»

«Seit Jahren wird das Schweizer Bildungssystem mit Hochdruck reformiert. Manche beklagen eine Reformitis, andere loben die überfälligen Anpassungen.»

Dies sind nur einige der provokanten Aussagen und Fragen, die in jüngster Zeit in diesem Magazin erschienen sind, das vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) und von den Akademien der Wissenschaften Schweiz herausgegeben wird. Dies stösst nicht immer auf einhellige Zustimmung (siehe Briefe an die Redaktion) und führt manchmal zu heftigen Diskussionen im Forschungs- oder Stiftungsrat des SNF. Warum sollten die konservativen Institutionen SNF und Akademien solche Artikel veröffentlichen? Die Antwort ist einfach: Das tun sie nicht.

Manu Friederich

Horizonte hat eine unabhängige Redaktion und spielt in unserem Land eine wichtige Rolle in der Wissenschaftskommunikation. Das Ziel: die Ergebnisse der aktuellen schweizerischen und internationalen Forschung zu verorten, kritisch zu bewerten und wichtige Debatten über neue Technologien, Innovationen und Wissenschaftspolitik anzustossen. Die Förderung des Dialogs zwischen Wissenschaft und Gesellschaft ist eine wichtige Aufgabe des SNF und der Akademien. Ja, Horizonte wird vom SNF und den Akademien finanziert, aber es ist nicht ihr Firmenmagazin – die Meinungen in den Artikeln sind die ihrer Autoren und spiegeln nicht unbedingt die Haltung der Herausgeber wider.

Um dies klarzustellen und in Zukunft Missverständnisse zu vermeiden, wird Horizonte ab dieser Ausgabe seine Unabhängigkeit am Anfang sowie am Ende des Heftes klar herausheben. Zudem werden die Logos des SNF und der Akademien auf die beiden institutionellen Seiten am Ende des Hefts verwiesen, wo die Kolumnen von Antonio Loprieno und mir weiterhin zusammen mit News aus unseren Organisationen erscheinen werden. Dieser Teil wird nun optisch klar vom Rest des ansonsten unabhängigen Magazins getrennt.

Der Erfolg von Horizonte in den letzten Jahren ist nicht zuletzt auf den visionären und kreativen Chefredaktor Daniel Saraga zurückzuführen, der die Redaktion vor kurzem verlassen hat. Danke Daniel für all die provokante, harte Arbeit!

Matthias Egger ist Präsident des Nationalen Forschungsrats des SNF.

PS: Sie haben kein Abonnement für Horizonte?
Höchste Zeit, dies kostenlos hier nachzuholen:
www.horizonte-magazin.ch/abo.

Tun Sie was!

Hervé Chavaillaz for ScienceComm'19

Der Journalist Mathias Plüss hat mit dem Artikel «Tun Sie was! Eine Anleitung von A bis Z zur Rettung der Welt» in «Das Magazin» den a+ Prix Média 2019 gewonnen. «Journalistisch und wissenschaftlich sauber mit Quellenangaben – originell, humorvoll und absolut moralinfrei geschrieben», lautete das Fazit der Jury der Akademien der Wissenschaften Schweiz. Sie begutachtete 31 Beiträge und entschied sich einstimmig für Mathias Plüss. Der Preis wurde im September an der ScienceComm'19 in Biel verliehen.

Balzans Erbe für die Forschung

Mathematik, Medizin, Film- und Islamwissenschaft – 2019 hat die Balzan-Stiftung sieben internationale Forschende aus diesen Fachgebieten geehrt. Im November überreichte ihnen Nationalratspräsidentin Marina Carobbio Guscetti die Auszeichnung. Das Preisgeld von je 750 000 Franken pro Fachgebiet stammt aus dem Erbe von Eugenio Balzan. Der italienische Journalist und Verleger starb 1953 in Lugano. Die Jury recherchiert überzeugend; der diesjährige Physiknobelpreisträger Michel Mayor war auch einst Balzan-Preisträger.

Blick in Urzeit des Weltalls

SNF/Cornelia Vinzens

Vor 13 Milliarden Jahren ionisierte sich das Weltall wieder: Elektronen und Protonen der Wasserstoffatome trennten sich. Anne Verhamme hat mit Daten des Teleskops Hubble gezeigt, dass wahrscheinlich Galaxien mit ihrer Strahlung die Reionisierung auslösten. Dafür hat der SNF die Astronomin der Universität Genf im September mit dem Marie Heim-Vögtlin-Preis ausgezeichnet.

Supermaterial nutzbar gemacht

Daniel Rihs/13 Photox

Die Materialtheoretikerin Nicola Spaldin hat im November den Schweizer Wissenschaftspreis Marcel Benoist erhalten – für bahnbrechende Forschung zu Multiferroika. Diese neuartigen Substanzen reagieren sowohl auf magnetische als auch auf elektrische Felder. Ein Beispiel ist der Kristall Bismutferrit, der aus Bismut, Eisen und Sauerstoff besteht. Mit ihrer Arbeit hat die Professorin der ETH Zürich die Grundlage für ultraschnelle Rechner und winzige Datenspeicher geschaffen.

Förderung zahlt sich aus

Keystone/Laurent Gilliéron

Der SNF unterstützt die neuen Schweizer Nobelpreisträger in Physik Michel Mayor und Didier Queloz seit vielen Jahren. In einem Interview dankte Michel Mayor dem SNF und der Universität Genf: «Sie haben unsere Arbeit schon finanziert, als die Forschung zu Exoplaneten noch nicht den heutigen Nimbus hatte.» Für Matthias Egger, Präsident des SNF-Forschungsrats, «würdigt der Preis die Grundlagenforschung, die nur mit öffentlichen Mitteln finanziert werden kann».

In eigener Sache

Chefredaktor Daniel Saraga hat Horizonte verlassen. Mit seiner Kreativität und Beharrlichkeit hat er das Forschungsmagazin fünf Jahre lang geprägt. Es ist zum Beispiel sein Verdienst, dass die Wissenschaftspolitik fest verankert und weiter ausgebaut wurde. Dank seinem unermüdlichen Hinterfragen und seinen überraschenden Ideen konnte die Qualität der Publikation auf hohem Niveau weiterentwickelt werden. Wir wünschen Daniel Saraga alles Gute für die Zukunft!
Die Redaktion

Leserbriefe

Kleinklassen sind besser als ihr Ruf
Es konnte nie festgestellt werden, dass Abgänger aus Kleinklassen auf dem Arbeitsmarkt weniger gute Chancen hatten (Sonderpädagogik im «Einmaleins der Reformen», Horizonte 122, S. 20). Lehrmeister haben diese Jugendlichen immer getestet und danach entschieden, wer eine Lehrstelle erhält. Auch ist die Aussage völlig falsch, dass diese Kinder weniger gefördert wurden. In kleinen Klassen geschah dies wesentlich gezielter. Verhaltensauffällige Kinder und solche mit einer schweren Behinderung wurden nie integriert. Einige Gemeinden richten denn auch wieder Kleinklassen ein. Ein öffentlicher Diskurs findet sehr wohl statt: Medienberichte zeigen immer wieder, wie problematisch dieses Experiment in der Bildungslandschaft steht.
Riccardo Bonfranchi, Heilpädagoge, Wolfhausen (ZH)

Schreiben Sie uns Ihre Meinung
Sie möchten auf einen Artikel reagieren? Wir freuen uns über Ihren Kommentar auf Twitter @horizonte_de oder auf Facebook @horizonsmagazine sowie Ihre Mail an redaktion@horizonte-magazin.ch.

Horizonte
Das Schweizer Forschungsmagazin erscheint viermal jährlich auf Deutsch und Französisch. Die Online-Ausgabe erscheint auch auf Englisch.
32. Jahrgang, Nr. 123, Dezember 2019

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

www.facebook.com/horizonsmagazine
www.twitter.com/horizonte_de

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

Redaktion
Florian Fisch (ff), Co-Leitung
Judith Hochstrasser (jho), Co-Leitung
Simon Jäggi (sj)
Santina Russo (sru)
Daniel Saraga (dsa)
Yvonne Vahlensieck (yv)

Gestaltung und Bildredaktion
2. stock süd netthoevel & gaberthüel,
Valérie Chételat

Übersetzung
Weber Übersetzungen

Korrektorat
Birgit Althaler
Anita Pfenninger

Chefredaktion
Christophe Giovannini (cgi)

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

Akademien der Wissenschaften Schweiz
Haus der Akademien
Laupenstrasse 7
Postfach
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 1 Milliarde Franken. Ende 2018 waren 6500 Projekte im Gang, an denen 16 300 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: Refutura FSC, Recycling, matt
Typografie: FF Meta, Greta Text Std

Auflage
36 500 deutsch, 16 100 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 Herausgeber SNF und Akademien wieder.

«Ohne Innovation haben wir keine Chance, dass alle gemäss den Menschenrechten leben können.»

Ruedi Noser Seite 30

«Es ist neu, dass sich Tausende aus den Naturwissenschaften mit Protestierenden solidarisieren.»

Jasmine Lorenzini Seite 36

«In gewissen chinesischen Städten verwendet die Polizei Drogenmesswerte im Abwasser, um Verhaftungsquoten festzulegen.»

Matthew Moy de Vitry Seite 42

Belladonna! Wie hübsch sie ist, die Tollkirsche! Man möchte zugreifen und reinbeissen. Drei bis vier der Beeren töten ein Kleinkind, zehn bis zwölf eine erwachsene Person. Die Blätter der *Atropa belladonna* können aber als Arznei verwendet werden.

Bild: shutterstock/I. Rottlaender