

Lawinenforscher: Sein Labor sind die Berge **38** Grüner Strom: Nicht nur gut für die Umwelt **40** Migration: Booster für Frauenrechte
46

Willias Proble 15

Die Emotionen der Forschenden beachten

Kürzlich musste ich mich zwischen zwei Wohnungen entscheiden. Die eine ist riesig, hat ein Zimmer mehr als die andere und kostet trotzdem fast gleich viel. Die andere ist eher klein, dafür frisch saniert, und man hat einen schönen Weitblick.

Ich begann mittels innerer Strichlisten abzuwägen: Was spricht für die eine oder andere Wohnung, was dagegen? Doch dieses Abhaken von Argumenten brachte mich nicht weiter. Wie oft tricksen wir uns dabei selbst aus und führen extra auf derjenigen Seite mehr negative Punkte auf, wo unser Bauch «Nein» sagt? Schliesslich nahm ich mir einen Moment Zeit, schloss die Augen und stellte mich selbst in den Wohnungen vor. Wie fühlte ich mich dabei? Und schon war glasklar, wohin ich ziehen würde. Die kleinere Wohnung gab mir gleichzeitig ein Gefühl von Geborgenheit und Freiheit. Während die andere in mir einen Mix aus Verlorenheit und Beengung auslöste.

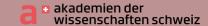
Ohne Emotionen können wir uns nicht entscheiden. Das haben kognitive Psychologen schon in den Sechzigerjahren herausgefunden. Dieses Wissen wurde in der Ökonomie lange ignoriert. Sie betrachtete den Menschen als Homo oeconomicus, dessen einziger Fokus die Nutzenmaximierung ist. Die Verhaltensökonomie wagte hier einen neuen Blick: Sie geht unter anderem davon aus, dass der Mensch nach Gefühl entscheidet. Daniel Kahneman, einer ihrer Begründer, erhielt 2002 dafür den Wirtschafts-Nobelpreis.

Heute werden Emotionen in den verschiedensten Wissenschaftsdisziplinen rege erforscht. Doch sind Gefühle auch bei der Arbeit im Labor, im Hörsaal, im Institut wichtig. Herrscht zum Beispiel unmenschlicher Konkurrenzdruck oder wird gar gemobbt, so kann dies selbst leidenschaftliche Wissenschaftler vergraulen. Oder hochqualifizierte Wissenschaftlerinnen daran hindern, eine Stelle anzutreten, wenn sie etwa spüren, dass in dieser Abteilung Ungutes vor sich geht. Emotionen können also über Laufbahnen entscheiden. Es gibt keinen reinen Homo scientificus. Deswegen muss an Hochschulen alles dafür getan werden, um trotz kompetitiver Umgebung ein gesundes und respektvolles Arbeitsklima zu schaffen.

Judith Hochstrasser, Redaktorin







Horizonte - Das Schweizer Forschungsmagazin Nr. 120, März 2019

horizonte







10

Die Allmacht der Gefühle

Sie lösen Investitionen aus. Sie machen krank. Sie werden moralisch bewertet. Emotionen sind überall, die Forschung will sie dingfest machen. Gelingt das?

10 Fotoserie: Feelings and the City

Überraschung, Wut, Liebe, Angst, Freude, Trauer - Der Genfer Fotograf Fred Merz setzt Gefühle gross in Szene.

Alles im Kopf

Emotionen stecken im Hirn. Dort lassen sie sich dank bildgebender Verfahren immer besser verfolgen. Auch kontrollieren?

Aufgeregt, ergriffen, verärgert, glücklich

Vier Forschende erzählen, wie sie bei ihrer Arbeit von Gemütsbewegungen übermannt wurden.

«Angst war früher schambehaftet»

Historikerin Bettina Hitzer erklärt, wie Gefühle von der Gesellschaft bewertet werden. Und sich deswegen wandeln.

Nähe zu Algorithmen spüren

Wenn Menschen mit Maschinen interagieren, entwickeln sie im besten Fall Vertrauen. Das kann auch ausgenutzt werden.

■ Umschlag innen und aussen: Fred Merz/Lundi 13

25



Was macht eigentlich ein Ingenieur?

Am Tag der Ingenieure wird gezeigt, wo die Macher die Hände im Spiel haben.

Grosser Fussabdruck der Forschung Hochschulen müssen den CO₂-Ausstoss dringend reduzieren.

Was will ich werden?
Studierende hadern mit ihren vielen Optionen Und broughen derwagen Perstung

tionen. Und brauchen deswegen Beratung. 30

Funktionieren im Krisenmodus Warum Hochschulen in heiklen Momenten in der Kommunikation schwächeln.







32

Professorin mit Kampfgeist

Gisou van der Goot wehrt sich gegen Vorurteile und engagiert sich für das Klima.

Kulturtechnik: Hors-sol mit Fisch

Aquaponik wurde an der Expo 15 noch gehypt, bis heute bleibt ihr Durchbruch aus.

Nun auch KI als Therapiehilfe

Maschinelles Lernen hilft, die richtige Behandlung bei Depression zu finden.

37

Monogamie ist ein rares Phänomen Hirnform zeigt vielleicht Intelligenz Viren können Bakterien töten

Sonne, Berge und Lawinen

Ein Physikdoktorand geht regelmässig auf Skitour - für die Wissenschaft.

Paradox der erneuerbaren Energien

Der Strommarkt hält die klimaschädliche Kohlekraft am Leben.

Rätselhafter Schlammvulkan

Ölbohrung oder Erdbeben? Wer ist schuld an Indonesiens Schlammkatastrophe?

Digitales Bauen ist noch nicht nachhaltig Künstliche Intelligenz wird geprüft Sensoren alarmieren bei Trockenheit

Kommerz bringt Professionalisierung

In Sportverbänden arbeiten Freiwillige mehr und mehr mit Profis zusammen.

Die Kita der Italienerinnen

Einwanderinnen leisteten Pionierarbeit für die Gleichstellung.

S Vreneli ab em Guggisberg

Das sächliche Geschlecht für Frauen ist mal despektierlich, mal liebevoll.

Schwache Leader können besser sein Fleischkonsum lässt sich reduzieren Kinderfotos werden vernünftig gepostet

Im Bild

Ein Gletscher entblösst sein Innerstes

Braucht es den p-Wert noch?

Wie funktionierts?

Schnelle und sparsame Computerchips

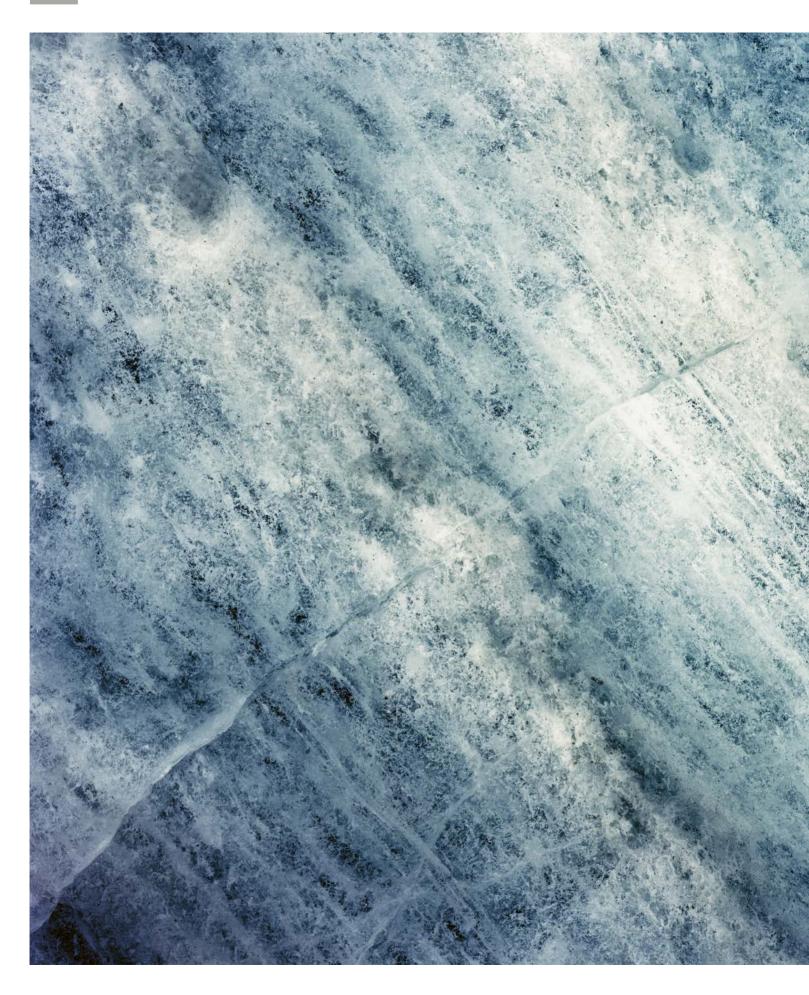
Aus erster Hand

50

Digital: Wissen braucht Einordnung

SNF und Akademien direkt

Gegen wissenschaftliches Fehlverhalten





Im Innern lebt der Gletscher

Matthias Vollmer ist Architekt. durchstreift aber gerne die Berge, um mit den Studierenden vom Institut für Landschaftsarchitektur der ETH Zürich Gletscher zu beobachten. «Wir untersuchen, wie sie die Landschaft gestalten und wie sie von den Leuten wahrgenommen werden. Gletscher spielen in der Schweiz eine wichtige Rolle: Sie haben buchstäblich Täler gegraben und bildlich die Fantasie beflügelt. Unsere Beziehung zu ihnen ist unstet und zwiespältig: Vor einigen Jahrhunderten wurden sie als bedrohliche Naturgewalt wahrgenommen, heute will man sie als Teil der schweizerischen Landschaft bewahren.»

Das Foto zeigt einen halben Meter der inneren Wand des Morteratschgletschers bei Pontresina (GR). Man kann zahlreiche Luftbläschen erkennen sowie schräg verlaufende Risse, die durch die Kräfte entstanden sind, die im Inneren der Eismasse herrschen. Es ist diese Komplexität, die Matthias Vollmer interessiert: «Man stellt sich Gletscher immer als gigantische Gebilde vor, aber sie können auch anders betrachtet werden. Aus der Nähe lassen sich reiche Strukturen erkennen – die Zeugen ihres Innenlebens, ihrer unablässigen Bewegung. Dieser Widerspruch lässt sich vor Ort gut spüren: Im ersten Moment scheint alles erstarrt, aber überall sind die Spuren des Vordringens und Zurückziehens zu entdecken; Eisblöcke, Felsen und Geröll.»

Für die Aufnahme achtete Matthias Vollmer darauf, dass die Wand nicht von der Sonne beschienen wurde. Mit polarisierenden Filtern vermied er zudem Reflexionen, und er arbeitete mit grossen Fotoplatten von 4 × 5 Zoll. «Die analoge Technik zwingt mich, genau über die Aufnahme nachzudenken – im Gegensatz zu den zahllosen digitalen Apparaten, die uns unendlich viele Klischeebilder liefern.»

Vollmer resümiert: «Das Bild ist sowohl ein wissenschaftliches als auch ein künstlerisches Dokument. Wenn ich ein Medium benutze, muss ich Entscheidungen treffen: Wie möchte ich das Objekt in Szene setzen, welche Vorbereitungen muss ich treffen, welche Interpretationen wird die gewählte Darstellung ermöglichen? Das ist für mich die Definition von Kunst: Nicht forciert etwas Schönes zu schaffen, sondern etwas bewusst eine Form zu geben. Aber klar, ich finde dieses Foto auch ziemlich schön!»

Bild: «Glacier Fabric», Matthias Vollmer. Bemerkung: Die Fotografie wurde um 90 Grad nach rechts gekippt.



antwortet der Statistiker Thomas Fabbro.

Braucht es statistisch signifikante Resultate noch?

In der Wissenschaft müssen Resultate statistisch signifikant sein. Das schafft Klarheit, steht aber zunehmend in der Kritik. Sind Hypothesentests noch zeitgemäss?



Fränzi Korner-Nievergelt.

Die Kontroverse um Signifikanztests ist so alt wie die Methode selbst. Die meisten Kritikpunkte laufen auf das gleiche hinaus: Die statistischen Methoden werden falsch angewendet oder die Resultate daraus falsch interpretiert. Richtig durchgeführt, ist das Testen von Hypothesen jedoch weiterhin nützlich und wichtig.

Die Theorie dahinter ist sicher nicht einfach zu verstehen. Im Gegensatz dazu ist die Anwendung dank heutigen Computerprogrammen simpel. Das kommt vielen Anwendern sehr entgegen, da sie sich primär mit ihrem Forschungsthema und nicht mit der Methodik auseinandersetzen möchten. Sie möchten unterscheiden, ob ein Effekt signifikant ist oder nicht, und vertrauen dem Computerprogramm blind. Leider bedeutet signifikant nicht automatisch relevant. So werden aus sehr vielen Untersuchungen Schlussfolgerungen gezogen, die statistisch unhaltbar sind. Gewisse Argumente der Kritiker sind also richtig: Die statistische Signifikanz mit dem p-Wert sollte weniger zum Zug kommen. Häufig wäre es besser, den geschätzten Effekt und dessen Genauigkeit zu beschreiben.

Das Hypothesentesten bleibt jedoch eine sehr wertvolle Methode, wenn es darum geht, informierte Entscheidungen zu treffen und deren Nutzen und Risiken genau abzuwägen, zum Beispiel, wenn ein Medikament oder eine Therapie getestet wird. Eine unverzichtbare Grundlage für eine solche Anwendung ist jedoch eine gute statistische Planung, und diese muss in vielen Fachgebieten wesentlich verbessert werden.

«Wie eng die Planung mit der Interpretation der Resultate verbunden ist, ist vielen nicht bewusst.»

Möchten Forschende zum Beispiel zeigen, dass sich zwei Behandlungen unterscheiden, müssen sie zwingend im Vorfeld festlegen, wie sie den Effekt messen. Zusätzlich müssen sie begründen, wie gross der gesuchte Effekt mindestens sein soll, damit er inhaltlich relevant ist. Dieser rein fachliche Schritt ist für die Planung

unerlässlich. Basierend darauf kann auch die Stichprobengrösse berechnet werden: Ist sie zu klein, kann ein relevanter Effekt nicht gezeigt werden; ist sie zu gross, können irrelevante Effekte signifikant werden. Wie eng die Planung mit der Interpretation der Resultate eines Hypothesentests verbunden ist, ist vielen nicht bewusst. Um das Bewusstsein dafür zu schärfen, schlage ich deshalb vor, diese Informationen schon vor der Durchführung einer Studie zu veröffentlichen. Schon heute gibt es wissenschaftliche Fachmagazine, die solche Studienprotokolle vorab veröffentlichen. Der Trend wird sich fortsetzen.

Neben den Hypothesentests hat eine gute Planung noch viele weitere positive Auswirkungen auf den ganzen Wissenschaftsbetrieb. Der Fokus der Diskussion sollte deshalb weg von isolierten methodischen Aspekten hin zum wissenschaftlichen Gesamtkontext gelenkt werden.

Thomas Fabbro ist Biologe, Dozent an der Universität Basel und Leiter klinische Forschungsinfrastruktur am Departement Klinische Forschung (Clinical Trial Unit) des Universitätsspitals Basel.

p-Wert und statistisch signifikante Resultate

Eine Studie zeigt einen Effekt. Aber sind die beobachteten Unterschiede vielleicht zufällig? Messwerte variieren ja immer. Forschende berechnen deswegen die Wahrscheinlichkeit, dass die Unterschiede rein zufällig

entstanden sind: den p-Wert. Ist er klein genug, gehen sie davon aus, dass der Effekt echt ist. Liegt er unter der Schwelle von fünf Prozent (p < 0,05), sagen sie: «Die Resultate sind statistisch signifikant.»

Um Schlüsse zu ziehen und Entscheidungen zu treffen, wird oft getestet, ob der p-Wert unter fünf Prozent liegt (p < 0.05). Leider ist die Bedeutung des p-Werts so schwierig zu verstehen, dass die meisten Forschenden falsche Schlüsse daraus ziehen. Weit verbreitet ist die falsche Annahme, dass ein p-Wert über 5 Prozent beweise, dass kein Effekt vorhanden ist.

Zum Beispiel fand 2017 eine kanadische Studie bei Kindern, deren Mütter in der Schwangerschaft ein Antidepressivum eingenommen haben, ein 1,6 Mal höheres Risiko für Autismus. Der p-Wert lag aber ganz knapp über fünf Prozent, womit der Effekt statistisch nicht signifikant war. Daraus folgerten die Autoren fälschlicherweise, das Antidepressivum habe keinen Einfluss auf das Risiko für Autismus. Dabei wäre sogar ein 2,6 Mal erhöhtes Risiko immer noch mit den Daten vereinbar. Zu solchen Fehlschlüssen kommt es, weil der Glaube so verbreitet ist, ab einem p-Wert von fünf Prozent kehre sich die Schlussfolgerung einer Studie um.

Die Probleme mit dem p-Wert gehen noch weiter: Selbst wenn Forschende den p-Wert korrekt verwenden, kann es in der Praxis schiefgehen. Die von Biologen richtig formulierte Aussage «wir fanden keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Dauer der Jagdzeit und der Population einer Tierart» ist für einige Politiker Beweis für das Fehlen eines solchen Zusammenhangs. Anstelle des p-Werts hätten die Biologen besser die Stärke des Zusammenhangs gezeigt. Das würde erlauben abzuschätzen, wie sich die zukünftige Population entwickelt, je nach Jagddauer, unter Berücksichtigung des aktuellen Wissenstands. Aufgrund dieser Information könnten sich die Interessengruppen auf eine Jagddauer einigen.

«Nur weil wir mehr Daten erheben, verändert sich ein biologischer Zusammenhang nicht.»

Eine datenbasierte Entscheidung ist nicht möglich, wenn das Resultat auf einen p-Wert grösser oder kleiner als fünf Prozent reduziert wird. Denn ob der Schwellenwert unterschritten wird, darüber entscheidet vor allem die Stichprobengrösse. Nur weil wir mehr Daten erheben, verändert sich ein biologischer Zusammenhang aber nicht. Durch die Reduktion auf den p-Wert geht die Information über die Stärke des Zusammenhangs verloren.

Eine gute Entscheidung ist der Situation angepasst und basiert auf Abwägung verschiedener Alternativen. Bei einer stark gefährdeten Tierart genügen schwache Hinweise auf einen Populationsrückgang, um Schutzmassnahmen zu rechtfertigen. Hingegen werden wir bei einer weit verbreiteten Art erst handeln, wenn starke Hinweise auf eine Abnahme vorliegen. Ein für alle Anwendungen gleiches Kriterium, wie es p < 0,05 ist, führt zu willkürlichen Entscheiden ohne Berücksichtigung der Konsequenzen. Das ist verantwortungslos.

Fränzi Korner-Nievergelt ist Biologin, Inhaberin des Statistikbüros Oikostat, Dozentin an der ETH Zürich und Mitarbeiterin der Schweizerischen Vogelwarte Sempach.







Das ganze Gehirn fühlt

An dem, was wir empfinden, sind mehr Hirnareale beteiligt, als lange angenommen wurde. Bildgebende Verfahren machen diese Vorgänge für die Wissenschaft zugänglich. Und ermöglichen unter anderem neuartige Therapieformen wie das Neurofeedback. Von Yvonne Vahlensieck

s sind Gefühle, die alle kennen: Freude, Wut, Angst, Überraschung, Ekel oder Traurigkeit. Noch vor zwanzig Jahren untersuchten Psychologen diese Emotionen hauptsächlich, indem sie ihre Versuchspersonen befragten und körperliche Reaktionen wie Herzschlag, Atemfrequenz und Gesichtsausdruck überwachten.

Doch seitdem hat sich die Emotionsforschung stark weiterentwickelt: Mit neuen Methoden wie der funktionellen Magnetresonanztomografie (fMRI) können Neurowissenschaftlerinnen nun analysieren, was im Hirn passiert, wenn sie in ihren Probanden verschiedene Gefühle wecken. Hierfür zeigen sie ihnen beispielsweise Fotos von traurigen und fröhlichen Gesichtern, lassen sie an Schokolade riechen oder spielen ihnen gruselige Filmszenen vor. Mit fMRI messen sie dabei die Durchblutung des Gehirns und stellen fest, welche Hirnregionen aktiviert wurden.

«So können wir ietzt obiektive Messmethoden für Mechanismen entwickeln, die eigentlich subjektiv sind», sagt David Sander. «Das ist einer der Gründe, warum bildgebende Methoden im Gehirn so faszinierend sind.» Er ist Direktor des Schweizer Zentrums für Affektive Wissenschaften in Genf, das aus dem Nationalen Forschungsschwerpunkt «Affektive Wissenschaften» hervorgegangen ist (siehe Kasten «Einzigartig interdisziplinär» auf S. 14). Natürlich sehen die Forschenden nicht direkt die Gefühle im Gehirn, aber sie können beobachten, dass verschiedene emotionale Prozesse unterschiedliche Hirnareale auf verschiedenartige Weise aktivieren. «Und das ist enorm nützlich», so Sander.

Kein Gegensatz zu Kognition

Unter anderem stellten die Forschenden damit einige gängige Theorien der Emotionsforschung auf den Prüfstand: So galt etwa die Amygdala, eine mandelförmige Struktur im Zentrum des Gehirns, lange Zeit als Sitz der Angst. Diese Rolle haben die Studien zwar bestätigt - doch sie haben auch gezeigt, dass die Amygdala wichtig für die Verarbeitung von vielen anderen Emotionen ist, sowohl positiven wie negativen. «Wir glauben mittlerweile, dass die Amygdala ganz allgemein dabei hilft, die Wichtigkeit von Situationen subjektiv zu bewerten», sagt Sander. Sie ist deshalb eine Schlüsselstruktur für das Auslösen und die Regulierung von Gefühlen, weit über die Angst hinaus.

«Emotionen spielen bei der Entscheidungsfindung eine wichtige Rolle.»

Kerstin Preuschoff

Ebenfalls überraschend war die Erkenntnis, dass Gefühle nicht nur auf die sogenannten primitiveren Regionen des Gehirns Einfluss nehmen. «Früher dachten wir, es gibt einen Gegensatz zwischen Rationalität und Gefühlen», so Sander. «Aber jetzt wissen wir, dass auch Hirnareale, von denen wir dachten, sie seien nur für höhere kognitive Funktionen zuständig, stark von Emotionen beeinflusst werden.» Das geschieht durchaus auch auf positive Weise, denn Emotionen helfen bei vielen persönlichen Entscheidungen. Für Sander ist klar: «Emotion und Kognition sind keinesfalls Gegensätze.»

Vom Hirnsignal zur Investition

Eine dieser höheren kognitiven Funktionen ist die Fähigkeit, eine gute Entscheidung zu treffen. Was dabei im Hirn abläuft, interessiert besonders die Forschenden der Neuroökonomie. Somit beginnt die Emotionsforschung auch gesellschaftliche Zusammenhänge besser verständlich zu machen.

«Die Ökonomen haben beobachtet. dass sich Menschen beim Treffen von Risikoentscheidungen nicht entsprechend der Vorhersagen ihrer Finanzmodelle verhalten, also vom wirtschaftlichen Standpunkt aus gesehen irrational», sagt Kerstin Preuschoff, Professorin für Neuroökonomie an der Universität Genf. «Doch dann lieferte die Emotionsforschung die Erkenntnis, dass dieses Verhalten gar nicht so unverständlich ist, weil Emotionen bei der Entscheidungsfindung eine wichtige Rolle spielen.» So konnte Preuschoff etwa mit Hilfe von fMRI-Studien zeigen, dass sich Konzepte aus der Finanzwelt wie Grundrisiko oder Erwartungswert in bestimmten Arealen des Gehirns widerspiegeln. «Unsere Forschung hat ganz klein

angefangen bei der Entscheidungsfindung von Individuen, und mittlerweile sind wir bei sehr komplexen Entscheidungsprozessen auf Finanzmärkten angekommen», so

Ein Ziel der Neuroökonomie sei letztlich, diese neuen Komponenten in das Berechnen von Finanzmodellen mit einzubeziehen. Sie räumt zwar ein, dass sich diese Forschung noch in einem frühen Stadium befindet: «Doch wahrscheinlich kann man aus Hirnsignalen schon bald herauslesen, was das Ergebnis von Investitionsentscheidungen sein wird.»

Virtuell fast real

Doch bis es soweit ist. muss die Technik. mit der Gefühle aus dem Gehirn abgelesen werden, noch weiter verbessert werden. «Die meiste Forschung verwendet noch indirekte Methoden, um Emotionen auszulösen», sagt zum Beispiel der Neurowissenschaftler Patrik Vuilleumier vom Schweizer Zentrum für Affektive Wissenschaften. So aktiviere beispielsweise das Betrachten eines fröhlichen Gesichts bestimmte Hirnregionen, ohne aber unbedingt ein wirkliches Gefühl der Freude zu wecken.

«Ich sehe eine grosse Lücke bei der Übersetzung des neuen Wissens in neue gehirnbasierte Therapien.»

Frank Scharnowski

Deswegen entwickelt Vuilleumier ein neues Verfahren, bei dem seine Versuchspersonen mit Hilfe von VR-Brillen in eine virtuelle Welt versetzt werden, wo sie Aufgaben lösen und Abenteuer bestehen müssen. Durch diese Immersion lassen sich nach Ansicht von Vuilleumier nahezu natürliche Emotionen hervorrufen. Mit statistischen Methoden und fMRI-Analysen kann dann auswertet werden, welche Faktoren in den virtuellen Szenarien welche Aktivität im Gehirn auslösen.

Auch Psychologen nutzen mittlerweile die Erkenntnis, dass virtuelle Erlebnisse einen direkten Zugriff auf die Gefühlswelt ermöglichen. So testet etwa das Departement für Kognitive Neurowissenschaften der Universität Basel Smartphone-Apps mit Virtual oder Augmented Reality für die Therapie von Spinnenphobie und Höhenangst. Der Vorteil dabei ist, dass die Betroffenen zwar realitätsnah mit ihren Ängsten konfrontiert werden, die Situation aber trotzdem immer unter Kontrolle bleibt.

Nicht willenlos ausgesetzt

Die Emotionsforschung bietet auch neue Perspektiven für die Therapie von psychischen Krankheiten. Denn bei vielen dieser Störungen sind Hirnareale betroffen, die an der Verarbeitung von Gefühlen beteiligt sind. So gibt es bei manchen depressiven Menschen beispielsweise eine verminderte Rückkopplung zwischen der emotionsverarbeitenden Amygdala und kognitiven Hirnarealen. «Wir haben in letzter Zeit ziemlich viele Fortschritte gemacht und verstehen nun besser, wie Störungen bei der Emotionsverarbeitung mit psychiatrischen Krankheiten zusammenhängen», sagt der Neurowissenschaftler Frank Scharnowski. «Aber ich sehe eine grosse Lücke bei der Übersetzung des neuen Wissens in neue gehirnbasierte Therapien.»

Einen solchen innovativen Therapieansatz - das sogenannte Neurofeedback untersucht Scharnowski gerade an der Psychiatrischen Universitätsklinik Zürich und an der Universität Wien. Beim Neurofeedback-Training lernen Menschen, ganz gezielt bestimmte Hirnareale zu kontrollieren. Hierfür wird mit Hilfe von fMRI laufend die Hirnaktivität gemessen. Gelingt es der Versuchsperson, das gewünschte Hirnareal - beispielsweise die Amygdala - zu regulieren, so erhält sie eine positive Rückmeldung. Scharnowski berichtet, dass die meisten gesunden Menschen diese Methode in nur wenigen Sitzungen erlernen und auch Patienten mit Depressionen oder Angststörungen davon profitieren können.

Die Ergebnisse von Scharnowski zeigen, dass Patienten mit psychiatrischen Krankheiten ihren Emotionen nicht willenlos ausgesetzt sind, sondern dass es durchaus Möglichkeiten gibt, die Kontrolle darüber zu erlernen. Im Normalfall allerdings ist dies gar nicht nötig, denn Gefühle liefern einen wertvollen Beitrag zu unserem Denken und Handeln. Das sieht auch David Sander so: «Natürlich verhindern Gefühle manchmal gute Entscheidungen. Es gibt aber auch Situationen, wo Emotionen sogar notwendig sind, um die beste Entscheidung zu treffen.»

Yvonne Vahlensieck ist freie Wissenschaftsjournalistin in der Nähe von Basel.

Instrumente der Emotionsforschung

- Funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRI): Das bildgebende Verfahren zeigt, welche Hirnregionen gerade viel Energie verbrauchen – anhand des Sauerstoffgehaltes im Blut. Den Probanden wird ein Emotionen auslösendes Bild gezeigt, um die dabei aktiven Hirnregionen identifizieren zu können.
- Virtual Reality (VR): Wenn die Probanden im fMRI-Gerät liegen, wird ihnen mit einer Spezialbrille eine realistische Situation in 3D statt ein flaches Bild präsentiert.
- Augmented Reality (AR): Eine Spezialbrille verwandelt die echte Umgebung des Versuchsraums in eine virtuelle Welt, zum Beispiel in ein Märchenschloss. So können die Probanden ihre Gefühle selbst aktiv beeinflussen.
- Neurofeedback: Die Probanden erhalten von der fMRI-Messung eine direkte Rückmeldung und lernen so, für spezifische Gefühle zuständige Hirnregionen zu aktivieren.

Einzigartig interdisziplinär

Es war etwas ganz Neues: Psychologen, Neurologinnen, Philosophen, Ökonomen, Juristinnen und Anthropologinnen studierten zusammen an einem Thema. Mit dem Nationalen Forschungsschwerpunkt «Affektive Wissenschaften - Emotionen im individuellen Verhalten und in sozialen Prozessen» wurde sowohl untersucht, wie Gefühle das Verhalten beeinflussen, als auch, wie damit die Gesundheit verbessert und das Wohlbefinden gesteigert werden kann. Zwischen 2005 und 2017 unterstützte der SNF den Forschungsschwerpunkt mit fast 30 Millionen Franken. Heute lebt die Struktur als Swiss Center for Affective Sciences an der Universität Genf weiter.



DETEKTIVARBEIT IN ARCHIVEN Aufgeregt

Federica Rossi (41) Archivo del Moderno, Università della Svizzera italiana

«In einem Archiv vergesse ich die Zeit. Im abgedunkelten Raum ist es still - kein Telefon, kaum Menschen. Meine Recherchen sind etwas Intimes. Ich suche nach Geschichten von Menschen, die in nur fünf Jahren Moskau neu aufgebaut haben. Während Napoleon 1812 die Stadt besetzte. zerstörte ein Feuer drei Viertel der Gebäude. Es ist wenig bekannt, dass besonders Tessiner Architekten die Rekonstruktion der Stadt prägten. Eigentlich fühle ich mich als Sherlock Holmes für die Vergangenheit. Ich bin immer wieder aufgeregt und neugierig, sobald ich in einem neuen Dokument nach Datum und Signatur suche oder Briefe von Aristokraten an den Tessiner Architekten Domenico Gilardi lese. Jetzt im zweiten Jahr des Projektes werden die längst verstorbenen Menschen zu meinen Freunden. Sie sind mir vertraut, haben ein Gesicht, ja sogar einen Charakter bekommen. Manchmal unterstützen mich russische Kollegen bei der Recherche in den Archiven. Wer erkennt zuerst, ob das Schreiben ein Original oder eine Kopie ist? Wir konzentrieren uns gemeinsam auf das Dokument und versinken dabei in einen Flow - ein beglückendes Gefühl verbindet uns.» Aufgezeichnet von Franca Siegfried.



Bewegende **Forschungsmomente**

Stellt man sich wissenschaftliche Arbeit vor, denkt man nicht als erstes an gefühlvolle Momente. Aber die gibt es. Forschung kann ergreifen und glücklich machen, kann verärgern oder in Aufregung versetzen. Vier Forschende erzählen.

Illustration: Irene Sackmann



AUFERSTEHUNG VON PALMYRA **Ergriffen**

Patrick Michel (36) Institut für Archäologie und Altertumswissenschaften, Universität Lausanne

«Als der Islamische Staat im August 2015 den Baal-Tempel im syrischen Palmyra in die Luft sprengte, war das ein echter Schock. Ich erlebte als Kind den Krieg im Libanon und kann mich noch an zerstörte Städte erinnern. Hier war es eine archäologische Stätte. Das hat mich zum Weinen gebracht. Ich verspürte tiefe Abscheu, aber es hat auch etwas in mir ausgelöst. Ich wusste, dass wir in unserem Archiv an der Universität Lausanne Material hatten, mit dem wir das Leben dieses Monuments nachzeichnen können: die Daten des Schweizer Archäologen Paul Collart aus den 1950er-Jahren. Wir durften diese nicht unter Verschluss halten. Daran zu erinnern war eine Pflicht, wissenschaftlich und humanitär gesehen.

PAPIERKRAM IM FORSCHUNGSALLTAG

Verärgert

Martin Fussenegger (50) Department of Biosystems Science and Engineering, ETH Zürich

«Forschung ist nicht planbar. Warum? Weil wir die Zukunft nicht voraussehen können. Heute engt uns die Administration ein: Zuerst muss ich eine Hypothese aufstellen, dazu schreibe ich einen Plan. Sobald das Projekt bewilligt, das Geld da ist, kann ich losforschen. Danach schreibe ich ständig neue Berichte für das Controlling, ob ich mit dem Geld richtig umgehe. Entdecke ich etwas Interessantes, das nicht in meinen Antrag passt, braucht es eine neue Hypothese, einen neuen Antrag – alles ist reguliert. Administration kostet sehr viel Geld und Zeit. Es ist genau die Zeit, die uns beim Forschen fehlt. Was mich noch mehr ärgert: Es herrscht der Glaube an ein perfektes System, das keine Fehler zulässt. Als Biologen wissen wir iedoch. dass jedes System fünf bis zehn Prozent Fehler hat, nur so bleibt es flexibel. Mein Appell an die Welt der Hochschulen: Regulation und Kreativität vertragen sich schlecht!»

Aufgezeichnet von Franca Siegfried.



HALTUNG VON LEGEHENNEN Glücklich

Nadine Ringgenberg (33) Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen

Unser dreidimensionales Modell veranschaulicht die Entwicklung der Stätte über mehr als ein Jahrtausend, von 200 v.Chr. bis 1200 n.Chr. Unsere Rekonstruktionsarbeit war als Weltpremiere in einer Ausstellung zu sehen. Die Besucher haben sie oft mit Tränen in den Augen verlassen. In erster Linie haben wir dieses Projekt aber für die Menschen in Syrien konzipiert, vor allem für die Kinder, die in den Flüchtlingslagern zur Welt gekommen sind, damit sie in Verbindung mit ihrem kulturellen Erbe bleiben können. Die Beteiligung am virtuellen Wiederaufbau von Palmyra und anderen Stätten hat mir Hoffnung und meiner Arbeit einen echten Sinn gegeben.»

Aufgezeichnet von Martine Brocard.

«Herausfinden, wie Rampen, Sitzstangen und Nester für Legehennen optimal eingerichtet werden müssen, damit es den Tieren in ihrem Leben möglichst gut geht - das finde ich sehr erfüllend. Jedes Mal, wenn wir Forschungsergebnisse in die Praxis umsetzen dürfen, freut es mich enorm und motiviert mich. Denn das Wohl dieser Tiere liegt mir am Herzen. Ein grosser Moment war, als wir letzten Herbst den neuen Versuchsstall für Geflügel und

Kaninchen in Zollikofen einweihen konnten. Ich war froh und dankbar, als nach einem Jahr Bauzeit die ersten Hühner den Stall betreten konnten. Bedingungen wie Hygiene, Lüftung und Infrastruktur sind stark verbessert worden. Jetzt hoffe ich, dass wir mit den Erkenntnissen aus diesem Stall in Zukunft das Wohl von Tausenden von Hühnern in der Schweiz verbessern können.»

Aufgezeichnet von Sarah Fasolin.

«Gefühle sind nicht universal, sondern von Moral bestimmt»

Angst wurde früher verschwiegen, heute ermuntert man Kinder, darüber zu sprechen. Ekel dagegen ist tabubehafteter als früher. Die Historikerin Bettina Hitzer erklärt, wie sich Gefühle je nach Kontext verändern. Interview: Judith Hochstrasser

eit zehn Jahren wird am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung die Geschichte der Gefühle erforscht. Im Zentrum stehen das 18., 19. und 20. Jahrhundert, Die Forschenden wollen den gesellschaftlichen Normen auf die Spur kommen, die Gefühle prägen, und zeigen auf, wie sich Gefühle im Verlauf der Geschichte verändern. Von Anfang an mit dabei war Bettina Hitzer, Leiterin des Forschungsschwerpunktes «Gefühl und Krankheit. Geschichte(n) einer komplizierten Beziehung».

Bettina Hitzer, fühlen Menschen heute anders als vor 100 Jahren?

Ja, das ist meine Überzeugung. Auch wenn Psychologen und Neurowissenschaftler argumentieren würden, Gefühle seien eine universale Konstante. Für die neuronalen Aktivitäten mag das stimmen. Für mich als Historikerin sind Gefühle aber erst vorhanden, wenn sie vom Subjekt wahrgenommen werden. Und hier kommt immer der kulturelle und historische Kontext dazu.

Wie kann sich ein Gefühl verändern?

Über Angst wird gesagt, sie habe einen evolutionären Sinn, weil sie uns vor Gefahren warnt. Doch die Objekte der Angst verändern sich. Ende des 19. Jahrhunderts zum Beispiel hatten viele Angst, lebendig begraben zu werden. Heute hat man eher Angst davor, dass der Gehirntod festgestellt wird, Organe zur Transplantation entnommen werden und man doch noch einen Rest Bewusstsein hat. Diese Veränderung hängt mit technischen Entwicklungen zusammen. Aber auch das Gefühl der Angst selbst hat sich geändert. Weil die Art, wie wir sie moralisch bewerten und über sie reden, sich verändert hat. Und dies hat Rückwirkungen auf das Gefühl selbst.

Inwiefern?

Wie Erziehungsratgeber zeigen, dominierte Ende des 19. Jahrhunderts die Auffassung, dass ein wohlerzogenes Kind mit gut ausgebildetem Charakter bestimmte Ängste wie etwa die Furcht vor der Dunkelheit leicht und ohne grosse Hilfe überwinden kann. Wenn dies nicht gelang, schämte es sich dafür und setzte alles daran, nicht darüber zu sprechen. Dadurch konnten die Ängste noch grösser werden. Heute hat sich diese Haltung - zumindest in der westlichen Gesellschaft - vollständig geändert. Man ermuntert die Kinder geradezu, über Angst zu sprechen. Sie ist deutlich weniger schambesetzt.

«Ab den 1980er-Jahren wurden Gefühle nicht mehr als irrational oder pathologisch angesehen.»

Man liest oft, im Mittelalter und in der frühen Neuzeit sei die Trauer über den Tod eines Kindes für die Eltern weniger schlimm gewesen.

Es gibt viele Quellen, die eine andere Sprache sprechen und von grosser Trauer der Eltern erzählen. Trotzdem hat sich die Trauer wohl anders angefühlt als heute, weil ein Kindstod als selbstverständlicher galt. Und man eingebettet war in bestimmte Denkund Glaubenshorizonte, in denen der Tod eines Kindes positiv bewertet werden konnte: das unschuldige Wesen, das heimgeht zu Gott. Diese Sicht teilen heute vermutlich nur wenige Menschen. Die Frage nach der Stärke von Gefühlen kann kaum beantwortet werden. Die Emotionsgeschichte misst nicht die Quantität, sondern erforscht qualitative Aspekte der Emotionen.

Gibt es Gefühle, die mal wichtig waren und heute nicht mehr beachtet werden?

Ja, oder die zumindest sehr im Hintergrund bleiben. Ute Frevert, die diesen Forschungsbereich gegründet hat, spricht von «lost and found emotions». Zum Beispiel ist die Empathie eine erst in jüngerer Zeit neu erfundene Emotion. Und Anfang des 20. Jahrhunderts sprach man sehr viel unbefangener darüber, wenn man sich vor etwas oder vor jemandem ekelte. Heute dagegen ist Ekel tabubehaftet.

Sind wir zu politisch korrekt dafür?

Das ist etwas zu stark ausgedrückt. Wenn wir Ekel gegenüber anderen Menschen empfinden, gilt er als asoziale Emotion. Weswegen er oft verschwiegen wird. Zwischen den Zeilen taucht er aber auf, etwa in Sprachbildern. Ein Beispiel: Wenn Obdachlose auf bestimmte Art und Weise beschrieben werden, etwa als verwahrlost, dann ist jeder Person klar, dass man sich eigentlich ekelt.

Das war früher anders?

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde Ekel oft ausdrücklich benannt. So wollte man etwa in den Zwanzigerjahren Patienten mit fortgeschrittenen Tumoren nicht auf die normalen Stationen legen, weil die Absonderungen ihrer Körper als ekelerregend empfunden wurden. Zugleich diskutierte man relativ offen darüber, was getan werden könnte, damit der Ekel weniger gross ist. Heute sind kaum noch so weit fortgeschrittene Tumore zu sehen, aber bei Mund- und Kieferkrebs ist Ekel noch ein Thema. Darüber sprechen Ärztinnen und Pfleger allerdings fast nur fachintern, weil es öffentlich kaum vermittelbar ist.

Wie stark beeinflusst die Wissenschaft Gefühle?



Emotionen waren in der Geschichtswissenschaft lange eine Leerstelle, sagt Bettina Hitzer, die in Berlin zur «Geschichte der Gefühle» forscht.

«Meine Emotionen haben mir geholfen eine bessere Historikerin zu sein.»

Sie ist im Rückblick auf die letzten 150 Jahre sehr wichtig, allen voran die Psychologie, die Psychoanalyse und die Physiologie. Diese Wissenschaften haben Modelle dafür entwickelt, wie bestimmte Gefühle funktionieren und wie man besser mit ihnen umgehen kann. Man denke etwa an die verschiedenen Spielarten der Psychotherapie, die Gefühle in einer ganz bestimmten Art und Weise erklären und behandeln.

Gab es eine andere Zeit, in der die Wissenschaften die Wahrnehmung von Emotionen stark verändert haben?

In den Kulturwissenschaften wird der Begriff «emotional turn» verwendet, der in Gesellschaft und Wissenschaft der Achtzigerjahre stattgefunden hat. Sein wesentlicher Aspekt ist: Emotionen wurden nicht mehr als irrational oder pathologisch angesehen. Und als rationaleres Phänomen wurden sie für die Wissenschaften zugänglicher. Das kann man auch kritisieren und von einer Rationalisierung der Gefühle reden, die Gefühle und Kognition fast ununterscheidbar macht. Erste Ansätze einer Hinwendung zur Emotion als wissenschaftlichem Objekt gab es allerdings schon in den späten Sechzigerjahren in der kognitiven Psychologie. Man erkannte damals, dass Emotionen Entscheidungen erst möglich machen. Sie fanden später auch Eingang in die positive Psychologie und die Idee der emotionalen Intelligenz.

Was veränderte der «emotional turn» in der Gesellschaft?

Die neuen sozialen Bewegungen der Siebziger- und Achtzigerjahre wie die Frauenbewegung, die Friedensbewegung und die Umweltbewegung entdeckten Emotionen einerseits als Beleg für Authentizität und brachten sie andererseits in Frontstellung zu einer öffentlichen Debatte, die mit kühler Mentalität argumentierte: etwa mit Risikokalkulationen oder Sicherheitspolitik. Gefühle wurden einer als spiessbürgerlich empfundenen Gesellschaft gegenübergestellt. Eine wichtige Forderung der Jugendunruhen der Achtzigerjahre in Zürich lautete: Mehr Wärme in der kalten Stadt!

Inzwischen wird breit zu Emotionen geforscht. Sind die Gefühle der Forschenden dabei wichtig?

Ja. Als Historikerin habe ich mich mit der Emotionsgeschichte der Krebskrankheit beschäftigt. Und wie sie durch räumliche Konstellationen und technische Apparate geprägt ist. In den Fünfziger- und Sechzigerjahren hat eine technische Entwicklung dazu geführt, dass es plötzlich sehr grosse Bestrahlungsgeräte gab. Die Patienten wurden für diese Behandlung in abgeschottete Räume gebracht. Es war nicht einfach herauszufinden, wie sie sich dabei gefühlt haben. Darum habe ich mir Fotos von Menschen in solchen Situationen angeschaut und mir vorgestellt, wie ich es empfinden würde, unter dem Apparat zu liegen. Wie das Gefühl ist, wenn er um mich herumgreift und sich die Liege bewegt.

Wie hat Ihnen das bei der Forschungsarbeit geholfen?

Meine Gefühle zu den Bildquellen wiesen mich auf Details hin, die mir sonst vielleicht entgangen wären und auf die ich dann später auch in den Patientenunterlagen stiess. Meine Emotionen haben mir also eine Spur gewiesen und mir geholfen, eine bessere Historikerin zu sein. Dennoch: In einem zweiten Schritt musste ich meine eigenen Emotionen reflektieren und mich fragen, wie stark sie von meinem heutigen kulturellen Kontext geprägt sind.

Welche Entdeckungen im Forschungsprojekt «Geschichte der Gefühle» haben Sie am meisten überrascht?

Am Anfang war ich skeptisch, ob diese Forschung nicht nur an der Oberfläche würde kratzen können. Doch im Verlauf der Arbeit habe ich festgestellt: Es sind nicht nur die sogenannten Ego-Dokumente wie Tagebücher oder Briefe, die über Emotionen Auskunft geben, sondern jegliche Arten von Quellen wie Patientenberichte, Gerichtsurteile, Fotos und so weiter, auch wenn Emotionen dort nicht explizit erwähnt werden. Es ist so anspruchsvoll wie erhellend, diese Quellen in Verbindung miteinander zu bringen.

Eine persönliche Frage zum Schluss: Warum das Interesse für Emotionen?

Erstens war das lange eine Leerstelle in der Geschichtswissenschaft, und wir verstehen Geschichte besser, seit wir sie erforschen. Zweitens hat die Beschäftigung mit den Emotionen mir sehr deutlich gemacht, dass meine spontanen Gefühle viel stärker, als ich gedacht hätte, mit meiner Erziehung und dem kulturellen Kontext, in dem ich mich bewege, zu tun haben. Vieles, was ich für selbstverständlich gehalten habe, ist gar nicht so universal, sondern von Moral und Sozialisierung bestimmt.

Judith Hochstrasser ist Wissenschaftsredaktorin beim SNF.



Vertrauen entscheidet alles

Maschinen und künstliche Intelligenzen wecken Emotionen, manchmal gar Vertrauen - ob wir wollen oder nicht. Das kann von Vorteil sein, führt aber auch zu Missverständnissen und macht uns manipulierbar. Von Claudia Hoffmann

eschimpfen Sie Ihren Computer, wenn er nicht so funktioniert, wie er soll? Amüsieren Sie sich, wenn die Sprachassistenz-Software auf Ihrem Handy absurde Antworten gibt? Wünschen Sie gar Ihrem Rasenmäh-Roboter gute Nacht, wenn er sich an der Ladestation «schlafen legt»? Dann sind Sie damit nicht allein: «Der Mensch hat eine natürliche Neigung dazu, Maschinen wie menschliche Wesen zu behandeln», sagt Martina Mara, Professorin für Roboterpsychologie an der Universität Linz. Das liegt daran, dass das menschliche Gehirn auf soziale Interaktionen gepolt ist und unwillkürlich auf entsprechende Schlüsselreize reagiert, zum Beispiel Bewegung: Fährt der Rasenmäh-Roboter zufällig auf uns zu, will er vermeintlich Kontakt mit uns aufnehmen. «Es braucht sehr wenig, damit wir den Eindruck bekommen, Maschinen hätten Absichten und Gefühle», sagt Mara.

Stolz auf die Spielfigur

Und nicht nur das: Sie lösen auch Emotionen in uns aus, wenn uns völlig bewusst ist, dass es sich nicht um Lebewesen handelt. Das bestätigt die Psychologin Elisa Mekler, die den Forschungsschwerpunkt Mensch-Maschine-Interaktion an der Universität Basel leitet. Sie erforscht unter anderem, welche Beziehung Probanden zu Figuren in Computerspielen aufbauen: «Die Gefühle, die sie beschreiben, sind zum Teil erstaunlich intensiv.» Es sind die gleichen, die man gegenüber Menschen haben kann. Sie reichen von Sympathie und Stolz bis

hin zu Angst und Schuldgefühlen, wenn der Spielfigur etwas Schlimmes zustösst.

Und emotionale Erlebnisse - sowohl positive wie auch negative - bleiben sehr gut im Gedächtnis haften. Ist beispielsweise das Einkaufen in einem Online-Shop mühsam, weil man sich nicht zurechtfindet, oder versteht der Assistenz-Roboter nicht, was man von ihm will, ist der Kunde verärgert oder frustriert und wird das entsprechende Produkt nicht mehr verwenden. «Deshalb haben Designer und Hersteller ein grosses Interesse daran, Produkte so zu kreieren, dass sie positive Gefühle erzeugen», sagt Mekler.

«Der Mensch hat eine natürliche Neigung dazu, Maschinen wie menschliche Wesen zu behandeln.»

Martina Mara

Das ist auch eines der Ziele des sogenannten affective computing: Künstliche Intelligenz soll lernen, menschliche Gefühle zu verstehen und angemessen darauf zu reagieren - oder sogar selbst Emotionen zu simulieren. Um Gefühle zu entschlüsseln, stützen sich Algorithmen auf verschiedene Informationsquellen, etwa Gesichtsausdrücke, physiologische Parameter wie Hauttemperatur und -leitfähigkeit oder die menschliche Stimme. Wieder andere versuchen, Emotionen in Texten zu erkennen (siehe Kasten S. 22).

Die Anwendungsmöglichkeiten sind vielfältig: Bereits sind kamera- und sensorbasierte Systeme in Entwicklung, die künftig detektieren sollen, wann ein Autofahrer müde oder wütend ist, und ihn dazu auffordern, eine Pause einzulegen. Auch gibt es empathisch scheinende Algorithmen wie den arabisch sprechenden Chatbot «Karim» der Firma X2AI, der syrischen Flüchtlingen mit posttraumatischen Belastungsstörungen Hilfe bieten soll. Und in nicht allzu ferner Zukunft könnten emotionssensitive Pflegeroboter erkennen, ob eine Patientin verängstigt oder aufgeregt ist, und ihr Verhalten entsprechend anpassen.

Computer macht sich scheinbar lustig

Bisher funktioniert die Emotionserkennung zwar im Ansatz, doch gehen oftmals Kontextinformationen verloren. So ist es beispielsweise kaum möglich zu unterscheiden, ob jemand aus Freude oder aus Verlegenheit lächelt. «So kommt es leicht zu Missverständnissen zwischen Mensch und Maschine», sagt Mireille Betrancourt, Professorin für Informationstechnologie und Lernprozesse an der Universität Genf. Betrancourt erforscht im Projekt EATMINT, wie bei der computergestützten Zusammenarbeit von Teams Emotionen entschlüsselt oder von Usern selbst an ihr Gegenüber übermittelt werden können.

In einem von Betrancourts Experimenten war ein Proband frustriert, weil er eine Aufgabe nicht lösen konnte. Der Computer gab ihm daraufhin die unpassende Antwort: «Wie amüsant!» Das verärgerte den Probanden, und er brach die

Textanalyse

In Facebook-Posts, Forum-Beiträgen oder Kommentaren auf Webseiten drücken User oft ihre Ansichten und Gefühle aus. Diese Informationen maschinell zu extrahieren kann von grossem Nutzen sein: So lassen sich bereits heute anhand von Tweets Vorhersagen über den Ausgang von Wahlen machen. Oder Firmen bringen mit Hilfe entsprechender Software in Erfahrung, ob Kunden ihrer Marke gegenüber positiv oder negativ eingestellt sind. Und bestimmte Algorithmen erkennen an der Wortwahl in Facebook-Posts, ob jemand depressiv ist.

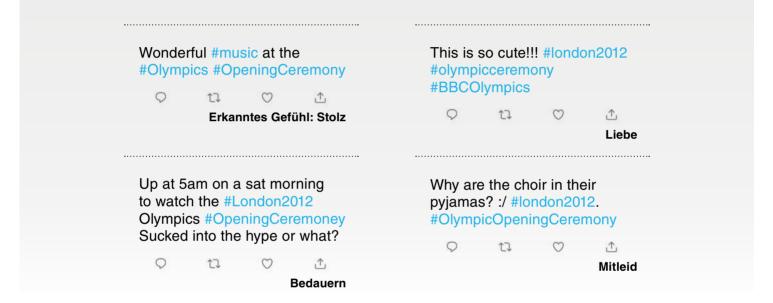
Für die Analyse verwenden die meisten Ansätze manuell erstellte Sammlungen von

Wörtern, die bestimmte Gefühle signalisieren, oder sie stützen sich auf maschinelles Lernen. Viele Methoden sind relativ genau, wenn es lediglich um die Unterscheidung von positiven und negativen Gefühlen geht. Die Aufschlüsselung einzelner Emotionen wie Freude, Ärger oder Trauer ist hingegen schwieriger, insbesondere, wenn diese nur implizit ausgedrückt werden. So gelingt es kaum, zweideutige Wörter korrekt zuzuordnen, Ironie zu erkennen oder den Kontext zu berücksichtigen. Um diese komplexen Aufgaben zu bewältigen, setzen einige Forschungsansätze nun auf die ausgeprägte Lernfähigkeit tiefer neuronaler Netzwerke, eine hoch

entwickelte Art des maschinellen Lernens, das komplexe, nicht lineare Probleme lösen kann.

Von Emoticons lernen

Das Forschungsteam um Pearl Pu von der EPFL hat in 50 000 Tweets über die Olympischen Spiele in London 2012 die Emotionen interpretiert. Der Algorithmus wurde mit der Methode «distance learning» entwickelt: Er analysierte die Hinweise in den Tweets selbst, zum Beispiel Emoticons, bevor er sie generalisierte und auch auf Tweets anwandte, die nur aus Texten bestanden. Wie man in den Beispielen unten sieht, hat er gewissen Erfolg.



Kommunikation sofort ab. «Inadäquate Reaktionen führen zu einem Vertrauensverlust», sagt Betrancourt. Deshalb sollten emotionssensitive Systeme absolut korrekte Schlüsse ziehen. Solange das nicht möglich ist, ist es aus ihrer Sicht besser, die Nutzer selbst nach ihren Gefühlen zu fragen, als sie indirekt aus Daten abzuleiten.

Maschine entlockt sehr Persönliches

Es ist also Vertrauen notwendig, damit sich Menschen auf intelligente Technologien einlassen. Manchmal ist das Vertrauen dann sogar grösser als gegenüber Menschen, was für therapeutische Zwecke wertvoll sein kann. Das verdeutlicht eine amerikanische Studie mit Kriegsveteranen, die Gespräche mit einer virtuellen Therapeutin führten, einem Avatar namens Ellie. Erhielten die Probanden die Information, dass Ellie rein computergesteuert ist, gaben sie ihr mehr von ihren schambesetzten Erinnerungen preis, als wenn sie hinter dem Avatar einen Menschen wähnten - weil sie nicht fürchten mussten, moralisch verurteilt zu werden.

Das Beispiel zeigt jedoch auch, welche Risiken ein zu grosses Mass an Vertrauen birgt: «Systeme, die menschenähnlich interagieren, können uns leicht sehr persönliche Informationen entlocken», sagt Psychologin Mekler. Das wirft bisher ungelöste Fragen bezüglich Persönlichkeitsund Datenschutz auf. Das gleiche gilt für Technologien, die Gefühle automatisch erkennen: Wie sicher sind die Daten, die das emotionssensitive Auto oder die Stimmanalyse-Software über mich sammelt? Wer hat Zugriff darauf? Eine Studie der Universität Siegen zeigt: Potenzielle Nutzer erwarten, dass ihre Daten sicher gespeichert und nicht an Dritte weitergegeben werden. Nur unter dieser Bedingung wären sie bereit, emotionssensitive Technologien zu

Claudia Hoffmann ist freie Wissenschaftsjournalistin und arbeitet beim WSL in Davos.

Überraschung und Wut, Liebe und Angst, Freude und Trauer: Der Fotograf Fred Merz hat für Horizonte Genf mit neuem Blick betrachtet und elementare Emotionen mit der Kamera inszeniert. Seine Arbeit zeichnet sich durch präzise Beleuchtung aus – für eine einzige Aufnahme platziert er bis zu zehn Blitzlichter - und erinnert an die Atmosphäre in Kinofilmen. «Ich habe zuerst Orte gesucht, die in mir Gefühle wecken, und mir dann für jede Emotion eine Geschichte ausgedacht», erzählt der Künstler. «Alle abgebildeten Personen gehören zu meinem Bekanntenkreis: Schliesslich ist es angenehmer, mit Leuten zu arbeiten, die man gerne hat!» Fred Merz ist Mitgründer der Agentur Lundi13.



«Wir wollen nicht reden, sondern machen»



Am 15. März findet der erste Ingenieurtag statt. Daniel Löhr hat ihn mitlanciert. Er ruft seine Berufskollegen dazu auf, an diesem Tag im ganzen Land Farbe zum eigenen Beruf zu bekennen.

Daniel Löhr, weshalb braucht es einen Ingenieurtag?

Wir wollen den Leuten, die all die Gegenstände in unserem Umfeld entwickeln, ein Gesicht geben. Das Bild der Ärztin oder des Piloten existiert in den Köpfen, aber selten denkt man an die Leute, die das Spital oder das Flugzeug konstruiert haben. Wir wollen den Schwerpunkt nicht auf das Berufsbild legen, sondern auf die Profis in ihrer Vielfalt. Punktuelle Initiativen wie Schulbesuche existieren bereits, das Publikum ist aber zu klein.

Was steht auf dem Programm?

Events in Hochschulen und Unternehmen. Wir hoffen aber auch, dass Ingenieure und Ingenieurinnen informell mit der Bevölkerung ins Gespräch kommen: Wir rufen sie deshalb dazu auf, am 15. März ein hellblaues Accessoire zu tragen - eine Krawatte, ein Halstuch, Socken -, um damit zu signalisieren: «Stellen Sie mir

Fragen, sprechen wir über meine Tätigkeit, tauschen wir uns aus.» Es soll unsere Gemeinschaft für einen Tag lang näher zusammenbringen.

Die beiden Initianten des Projekts arbeiten für ein Privatunternehmen. Das überrascht.

Es handelt sich um eine rein individuelle, freiwillige Initiative, die ich mit meinem Kollegen Christian Vils lanciert habe. Ich war lange Zeit in Vereinen tätig und weiss, dass ein offizielles Projekt eine langwierige Finanzierung und Organisation bedingt hätte. Wir wollen nicht reden, sondern machen.

Was für ein Budget haben Sie?

Unsere Ausgaben sollten 10000 Franken nicht übersteigen. Wir wollten keine schwerfällige Organisation mit langen Entscheidungswegen. Es ist eine Bottom-up-Bewegung, bei der die Personen und Institutionen selber entscheiden, was sie beitragen möchten.

Der Ingenieurtag... Haben Sie die Frauen

Ganz im Gegenteil! Wir haben vier Ingenieurinnen gefragt, was sie zum Titel des Tags meinen, und alle sagten uns, dass sie sich eingeschlossen fühlen. Eine davon, meine künftige Schwiegertochter, hat gesagt: «Ingenieur oder Ingenieurin? Das ist mir wurst!»

Ihr Tag findet am Tag nach dem Pi-Tag statt. Zuerst die Mathematik und dann die Ingenieurwissenschaft?

Reiner Zufall. Der regelt die Dinge gar nicht so schlecht, finde ich! Interview: Daniel Saraga

DAS ZITAT

«Wenn die Antragsteller [für Forschungsbeiträgel nicht erkennen, ab welchem Punkt die Bewerbung bereits eine Lotterie ist, investieren sie auf Kosten ihrer Forschungstätigkeit zu viel in ihre Bewerbung.»

K. Gross und C. Bergstrom analysieren in Plos Biology das Kosten-Nutzen-Verhältnis bei der Bewerbung um Beiträge für ein Forschungsprojekt.

DAS WERKZEUG

European Open Science Cloud

■ Über die Ende 2018 lancierte Plattform EOSC können Forschungsdaten aus Biologie, Umweltwissenschaften, Physik oder auch Digital Humanities geteilt werden. Die Schweiz unterstützt dieses Projekt, Schweizer Forschende haben Zugang dazu.

DIE KOSTEN

9 Milliarden Euro

Anfang 2019 vom Cern geschätztes Budget für den Bau des Future Circular Collider in einem 100 km langen Tunnel.

NEWS

China: Soziale Bestrafung für Betrug in der Wissenschaft

Das Sozialpunktesystem, mit dem China unerwünschtes Verhalten seiner Bürger ahndet, soll auch auf Forschende ausgedehnt werden, denen wissenschaftliches Fehlverhalten nachgewiesen wurde. Als Sanktion können gemäss Nature Bankkredite oder der Zugang zu Stellen ausserhalb des akademischen Bereichs verweigert werden.

Peer-Review mit künstlicher Intelligenz

Das Schweizer Verlagshaus Frontiers Media hat ein System entwickelt, in dem die Editoren von künstlicher Intelligenz unterstützt werden sollen. Es schlägt zum Beispiel potenzielle Experten vor und identifiziert Interessenkonflikte oder auch Hinweise auf Plagiate.

DAS ZITAT

«Wenn es so weitergeht, ist es irgendwann nicht mehr attraktiv, in Zürich zu forschen.»

Manfred Kopf von der ETH Zürich bemängelt in der NZZ die massive Zunahme der Bürokratie und der Anforderungen der Kantonalen Tierversuchskommission.

DIE ZAHL

Das ist die Zahl neuer Autoren, die 2018 auf Biorxiv, einem Preprint-Server für Biowissenschaften, veröffentlicht haben vier Mal mehr als 2016. Allerdings wurden nur 67 Prozent der vor Ende 2016 eingereichten Preprints auch von einer Fachzeitschrift veröffentlicht (bis Ende 2018).

Wissenschaft muss den eigenen CO₂-Ausstoss drosseln

Forschende fliegen rege um die Welt, um sich an Konferenzen auszutauschen. Oft ohne gross an das Klima zu denken. Das kann sich ändern, wie verschiedene Nachhaltigkeits-Initiativen aus der Wissenschaft zeigen.

Text: Marcel Falk, Infografik: 1kilo



Ideen der Studierenden nutzen

«Für einen echten Wandel müssen wir zuallererst die Kultur ändern», sagt Marco Mazzotti vom Departement für Maschinenbau und Verfahrenstechnik. Als die ETH Zürich 2017 all ihre Departemente aufforderte. Reduktionsziele für Treibhausgase und Massnahmen festzulegen, involvierte der Professor von Beginn weg Studierende genauso wie Postdocs. Auch bei den Massnahmen stehen Studierende nun im Zentrum: finanziert von einer CO₂-Abgabe auf Flüge, können Studierende ab 2019 konkrete Projekte im Rahmen der Nachhaltigkeitsziele durchführen. «So werden sich jedes Jahr Hunderte von Studierenden Gedanken machen und Erfahrungen sammeln, wie die Wissenschaft nachhaltiger werden kann», sagt Mazzotti.



Über 40 000 Onkologinnen und Onkologen fliegen jedes Jahr zum Kongress der Amerikanischen Gesellschaft für klinische Onkologie. Einige Spezialisten aus der Schweiz dagegen reisen lieber ins stille Flüeli-Ranft im Kanton Obwalden. Sie treffen sich parallel zum fünftägigen Anlass in den USA während dreier Tage in einem Jugendstil-Hotel. Ein Programmkomitee und Kundschafter in den USA haben bereits Vorarbeit geleistet und aus den insgesamt 4000-5000 Beiträgen die für die Klinik wichtigsten ausgewählt. «Ein grosser Zeitgewinn für die Teilnehmenden», sagt **Daniel Helbling** vom Onkozentrum Zürich, ein Initiator des Schweizer Treffens. Einen Tag zeitversetzt schauen sich die Schweizer Ärztinnen und Ärzte die Vorträge auf Video an, diskutieren sie untereinander und immer wieder per Videoschaltung auch mit den Referenten. «Wir sparen Zeit, Geld und rund 133 Tonnen Kohlendioxid jährlich», sagt Helbling. «Früher war ich nach diesen Konferenzen erschöpft und vom Riesenangebot erschlagen. Heute bin ich erholt und gut informiert.»

Nur an drei Konferenzen fliegen

Geschockt vom Ausmass der CO2-Emissionen durch Geschäftsreisen an der EPFL, fasst Gisou van der Goot einen ambitionierten Plan: den Treibhausgasausstoss an ihrer Fakultät für Life Sciences zu halbieren. «Wir ermutigen unsere Assistenzprofessoren, nur drei internationale Konferenzen pro Jahr in ihr Promotionsdossier aufzunehmen», sagt die Dekanin der Schule. Wissenschaftlicher Austausch bleibt selbstverständlich wichtig, dazu möchte van der Goot eine erstklassige Infrastruktur für Videokonferenzen anschaffen und während internationaler Konferenzen regionale oder nationale Hubs organisieren. Noch tüftelt die Schulleitung am richtigen Mix der Massnahmen. «Wir sind in Trendsetter-Stimmung», sagt van der Goot (die Sie im Porträt auf Seite 32 besser kennenlernen).

Der ökologische Fussabdruck der Forschung

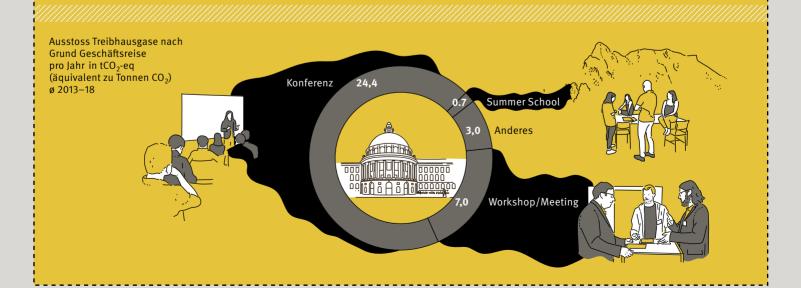
Selbst wenn das Klima ihr Schwerpunkt ist, sorgen Forschende für viel CO₂-Austoss. Dabei müssten sie nicht einmal auf ihre Reisen verzichten, um 40 Prozent des Treibhausgasausstosses reduzieren zu können. Der Kluge reist im Zuge. Und fliegt in der Economyclass. Zahlen von der ETH Zürich und der EPFL zeigen dies eindrücklich.

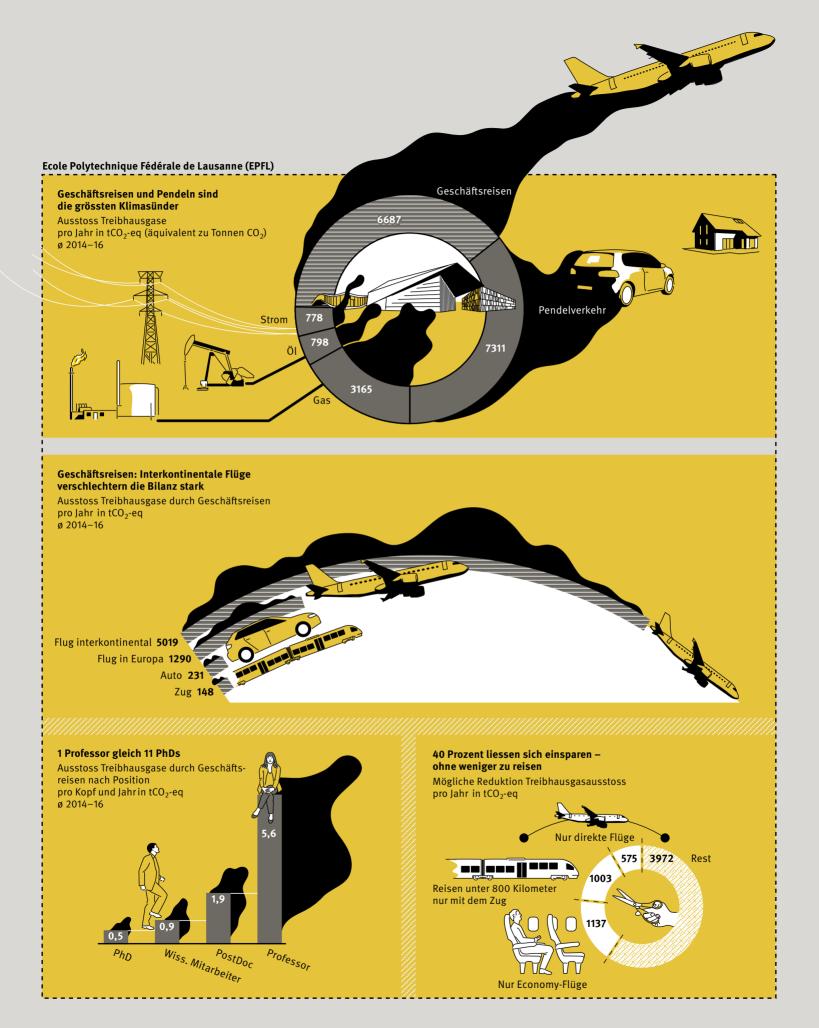
Forschungsgruppe an der ETH Zürich

«Der mit Abstand grösste Teil unserer Treibhausgasemissionen kommt von unserer Teilnahme an einer Konferenz namens Ocean Sciences, die alle zwei Jahre stattfindet. Da müssen wir einfach hin. Vielleicht könnten es einige Personen weniger sein.»



Der Klimaforscher Nicolas Gruber leitet ein rund 20-köpfiges Team an der ETH Zürich.







«Ökologisch verantwortungsvolles Verhalten darf kein Hemmschuh für eine Karriere sein»

Er engagiert sich mehr national und fliegt nie nur für einen Tag interkontinental: Reto Knutti, Klimaforscher an der ETH Zürich, im Interview über die Schwierigkeit, sich als Forschender umweltbewusst zu verhalten.

Die ETH möchte bis 2025 durch Geschäftsreisen 11 Prozent weniger Treibhausgase verursachen. Genügt das?

Nein, aber es ist ein wichtiger erster Schritt. In der Schweiz fliegen wir immer mehr. An der ETH leiten wir jetzt eine Trendwende ein.

Aber die nächsten 89 Prozent werden wohl schwieriger.

Nicht unbedingt. Es braucht einen tiefgreifenden Wandel. Wer als wissenschaftlich exzellent gelten möchte, muss international unterwegs sein. Bei der Auswahl von

Konferenzen, Partnern oder Feldstudien spielt Distanz heute einfach keine Rolle. All dies zu ändern ist wohl der schwierigste Teil. Die Diskussionen dazu führen wir jetzt.

Ist eine globale Wissenschaft ohne Flüge möglich?

Mit viel weniger Flügen sicher. In einzelnen Fällen braucht es eine Präsenz vor Ort, etwa bei neuen Partnerschaften.

Was riskieren Forschende und Institutionen, die vorpreschen?

Gerade für jüngere Forschende ist es schwierig. Sie müssen sich etablieren. Wir dürfen deshalb nicht nur fordern, sondern müssen die Bewertungskriterien ändern. Ein ökologisch verantwortungsvolles Verhalten darf kein Hemmschuh für eine Karriere oder für Exzellenz sein. Für Institutionen hat der Wandel auch Vorteile. Die tatsächlichen Kosten der Herumfliegerei werden stark unterschätzt. Ich denke

etwa an den Zeitaufwand, den Jetlag und die Familie.

Ist die Wissenschaft in der Pflicht?

Klar. Bei einem globalen Problem wie dem Klimawandel darf es keine Trittbrettfahrer geben, alle müssen beitragen. Nicht nur Forschende. Schliesslich fliegen Herr und Frau Schweizer pro Kopf weiter als ein ETH-Forscher in seinem Beruf.

Wie halten Sie es mit dem Fliegen?

Ich engagiere mich mittlerweile mehr national und finde hier genauso relevante Projekte wie in Übersee. Dabei fliege ich möglichst wenig, nie Businessclass und nie interkontinental nur für einen Tag.

Reto Knutti forscht an der ETH Zürich und ist Präsident von ProClim, dem Forum für Klima und globalen Wandel der Akademie der Naturwissen-

Orientierungslos, überlastet, ausgeliefert

Die kaum überschaubaren Optionen im Bologna-System haben ihre Tücken, etwa bei der Planung der Laufbahn. Sandro Vicini leitet die Beratungsstelle der Berner Hochschulen, die Studierende und Mitarbeitende bei solchen Fragen unterstützt. Der Psychologe weiss auch, weshalb Frauen beratungsaffiner sind als Männer. Interview von Franca Sieafried

Sandro Vicini, warum kommen Studierende zu Ihnen in die Beratung?

Ihre Fragen drehen sich unter anderem um Lernstrategien, Prüfungsangst, Stress, Referatskompetenz, wissenschaftliches Schreiben und Laufbahnberatung. Es können ausserdem soziale Probleme dazu kommen wie etwa Krach in der WG oder «Gstürm» mit Eltern. Oder jemand hat eine schwere Krankheit.

Welches Thema dominiert?

Wie soll ich meine Laufbahn planen? Mit dem Bologna-System haben die Optionen für die Studierenden zugenommen. Ausserdem ist das Angebot der Hochschulen im In- und Ausland komplex und für viele schwer überschaubar geworden.

Warum stresst es, wenn man viele **Optionen hat?**

Psychologisch gesehen ist eine der grossen Entwicklungsaufgaben des Menschen: Was wird aus mir? Manche gehen diese Aufgabe rechtzeitig an, andere landen in einem Studiengang, ohne viel geplant zu haben. Wir unterstützen die Studierenden dabei, ihre Entscheidung selbstständig und möglichst sachgerecht zu treffen.

Benötigt die heutige Generation Studierender eine professionelle Lebensschule?

Der Beratungsbedarf ist im Vergleich zur Entwicklung der Hochschullandschaft tatsächlich überproportional gewachsen. Man könnte jetzt auf eine schwächere Belastbarkeit der heutigen Studierenden schliessen. Diese hängt jedoch nicht nur von der Persönlichkeit ab.

Sondern?

Im Bologna-System sind die Prüfungsfrequenzen viel höher. Das ECTS-Punktesystem verlangt ein Studium im Vollzeitmodell. Trotzdem sind 80 Prozent der



Während der Dissertation befinden sich Forschende häufig in einem doppelten Abhängigkeitsverhältnis, sagt Psychologe Sandro Vicini. Bild: Valérie Chételat

Studierenden nebenbei noch erwerbstätig. Viele, die mit dieser Belastung nicht klarkommen, landen bei uns.

Wurde durch Bologna die psychologische Beratung schweizweit vereinheitlicht?

Nein, jeder Kanton verfügt über eigene Strukturen, und die organisatorische Verortung der Beratungsstelle ist sehr unterschiedlich.

«Frauen sind eher bereit, über ihre Probleme zu sprechen.»

Beschäftigen weibliche Studierende andere Sorgen als männliche?

Nein - aber Frauen sind beratungsaffiner. Unsere Klientel besteht aus zwei Drittel Frauen und einem Drittel Männer. Die Verteilung der Geschlechter über alle Hochschulen hinweg liegt jedoch bei je rund 50 Prozent.

Wie erklären Sie sich diese Affinität?

Frauen sind eher bereit, über ihre Probleme zu sprechen.

Gemäss Studien ist ieder zweite Studierende psychisch belastet...

Dieses alarmistische Resultat verlangt nach einer methodologischen Überprüfung der Studie. Es gibt Studierende, die in eine ernste existenzielle Krise geraten, aber diese Gruppe ist verhältnismässig klein.

Mit welchen Fragen wenden sich **Doktorierende an Sie?**

Die Dissertation ist oft an eine Doppelabhängigkeit gekoppelt: Die Doktorierenden sind einerseits am Lehrstuhl von Doktormutter oder -vater angestellt und leisten Erwerbsarbeit für sie. Andererseits bewerten ihre Vorgesetzten die Doktorarbeit.

Kommt es deswegen im Mittelbau häufiger zu Mobbingfällen?

In diesen Strukturen herrschen unsichere Anstellungsverhältnisse und grosser Konkurrenzdruck, weil feste Stellen knapp sind. Ausserdem gibt es oft Unklarheiten und Defizite in der Führung. Das sind alles Voraussetzungen, die Mobbing begünstigen können. Echte Mobbingfälle sind trotzdem relativ selten.

Franca Siegfried ist wissenschaftliche Beraterin der Akademien der Wissenschaften der Schweiz.

Hochschulen: Krise der Krisenkommunikation

Universitäten reagieren in Krisen oftmals defensiv. Dabei sollten sie diese als Normalfälle betrachten und sich darauf einstellen, schreibt Michael Furger.

ie Universität St. Gallen hatte schon ruhigere Jahre als 2018. Zuerst gerät ein Wirtschaftsprofessor wegen seiner Tätigkeit als Verwaltungsratspräsident bei der Bank Raiffeisen in die Schlagzeilen. Dann muss sie ein Verfahren wegen möglicher Spesenexzesse an einem Institut einleiten, und schliesslich kommt der Rektor selbst wegen seiner Nebentätigkeiten und hoher Vergütungen unter Druck.

Eingeschnappt statt einsichtig

Drei Krisen, alle wurden öffentlich. Und es sind nicht die einzigen Negativ-Schlagzeilen von Schweizer Hochschulen der letzten Jahre. Zu nennen wäre etwa die Aufregung um veröffentlichte Prüfungsbogen an verschiedenen Universitäten, zum Beispiel an der Universität Bern 2017, die Mobbing-Affäre an der ETH Zürich 2017, der Eklat um den geheim gehaltenen UBS-Sponsoring-Vertrag an der Universität Zürich 2013 und schliesslich die wahrscheinlich grösste Krise einer Schweizer Hochschule in jüngster Zeit: die Affäre um den umstrittenen Zürcher Medizinhistoriker Christoph Mörgeli, welche wiederum die Uni Zürich 2012 erschütterte.

In vielen Fällen waren die öffentlichen Reaktionen der Hochschulen auf ihre Krisen ähnlich: hilflos, zuweilen wirr, auch mal beleidigt. Die ETH Zürich beispielsweise wollte mit allen Mitteln verhindern, dass der Mobbingfall öffentlich wurde. Als es dennoch geschah, gab sie sich wortkarg und eingeschnappt. Auch eine Erhebung aus Deutschland deutet darauf hin: Die Kommunikationsabteilungen von Hochschulen verstehen es zwar bestens, Magazine auf Hochglanzpapier zu publizieren und Mitteilungen über Forschungsresultate zu versenden. Doch auf Krisen scheinen sie mässig vorbereitet zu sein.

Forschende der Technischen Universität Ilmenau befragten 2017 die leitenden Kommunikationsverantwortlichen von 67 deutschen Hochschulen. Vier von fünf gaben an, schon mindestens eine Krise erlebt zu haben. Am häufigsten waren dies negative Medienberichterstattungen oder Verfehlungen von Angestellten oder Studierenden. Dennoch werden, so der Befund, wichtige Instrumente wie Medientraining, die Entwicklung von Krisenszenarien oder auch von Richtlinien für den Umgang mit Social Media nur in geringem Umfang eingesetzt. Zur Schweiz gibt es zwar keine entsprechenden Zahlen, doch die Hochschulkommunikation sei mit jener in Deutschland vergleichbar, sagt Birte Fähnrich, wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und Mitherausgeberin des Buches «Forschungsfeld Hochschulkommunikation».

Diskutieren statt handeln

Fähnrich hat den Plagiatsfall der ehemaligen deutschen Bildungsministerin Annette Schavan im Jahr 2012 untersucht. Nicht nur für Schavan, die ihren Doktortitel und das Ministeramt verlor, sondern auch für die betreffende Universität Düsseldorf wurde der Fall zu einer Krise, den sie nur ungenügend bewältigte. Die Hochschule sei in ihrer Kommunikation sehr stark darauf bedacht gewesen, das Verfahren der Prüfung und Aberkennung in den Vordergrund zu stellen, sagt Fähnrich. «Es ging ausschliesslich um die formale und rechtliche Korrektheit.» Dabei habe es die Universität aber verpasst, ihre Aufgabe als «Wissenschaftskommunikatorin» wahrzunehmen, sprich: über die Praktiken und Probleme wissenschaftlichen Arbeitens aufzuklären und damit den Ruf der akademischen Ausbildung wiederherzustellen.

Krisen sind sozial und kommunikativ konstruiert. Wie sie öffentlich wahrgenommen werden und wie stark sie damit die Reputation einer Hochschule oder der Wissenschaftsgemeinschaft schaden, hängt entscheidend von der Krisenkommunikation ab. Die Frage drängt also: Wieso scheitern selbst exzellente Hochschulen an dieser Herausforderung? Ein Grund sei die dezentrale Struktur der Organisationen, sagt Rolf Probala. Er war von 2000 bis 2006 Kommunikationschef der ETH Zürich und ist heute selbstständiger Kommunikationsberater. Die Hochschule als «Republik von Gelehrten», die sich selbst verwaltet und Professoren hohe Autonomie einräumt, sei sinnvoll, wenn es um akademische Fragen gehe, die man lange diskutieren könne. «Doch in Krisensituationen, wenn rasches, dezidiertes Handeln gefragt ist, wird dieses Führungsmodell zur Hypothek, wenn nicht zum Debakel.»

«lede Debatte könnte dereinst die eigene Universität betreffen.»

Peter Stücheli-Herlach

Den zweiten Grund sieht Probala in der Grösse und der Komplexität von Hochschulen. Wegen der langen internen Kommunikationswege und divergierender Interessen dauere es in Krisenfällen oft zu lange, bis der oberste Chef davon erfahre. Dies gelte zwar auch für grosse Unternehmen der Privatwirtschaft und für staatliche Institutionen, sagt Probala. «Doch die Struktur der Hochschulen mit ihrer eher schwachen Führung verstärkt das Problem.» Gute Kommunikation wird zusätzlich dadurch erschwert, dass Krisen an Hochschulen äusserst vielfältig sein können und zuweilen gar nichts mit wissenschaftlicher Arbeit zu tun haben. Als Kommunikationschef entwickelte Probala deswegen ein Krisenkonzept, das von wissenschaftlichen Fälschungen über Missbrauch oder



Andreas Fischer, Rektor der Universität Zürich, nimmt im September 2012 Stellung zum Arbeitsverhältnis von Christoph Mörgeli. Dieser wird per sofort als Konservator des Medizinhistorischen Museums freigestellt. Bild: Keystone/Alessandro Della Bella

kriminellem Verhalten von ETH-Angehörigen bis zu einer Explosion in einem Labor mit der Freisetzung von Giftstoffen, Terroranschlägen oder Hackerangriffen ging.

Im gesellschaftlichen Gegenwind

Dass solche Szenarien nicht aus der Luft gegriffen sind, zeigen Beispiele aus den USA. Eine der grössten Krisen an einer amerikanischen Hochschule verursachte 2007 ein psychisch kranker Student der Virginia Polytechnic Institute and State University. Während zweieinhalb Stunden erschoss er auf dem Campus 32 Dozierende und Studierende. Die Kommunikation der Virginia Tech geriet später massiv in die Kritik, weil man nach den ersten Schüssen die Studierenden zu zögerlich informiert habe. Dabei hätten in erster Linie Leben gerettet werden sollen.

Hochschulen müssten ihr Bewusstsein gegenüber Krisen ändern, sagt Peter Stücheli-Herlach, Professor für Organisationskommunikation und Öffentlichkeit an der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften. Denn: «Jede grössere Organisation wird einmal von einer Krise getroffen.» Hochschulen seien besonders gefährdet, weil sie heute häufig exponiert und umstritten seien. Die finanziellen Ressourcen, die sie brauchen, und auch die Wissenschaft an sich würden dauernd in Frage gestellt. Es gäbe ethische Diskurse und soziale Spannungen. «So gesehen», sagt Stücheli-Herlach, «ist es sogar erstaunlich, dass es nicht zu mehr Krisen kommt.»

Wegen der härter werdenden gesellschaftlichen Debatten stünden den Hochschulen schwere Zeiten bevor. Sie müssten lernen, dass Krisen normal sind. Der erste Schritt dazu sei die Bereitschaft, sich von aussen zu betrachten. Das heisse: «Die Wissenschaftler müssen Abschied nehmen vom Anspruch, sie wüssten es von vornherein besser als alle anderen.» Nötig sei zudem eine Infrastruktur, die permanent mögliche Krisenherde und gesellschaftliche Kontroversen identifiziere. «Jede Debatte könnte dereinst die eigene Universität betreffen.» Stücheli-Herlach spricht von einem Observatorium und einer Kultur des offenen Dialogs, auch mit Kritikern. Die eigenen Medien müssten kritischer werden und wegkommen von «Wissenschaftspropaganda». «Auch Hochschulen müssen die eigene Blase durchbrechen.»

Eine solche Strategie hätte möglicherweise verhindert, dass der Fall Mörgeli derart eskalierte, meint Stücheli-Herlach. «Es war absehbar, dass die Konstellation zu einer Eskalation führen würde. Man hätte sich viel früher mit Christoph Mörgeli austauschen können.» Der Anspruch, dass eine Hochschule stets mit einer Stimme sprechen müsse, hält der Kommunikationsexperte für einen Irrtum. «Die gebildete Öffentlichkeit weiss, dass es in grossen Organisationen verschiedene Sichtweisen gibt.»

Krisen, hartnäckige Journalisten und kritische Fragen - das müssten Hochschulen künftig nicht als Ausnahmesituation, sondern als Normalfall betrachten, so Stücheli-Herlach. Wer dauernd mit Medien und Kritikern in Kontakt bleibe und die gesellschaftlichen Kontroversen beobachte, könne in Krisensituationen treffsicher kommunizieren.

Michael Furger ist Ressortleiter Hintergrund bei NZZ am Sonntag.

Eine Forschungsnomadin schlägt Wurzeln

Die Biologin Gisou van der Goot ist auf vier Kontinenten gross geworden, wechselt in der Forschung gerne von Thema zu Thema und prägt nun die Life Sciences an der EPFL.

Von Martine Brocard

«In den Naturwissenschaften gibt es die Forschenden, die während Jahren fokussiert auf ein bestimmtes Ziel hinarbeiten. Dann gibt es andere, die lieber von einem Thema zum nächsten fliegen und die ich Bestäuber nenne», sagt Gisou van der Goot und lacht. «Ich selber gehöre zur zweiten Kategorie.» Im Übrigen verlässt sich die EPFL-Professorin auf ihre Intuition, womit sie bisher erfolgreich war: Sie hat prestigeträchtige Preise für ihre Forschung über Zellbiologie erhalten und gehört zum kleinen Zirkel der Dekane an der Lausanner Hochschule.

Die ausgebildete Ingenieurin, aus der inzwischen eine Biologin geworden ist, sieht sich als Nomadin der Forschung. Was ein solches Leben mit sich bringt, hat sie früh erfahren: Sie hat niederländische Wurzeln, ist aber in Iran, Ägypten, Indonesien und den USA aufgewachsen. Weil ihr Vater als Agrarökonom für die Uno arbeitete, ist sie fast alle zwei Jahre umgezogen. Sie besuchte jeweils französische Schulen und entschied sich als «Mathe-Freak» für ein Ingenieurstudium in Paris. Als sie das Diplom in der Tasche hatte, hörte sie auf ihre innere Stimme, die ihr zuflüsterte, dass sie es «mit 40 bedauern werde, wenn sie nicht den Weg der Forschung einschlägt». Deshalb nahm sie eine Dissertation in molekularer Biophysik in Angriff.

Gerne in der Krise

Doch ihr Pariser Labor empfindet sie als «wenig inspirierend» und lanciert einen zweiten Versuch für einen Postdoc - am Europäischen Laboratorium für Molekularbiologie (EMBL) in Heidelberg. «Dort habe ich entdeckt, was Forschung ist. Das Institut ist ein wahrer wissenschaftlicher Ameisenhaufen, in dem ich innert kurzer Zeit vielfältige Erfahrungen machen konnte. Hier fühlte ich mich am richtigen Platz.» Van der Goot trifft dort ihren späteren Ehemann, der heute Professor für Biochemie an der Universität Genf ist, und es bestätigt sich, dass die Biologie sie mehr fasziniert als die Ingenieurwissenschaft. «Als Ingenieurin versuche ich, relativ genau definierte Probleme zu lösen. Biologen dagegen leben in einer Art dauerhafter existenzieller Krise. Man weiss nie, ob man sich die richtige Frage stellt.» Ist das nicht beängstigend? Ganz im Gegenteil: «Ich mag diese Suche und das Hinterfragen.»

Van der Goot erforscht seit mehreren Jahrzehnten die biologische Grundeinheit:

die Zelle. «Sie speichert verschiedenste Informationen und verarbeitet sie wie eine Art Minihirn, das bis heute Rätsel aufgibt. Das fasziniert mich.» Ihr mäandrierender «Wissenschaftsfluss» hat sie auch zur Leidenschaft für die Beziehung zwischen «Wirt und Krankheitserreger» getragen: Sie erforscht mehrere bakterielle Toxine, die Proteine als Eintrittspforte in den Kör-

Vorurteil: Rabenmutter

Die Gesellschaft habe ihre Begeisterung für die Forschung nicht immer geteilt, sagt die Dekanin der Fakultät für Life Sciences der EPFL. «Es ist in der Schweiz nicht einfach. als Mutter Karriere zu machen.» Sie erinnert sich an den Tag, als sie sich der Mutter einer Kameradin ihrer Tochter vorstellte und diese antwortete: «Ich weiss, wer Sie sind: Die Mutter, die nie da ist. Diese Kritik hat mich getroffen. Auch wenn man versucht, sich eine dicke Haut zuzulegen, ist das hart.» Auch ihr Sohn fragte sie, weshalb sie nicht wie alle anderen Mütter sei, sondern so häufig reisen müsse.

«Biologen leben in einer Art dauerhafter existenzieller Krise.»

«Damals habe ich erfahren, wie wichtig Auszeichnungen sein können», scherzt sie. 2009 erhält sie nämlich Schlag auf Schlag den Leenaards- und den Marcel-Benoist-Preis. «Plötzlich erklärte eine höhere Instanz - die Medien, auch die lokalen -, dass meine Arbeit die Entbehrungen wert sei. Das hat mein Privatleben verändert, auch die Wahrnehmung meiner Arbeit durch meine Kinder, ihre Lehrpersonen und an-

Schon im Ingenieurstudium war Van der Goot es gewohnt, als Frau einer Minderheit anzugehören. Doch nie zuvor hatte sie so viele genderspezifische Vorurteile gespürt wie nach ihrer Ernennung zur Dekanin. Sie empfand diese «als Ohrfeige». «In Sitzungen dachten die Personen, die mich nicht kannten, dass ich da war, um das Protokoll aufzunehmen. Eigentlich kann ich ihnen deswegen nicht böse sein, statistisch gesehen gibt es wenig Frauen in Führungspositionen.» Die 55-Jährige versucht nun in ihrer Fakultät, Frauen und Eltern die

Berufstätigkeit zu erleichtern, insbesondere als Mentorin von jungen Forscherinnen.

Ein weiteres Anliegen Van der Goots ist der Klimawandel. Sie will ihre Kolleginnen und Kollegen dazu aufrufen, weniger Langstreckenflüge zu machen. «Wir alle sollten versuchen, unseren CO2-Fussabdruck zu reduzieren.» (Lesen Sie mehr dazu im Beitrag ab Seite 25.)

Die Biologin hat nicht die Absicht, für immer im Dekanat zu bleiben. «Nach meiner zweiten Amtszeit, wenn ich die Restrukturierungen und Professionalisierung gewisser Funktionen abgeschlossen habe, werde ich aufhören.» Die Nomadin ist aber sesshaft geworden: «Ich werde nicht mehr weiterziehen! Ab einem gewissen Alter sollte man nicht mehr den Ort wechseln, denn mit einem sozialen Netz lebt man längerfristig am besten. Wurzeln werden im Alter wichtiger.» Eine Überzeugung, die sie dazu bewogen hat, Führungspositionen in prestigeträchtigen Institutionen im Ausland abzulehnen. «Ohne zu zögern. Die müssen denken, ich sei verrückt», sagt sie.

Doch das Interesse an fernen Ländern, insbesondere am Mittleren Osten, ist geblieben, ein Traumziel Van der Goots ist Afghanistan. Ihre Arbeit und Ferien geben ihr da aber genug. «Das Forschungsumfeld ist für mich ideal: Ich treffe viele Leute und reise, muss dafür aber nicht ständig den Wohnort wechseln. In der Schweiz kann ich in einem Dorf mit 1000 Menschen leben und gleichzeitig Spitzenforschung betreiben. Das ist ein Luxus.» So findet sie das - fast - perfekte Gleichgewicht.

Martine Brocard ist freie Journalistin und wohnt in

Bio-Express

Die 1964 geborene Gisou van der Goot hat einen Doktortitel in molekularer Biophysik der Universität Paris VI. Nach ihrem Postdoc am Europäischen Laboratorium für Molekularbiologie kam die schweizerisch-niederländische Staatsbürgerin mit 30 Jahren an die Universität Genf. 2006 wurde sie an der EPFL zur Professorin berufen, wo sie heute das Labor für Zell- und Membranbiologie leitet. Seit 2014 ist sie Dekanin der Fakultät für Life Sciences. Gisou van der Goot ist verheiratet und Mutter von zwei Kindern im Alter von 18 und 15 Jahren.



Weder Fisch noch Salat

Fische düngen mit ihren Exkrementen Salate und erhalten von diesen gereinigtes Wasser zurück: Die Idee hinter der Aquaponik klingt bestechend. Doch die Technologie will nicht recht Fahrt aufnehmen.



ie Investoren waren Feuer und Flamme, die Medien voll des Lobes und der Bundesrat hoffnungsfroh: 2015 führte der damalige Landwirtschaftsminister Johann Schneider-Ammann Amtskollegen aus Deutschland, Österreich und Luxemburg durch ein Gewächshaus im Basler Dreispitz-Areal. Es war kein gewöhnliches Treibhaus. Sondern eine «Revolution», wie der Betreiber, das Start-up Urban Farmers, angekündigt hatte.

Urban Farmers betrieb auf dem Dach eines Lokdepots die erste kommerzielle Aquaponik-Anlage der Schweiz. Bei dieser Kultivierungstechnik werden Fischzucht und Pflanzenanbau kombiniert. Der Kernpunkt des Konzepts ist ein Wasser-und-Nährstoff-Kreislauf: Die Fische düngen mit ihren Fäkalien in Wasser gezogene Horssol-Gemüse und erhalten das von diesen gereinigte Wasser zurück. Die Vorteile: Man spart Wasser, braucht weder Erde noch Düngemittel.

Das alles klingt bestechend. Und doch ist die Revolution bis heute ausgeblieben. Anfang 2018 kam das Aus für das Urban-Farmers-Projekt in Basel. Neuanfänge in Wallisellen und im niederländischen Den Haag scheiterten nach kurzer Zeit. Andere kommerzielle Aquaponik-Projekte in der Schweiz lassen sich an einer Hand abzählen.

Bakterien mischen immer mit

Ranka Junge leitet den Forschungsbereich Ökotechnologien und Energiesysteme an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW. Sie forscht seit mehreren Jahren auf dem Gebiet der Aquaponik - unter anderem mit einer Anlage an der ZHAW in Wädenswil. Dass die Technologie bisher kommerziell eine Randerscheinung geblieben ist, hat laut ihr verschiedene Gründe. Zum einen sei ein zu grosser Hype entstanden, sagt Junge. «Dabei ging vergessen, dass es sich um eine Technologie handelt, die noch in der Entwicklung steht.»

Das gelte sowohl für die technische Ebene solcher Kreislaufsysteme als auch für das Verständnis der ökologischen Abläufe darin. Beides ist nämlich komplexer, als es der erste Blick vermuten lässt. So sind neben Fischen und Pflanzen eine Vielfalt von Mikroorganismen ein unverzichtbarer Bestandteil des Kreislaufs. So scheiden Fische Stickstoff aus, ein wichtiger Nährstoff für Pflanzen, in Form von Ammonium, Ein Teil davon wird bei hohen pH-Werten aber zu Ammoniak, das giftig für die Fische und für Pflanzen nur teilweise verfügbar ist. Erst Bakterien wandeln diese Verbindungen in Nitrit und danach in pflanzenverfügbares Nitrat um - und sie erbringen viele andere Stoffwechselprozesse.

Junge und ihr Team verfolgen in einem Forschungsprojekt den Fluss des Stickstoffs in einer Aquaponik-Anlage. Mit moderner Metagenomik bestimmen sie, welche Mikroorganismen in welchen Kompartimenten der Anlage am Stoffwechsel beteiligt sind. Wo laufen welche Reaktionen ab? Antworten auf solche Fragen, da ist Junge sicher, werden es künftig erlauben, die Prozesse in Aquaponik-Anlagen gezielter zu steuern und wirtschaftlicher zu gestalten.

Ein zweites Problem für die Kommerzialisierung der Aquaponik ist profaner. «Die Schweiz ist für diese Technik schlicht ein schlechter Ort», sagt Junge: «Sie kann hier ihre Vorteile nicht ausspielen.» Dünger sind im Überfluss vorhanden. Die Böden sind selten mit Schwermetallen belastet und gut geeignet für Pflanzenbau - es gibt kaum Druck, Hors-sol-Gemüse anzubauen. Und Wasser sparen? Das ist im Wasserschloss Europas kein Punkt, der wirtschaftlich ins Gewicht fällt.

«Jede bisher gebaute Anlage ist ganz einfach zu klein.»

Werner Kloas

«Ausserdem», sagt Junge, «wer Aquaponik betreibt, ist ein Landwirt. Man kann mit einer Anlage entsprechender Grösse ein Auskommen erzielen, aber man wird sicher nicht reich damit.» Denn Salate, Gurken, Tomaten und auch die in Aquaponikanlagen wohl am häufigsten gehaltene Fischgattung, Tilapia, sind keine Produkte aus dem Hochpreissegment.

Genau das ist auch für Werner Kloas einer der Hauptgründe, weshalb die Technologie sich auf dem Markt bislang nicht durchgesetzt hat. «Jede bisher gebaute Anlage ist ganz einfach zu klein», sagt der Leiter der Abteilung Ökophysiologie und Aquakultur am Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei in Berlin, Mit 1600 Quadratmetern Fläche galt der Urban-Farmers-Standort in Den Haag als grösste Dachfarm in Europa. Kloas hingegen schätzt, dass eine Anlage erst ab einer Grösse von 10000 Ouadratmetern Gewinn abwirft.

Ähnlich sieht das Philipp Gschwend, Geschäftsführer des Früchte- und Gemüsegrosshändlers Ecco-Jäger in Bad Ragaz (SG). Er hat 2015 die grösste Aquaponik-Dachfarm der Schweiz errichtet. In einem 1000 Quadratmeter grossen Gewächshaus wachsen Kräuter, die Speisefische in einer Aquakultur von 200 Quadratmetern. «Bei uns ist die Anlage kostendeckend», sagt Gschwend, «aber nur dank idealer Voraussetzungen - Absatzmarkt, Logistik, Kühlfahrzeuge und Lager waren schon

Kreative Kreislaufwirtschaft

In einer Aquakultur werden Fische oder andere Wasserlebewesen in einem abgetrennten Becken gezüchtet. Bei einer Hvdroponik-Anlage wachsen Pflanzen auf einem künstlichen Substrat (auch Hors-sol-Produktion genannt), was zwar schnell viel Ertrag liefert, aber künstlichen Dünger benötigt. Werden die beiden zu einem geschlossenen System zusammengeschlossen, spricht man von Aquaponik: Die Exkremente der Fische liefern den Dünger, und die Pflanzen reinigen im Gegenzug das Wasser.

vorhanden.» Baue jemand eine Anlage dieser Grössenordnung komplett neu und betreibe sie eigenständig, «dann wäre sie sehr wahrscheinlich nicht kostendeckend».

Zum Scheitern verurteilt?

Sowohl Gschwend als auch Kloas weisen auf eine weitere Schwäche des Systems hin. Der einfach geschlossene Kreislauf sei wirtschaftlich zum Scheitern verurteilt, sagt Kloas. Die Nährstoff- und pH-Optima von Fischen und Pflanzen seien zu unterschiedlich, es lasse sich nicht für beide die bestmögliche Versorgung erreichen. Gerade im Hors-sol-Gemüsebau, wo die Nährstoffe aufs Mikrogramm genau abgemessen werden, ist das ein Wettbewerbsnachteil.

Kloas setzt deshalb bei seinen Forschungen auf entkoppelte Systeme, in denen ein Fisch- und ein Pflanzenkreislauf separat gesteuert werden, aber das nährstoffreiche Fischwasser durch ein Einwegventil zu den Pflanzen geleitet wird. Zur Optimierung werden den Pflanzen zusätzliche Nährstoffe beigegeben. «Trotzdem bleibt eine solche Anlage äusserst nachhaltig», sagt Kloas. «Wir benötigen bis zu 75 Prozent weniger Dünger, und die Produktivität ist genauso hoch wie in separaten, optimierten Fisch- oder Pflanzenkulturen.»

Ranka Junge hingegen möchte die geschlossenen Systeme nicht zu früh abschreiben. «Wenn es kein Kreislauf mehr ist, ist es keine Aquaponik mehr, sondern eine Fertigationsanlage (gleichzeitige Düngung und Bewässerung, Anm. d. Red.), in die flüssige Düngemittel eingebracht werden», sagt sie. Sie ist überzeugt, dass sich Weiterforschen lohnt. Denn viele Fragestellungen gehen weit über Fische und Salat hinaus: Wiederverwertung, Recycling und Kreislaufwirtschaft sind Zukunftsthemen, sie beschränken sich längst nicht nur auf die Aquaponik.

Simon Koechlin ist Wissenschaftsjournalist und Chefredaktor der «Tierwelt».

Depressionen: Algorithmus sucht beste Therapie

Ein neues Verfahren identifiziert mit maschinellem Lernen die individuellen Faktoren für eine gute Behandlung von Krankheiten. Das könnte die personalisierte Medizin voranbringen. Von Sascha Karberg

ei der Harry-Potter-Autorin Joanne K. Rowling war sie die Folge einer gescheiterten Ehe. Bei Bruce Springsteen hatte die schwierige Beziehung zum Vater einen Einfluss. Die Depression hat mannigfaltige Entstehungsgeschichten. Die Behandlung der häufigsten psychischen Erkrankung ist hingegen meist universell: Antidepressiva, Verhaltenstherapie oder eine Kombination aus beidem. Doch wie sehr gleicht ein altgedienter Rockstar einer veganen Autorin?

Die personalisierte Medizin geht von individuellen Charakteristika eines jeden Menschen aus, die für die eine und gegen eine andere Therapieform sprechen. Bei der Depression sind dies etwa Nebenerkrankungen, Lebensstil, genetische Voraussetzungen, das Elternhaus oder Beziehungskrisen. Um die therapeutisch relevanten Charakteristika zu finden, hat ein Forschungsteam von der Universität Zürich ein neues statistisches Verfahren entwickelt, mit dem in grossen, unübersichtlichen Datenmengen die Faktoren gefunden werden können, die die Wirksamkeit einer Therapie beeinflussen.

Neue Auswertung alter Daten

«Unsere Methode ist darauf spezialisiert, eigenständig solche Effektmodifier zu finden», sagt Simon Foster, wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Gruppe. Bei klassischen Statistikverfahren ist eine gewisse Vorstellung nötig, welche Faktoren den Therapieerfolg beeinflussen könnten. Sie müssen vor der Analyse gewissermassen von Hand ausgewählt werden. Die neue Methode, sucht sich die Einflussfaktoren selbstständig, mit Hilfe von Machine-Learning-Algorithmen - genannt Random Forest. Das Programm findet so Einflussfaktoren, mit denen man vorher nie gerechnet hätte auch Kombinationen.

Um die Random-Forest-Methode zu testen, liess Fosters Team die Daten der Studie «Treatment for Adolescents with Depression» durchsuchen. Bereits 2007 hatte die



Die Ursachen von Depressionen sind mannigfaltig - die Therapien aber nicht.

Untersuchung bei über 300 Heranwachsenden mit Depression belegt, dass sie von einer Kombination des Antidepressivums Fluoxetin mit einer kognitiven Verhaltenstherapie insgesamt besser profitieren als von einer der beiden Behandlungsformen allein. Aber würden einzelne Patienten aufgrund besonderer persönlicher Voraussetzungen womöglich doch mit einer alleinigen Verhaltenstherapie besser fahren - etwa weil ihr Körper Fluoxetin nicht verträgt?

Offenbar nicht. Zwar fand Fosters Team mit Hilfe von Random Forest gewisse Schwankungen: So beeinflussten etwa das Alter, das Familieneinkommen, zusätzliche Erkrankungen oder die Dauer der depressiven Episoden die Wirksamkeit der Therapie mal mehr, mal weniger. Dennoch half die Kombination beider Behandlungen allen Patienten am besten. «Aus Sicht der personalisierten Medizin ist das nicht das Resultat, das man sich erhoffen würde», räumt Foster ein.

«Die Studie ist ausgesprochen spannend und sehr innovativ», sagt Katharina Schultebraucks, Postdoc an der New York University. Sie arbeitet mit ähnlichen Methoden. «Die personalisierte Medizin hat durch Machine Learning ein grosses

Potenzial.» Allerdings benötige man dafür ein neue Art der Studienplanung. Während bislang Gruppen verglichen wurden, die bis auf einen Faktor - mit oder ohne Wirkstoff - möglichst ähnlich gehalten wurden, sei es beim maschinellen Lernen genau andersherum: «Die besten Ergebnisse erzielt man mit einer grossen Anzahl an Daten, die das klinische Phänomen möglichst gut abbilden und genauso heterogen sind wie die klinische Wirklichkeit.»

Maschinelles Lernen biete eine grosse Chance, neue Zusammenhänge unter den Einflussfaktoren der Depression zu erkennen, sagt Schultebraucks und rechnet mit «explosionsartigen Fortschritten». Die Studie sei ein wichtiger Beitrag dafür. Allerdings sei die momentane Datenlage noch «viel zu dünn». Um die kostspieligen, vorausschauenden Studien mit der nötigen Anzahl von Patienten zu ermöglichen, müssten viele Institutionen zusammenarbeiten und Forschungsförderer neue Wege gehen. Erst dann würden wirklich passende Datensätze erzeugt - und eine personalisiertere Medizin könnte Wirklichkeit werden.

Sascha Karberg ist Redaktor für den Bereich Forschen beim Tagesspiegel in Berlin.



Ein Paar Galapagos-Albatrosse in trauter Zweisamkeit, die bei ihnen ein Leben lang anhält.

Monogamie gibts nur als Ausnahmezustand

ieso paaren sich See-Elefanten-Bullen mit einem ganzen Harem von Weibchen? Und was bringt Albatrosse dazu, einander treue Partner zu sein und ihren Nachwuchs ein ganzes Jahr lang gemeinsam grosszuziehen? Aus der Sicht der Evolutionsbiologie stehen die Tiere vor einem Dilemma: Sie können ihre Energie in die Suche nach zusätzlichen Partnern stecken und damit mehr Nachwuchs generieren oder in die Brutpflege und dadurch die Überlebenschancen des existierenden Nachwuchses vergrössern.

Promiskuitive Verhältnisse sind viel wahrscheinlicher als monogame Fortpflanzungssysteme, fanden zwei Forscher heraus, indem sie dieses Dilemma neu analysierten. «Wir haben ein in sich geschlossenes mathematisches Modell erstellt, mit dem wir die gekoppelte Evolution des Paarungsverhaltens und der Brutpflege nachbilden können», sagt der Postdoc Arne Jungwirth, der mit einem SNF-Stipendium an die Universität Cambridge gezogen ist.

Die Monogamie scheint ein Ausnahmezustand zu sein, mit dem nur zu rechnen ist, wenn die Populationsdichte gering ist. Es gibt aber noch weitere Gründe dafür: Wenn die multiplen Partnerschaften aussergewöhnlich viel Energie kosten, etwa wenn sich der Fortpflanzungserfolg eines zweiten Vogelweibchens reduziert, weil der beste Nistplatz im Revier des Männchens schon von einem anderen Weibchen besetzt ist. «Unser Modell erlaubt es erstmals, nicht nur ein isoliertes Pärchen zu betrachten, sondern auch die ganze Population rundherum mit in den Blick zu nehmen», sagt Jungwirth. Ori Schipper

A. Jungwirth and R.A. Johnstone (2019): Multiple Evolutionary Routes to Monogamy: Modeling the Coevolution of Mating Decisions and Parental Investment. The American Naturalist (2018)

Hirnform verweist auf Intelligenz

eder Mensch hat ein einzigartiges Gehirn mit Regionen unterschiedlicher Grösse. Diese Hirnform ist vererbbar, wie Forschende der Icahn School of Medicine at Mount Sinai in New York gezeigt haben. Mit dabei: der Berner Psychologe Dominik Moser.

Für die Studie haben die Neurowissenschaftlerinnen Magnetresonanztomografie-Bilder der Gehirne von über 1700 gesunden Personen ausgewertet. Sie vermassen dafür in 64 verschiedenen Hirnregionen die Dicke der grauen Substanz. Daraus entwickelten die Forschenden einen eigenen personenbasierten Ähnlichkeitsindex (PBSI) - eine Zahl, die das Verhältnis der Formen verschiedener Hirnregionen zusammenfasst und mit dem Rest der Bevölkerung vergleicht.

Ein hoher PBSI steht für eine hohe Ähnlichkeit. Wie hoch der Wert ist, hängt mit der Fähigkeit zusammen, Probleme zu lösen, zu lernen und Muster zu erkennen - der sogenannten fluiden Intelligenz, bei der das Wissen keine Rolle spielt. Menschen mit durchschnittlicher fluider Intelligenz haben eine ähnlichere Hirnstruktur wie der Rest der Bevölkerung. Menschen mit hoher oder niedriger fluider Intelligenz sind den anderen weniger ähnlich.

Eine erstaunliche Erkenntnis: Je höher der Body-Mass-Index, ein Mass für die Körperfülle, desto niedriger der PBSI-Wert. «Dieses Resultat gilt aber nur für Männer», sagt Dominik Moser. Man wisse jedoch nicht, ob Männer ein weniger ähnliches Gehirn haben, weil sie übergewichtig sind, oder wegen ihres speziellen Gehirns übergewichtig sind. «Das ist ein typisches Henne-Ei-Problem», so Moser. Der Messwert ist zwar zuverlässig, seine Nützlichkeit muss sich aber erst noch weisen. Martin Angler

G.E. Doucet et al.: Person-Based Brain Morphometric Similarity is Heritable and Correlates With Biological Features. Cerebral Cortex (2018)



Nicht alle Hirnwindungen sind gleich, aber manche sind gleicher.



Hier docken Viren an die Zellwand eines Bakteriums an. Und können es ausschalten.

Wenn Viren Bakterien töten

n der sogenannten Phagentherapie werden Bakteriophagen eingesetzt; das sind Viren, die Bakterien infizieren und abtöten - éine vielversprechende Alternative zu Antibiotika, die wegen resistenter Bakterien an Wirksamkeit verlieren.

Phagen sind sehr wirtsspezifisch und müssen sorgfältig ausgewählt werden, damit sie ihr Ziel auch erreichen. Gegenwärtig erfolgt die Selektion mit langwierigen Tests im Labor. Um diesen Schritt zu beschleunigen, haben Forschende Computermodelle entwickelt, mit denen sich die Interaktionen zwischen Phagen und Bakterien auf der Grundlage ihrer Genome schnell und zu geringeren Kosten vorhersagen lassen. Die Studie wurde vom Schweizerischen Institut für Bioinformatik (ISB), von der Haute école d'ingénierie et de gestion des Kantons Waadt, der Universität Lausanne und dem Universitätsspital Bern gemeinsam durchgeführt.

Die Prognosemodelle beruhen auf der Methode des überwachten maschinellen Lernens - ein statistischer Ansatz, bei dem ein Algorithmus aufgrund von Daten lernt. «Wir haben Informationen zu mehr als tausend Interaktionen zwischen Phagen und Bakterien gesammelt, deren vollständige Genome bekannt sind», erklärt Carlos Peña vom ISB, der die Studie leitete. Die Forschenden suchten in diesen Genomen nach Merkmalen, die im Zusammenhang mit möglichen Wechselwirkungen stehen. Das kann zum Beispiel die Struktur bestimmter Proteine sein. Diese Daten wurden anschliessend verwendet, um den Algorithmus zu trainieren, der darauf Interaktionen mit einer Erfolgsquote von rund 90 Prozent korrekt prognostizieren konnte. «Die Vorhersagen müssen natürlich noch im Labor getestet werden. Da die Tests aber gezielter vorgenommen werden können, lässt sich viel Zeit sparen», resümiert Carlos Peña. Nathalie Jollien

D.M.C. Leite et al.: Computational prediction of inter-species relationships through omics data analysis and machine learning. BMC Bioinformatics (2018)

Dem weissen Tod auf den Fersen

Abseits der Pisten kommt es jeden Winter zu Dramen. Bastian Bergfeld vom Institut für Schnee- und Lawinenforschung in Davos steigt regelmässig in Schneehänge, um die Gefahrenvoraussage zu verbessern.

«Jeder Skitourenfahrer fürchtet dieses Geräusch. Es macht Wumm, laut oder leise, langgezogen oder kurz und knapp. Egal, wie es klingt, dieses Geräusch bedeutet Gefahr. Eine Schwachschicht unter dem Schneebrett, auf dem man steht, ist gebrochen. In steilem Gelände könnte dann eine Schneebrettlawine abgehen. Wann es warum wummst, ist einer meiner Forschungsschwerpunkte hier am Institut für Schnee- und Lawinenforschung in Davos. Neunzig Prozent der Lawinenunfälle passieren durch Schneebretter, die Wintersportler selbst auslösen. Unser Ziel: Die Lawinenprognosen ständig verbessern. Wir untersuchen unter anderem, wie und wie schnell sich der Bruch in der Schwachschicht ausbreitet. Das geschieht in rasendem Tempo, er kann sich schon mal mit einer Geschwindigkeit von über 100 Kilometern pro Stunde fortpflanzen.

Ein bis zwei Tage pro Woche bedeutet das, morgens mit der ersten Bahn auf die Schatzalp oberhalb von Davos zu fahren. Ich bin sowieso Frühaufsteher. Ausgerüstet sind wir wie Skitourenfahrer, neben der Standard-Sicherheitsausrüstung wie Lawinensuchgeräte, Schaufeln und Sonden stellt das Institut Airbag-Rucksäcke zur Verfügung. Schliesslich müssen wir dorthin, wo die Lawinen sind. Von der Bergstation geht es weiter auf Tourenski in Richtung Strelapass bis ins Steintälli. Dort haben wir gute Bedingungen für unsere Forschungen. In Steilhänge wagen wir uns natürlich nicht. Wir suchen Stellen, an denen wir ein Wumm auslösen können, ohne selbst in Gefahr zu geraten, also im flachen Gelände.

Lawinen können zwar verheerend sein, aber sie sind glücklicherweise auch relativ seltene Ereignisse. Das macht sie umso schwieriger zu erforschen. Es gibt ausserdem sehr viele Faktoren, die eine Rolle spielen: die Zusammensetzung der Schneedecke, der Wind, die Temperatur, das Gelände. Unsere Arbeit braucht also viel Geduld. Um das Tempo der Bruchausbreitung zu messen, haben wir acht ungefähr faustgrosse Beschleunigungssensoren entwickelt. Wir laufen in einer Linie und werfen sie in grossem Bogen vor uns, immer im Abstand von mehreren Metern. Sie haben ein langes Band, damit wir sie später im Schnee wiederfinden. Lösen wir einen Bruch aus, können wir mit Hilfe dieser Sensoren ausrechnen, wie schnell sich der Bruch ausgebreitet hat.

Schreck auf dem Institutsausflug

Ich glaube, dass sich viele Tourenfahrer in trügerischer Sicherheit wiegen. Sie sind vielleicht mehrere Male ganz knapp daran vorbeigeschrammt, eine Lawine auszulösen, ohne es zu ahnen. Das merkt man nämlich nicht. Man merkt es erst. wenn es zu spät ist, weil man nicht sieht, was unter dem sichtbaren Schneebrett geschieht. Wie kurz die Schwachschicht vielleicht davor stand zu kollabieren. Ich bin selbst passionierter Tourenfahrer. Meine Forschungen haben mich, glaube ich, in meinen eigenen Unternehmungen vorsichtiger gemacht. Ich weiss inzwischen, dass wir so vieles nicht wissen. Selbst ein detailliertes Schneeprofil und Stabilitätstests können nur die lokalen Gegebenheiten wiedergeben. Das mussten wir letztes Jahr auf einem Institutsausflug erleben. Wir hatten nur einige hundert Meter zuvor ein Schneeprofil erstellt, die Schneedecke zeigte sich sehr stabil. Wir fuhren weiter in einen Kessel, und plötzlich ein lautes Wumm. Wir sind alle innerlich erstarrt, zum Glück waren wir auf der flachen Hangseite. Ab 30 Grad Neigung wird es riskant.

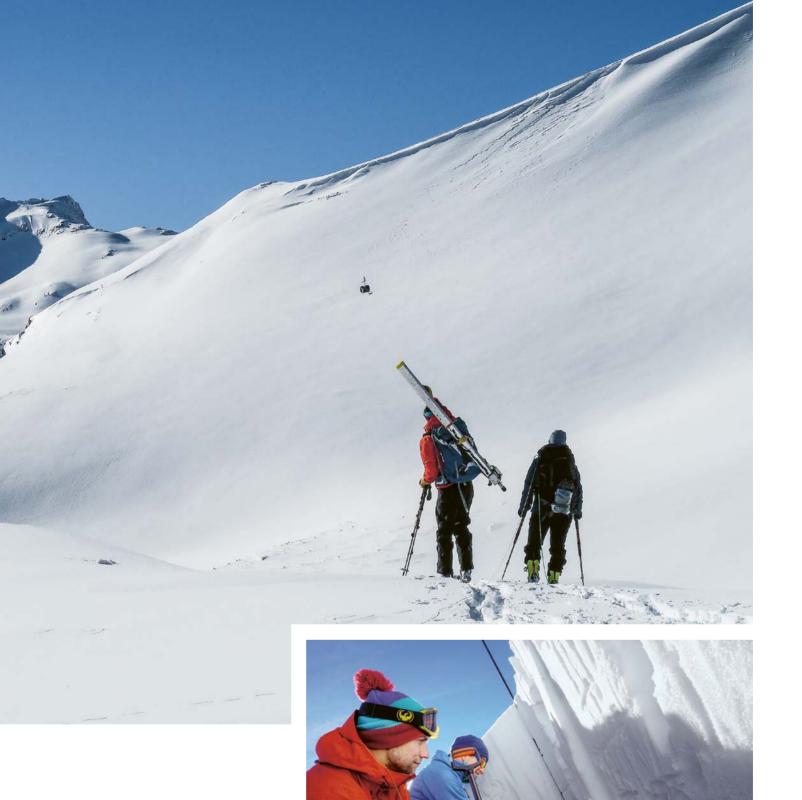
Ich habe grosses Glück, dass ich meine Leidenschaft und meine Forschungen miteinander verbinden kann. Ich hoffe möglichst lange in Davos bleiben zu können, es gefällt mir hier sehr gut. Und es fällt mir auf, wie wichtig es ist, das alltägliche Wetter mitzubekommen. So habe ich einen viel besseren Eindruck von der Schneedecke: Ach, das war der heftige Wind vorgestern, denke ich mir dann beispielsweise, wenn ich ein Profil studiere. Auch meine Frau ist begeisterte Tourenfahrerin. Manchmal freut sie sich auf eine Tour am Wochenende, und ich würde eigentlich lieber auf dem Sofa liegen.»

Aufgezeichnet von Alexandra Bröhm.



Ein bis zwei Mal pro Woche auf Tour. Lawinenforscher Bastian Bergfeld (mit der roten Jacke) wirft den Beschleunigungssensor vor sich in den Schnee, um zu messen, wie schnell sich Brüche in den Schichten fortpflanzen (oben). Im Schneeprofil studiert er deren Stabilität (rechts).

Bild oben: Alec van Herwijnen, SLF, kleines Bild: Stephanie Mayer, SLF



Von der Grossstadt in den Lawinenhang Bastian Bergfeld hat an der Ludwig-Maximi-

lians-Universität München Physik studiert und ist im Rahmen seiner Masterarbeit auf die Lawinenforschung gestossen, die er bereits am WSL Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) in Davos machen konnte. Er arbeitet dort derzeit an seiner Doktorarbeit über Lawinenprävention und Lawinenbildung.

Sonne, Wind und ... Kohle

Strom aus erneuerbaren Ressourcen fördert paradoxerweise Kohlekraftwerke. Der Grund dafür? Die Funktionsweise des europäischen Strommarkts. Von Hubert Filser

igentlich könnte die Energiewende in Europa schneller vorangehen. Windturbinen und Fotovoltaikanlagen erzeugen nämlich derzeit den günstigsten Strom. Ihre laufenden Kosten sind niedriger als bei konventionellen Kraftwerken. Deutschland konnte so 2018 erstmals mehr als 40 Prozent des Energiebedarfs aus erneuerbaren Energien decken, berechneten Forschende des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme in Freiburg im Breisgau.

Das klingt erst mal gut. Doch bei genauerer Betrachtung gibt es Probleme. Da Wind und Sonne nämlich nur phasenweise verfügbar sind, braucht es für stabile Netze weiterhin flexible Kraftwerke, die bei Bedarf möglichst schnell Strom bereitstellen können. Von den klimafreundlichen Technologien stehen nur Wasserkraft und Pumpspeicher zur Verfügung. Ihr Ausbau geht aber nur schleppend voran. Nach wie vor müssen konventionelle Kraftwerke einspringen, um diese sogenannte Restlast zu decken. Hier kommen derzeit in vielen Ländern ausgerechnet die schmutzigen Kohlekraftwerke zum Zug.

«Wir befinden uns in der Übergangsphase von der regulierten in eine marktwirtschaftlich dominierte Welt.»

Hannes Weigt

Der Grund dafür steckt in der wirtschaftlichen Struktur der Strommärkte. «Wir befinden uns gerade in der Übergangsphase von der alten regulierten in eine neue marktwirtschaftlich dominierte Welt», erklärt der Ökonom Hannes Weigt von der Universität Basel, der auch am Nationalen Forschungsprogramm «Energiewende» (NFP 70) beteiligt ist. Wäre der Markt stark reguliert, könnten Regierungen künftig stärker auf saubere Quellen für flexible

Kraftwerke setzen. Doch Investitionen in diesem Bereich stocken, und Energieerzeuger zögern, da bereits bestehende Anlagen derzeit oft wenig rentabel laufen. Etwa Besitzer von Wasserkraftwerken und Pumpspeichern in der Schweiz klagen über schlechter werdende wirtschaftliche Bedingungen.

Börse verdrängt Gaskraftwerke

Zu dieser verzwickten Situation beigetragen haben ausgerechnet die erneuerbaren Energien. Um das zu verstehen, muss man sich den Energiemarkt genauer anschauen. Er gleicht dem Aktienhandel. Kurzfristig bestimmen Angebots- und Nachfragekurven den Strompreis an den Strombörsen. Dieser wird für alle Anbieter durch das Kraftwerk bestimmt, das noch benötigt wird, um den letzten Rest der Nachfrage zu decken. Steigt das günstige Stromangebot aus Windturbinen und Fotovoltaikanlagen, werden der Reihe nach die teuersten konventionellen Kraftwerke aus dem Markt verdrängt. Das betrifft zunächst die Ölkraftwerke, dann die Gasturbinen.

Übrig bleiben die Kohlekraftwerke. Da in den vergangenen Jahren die Preise für Kohle und Emissionszertifikate gesunken sind, liefern sie den billigeren Strom als die zwar effizienten, aber teureren Gasturbinen. Sogar moderne Anlagen wie die Gaskraftwerke Irsching 4 und 5 in Süddeutschland dienen trotz ihres sehr hohen Wirkungsgrads nur noch als Kaltreserve sie sind quasi stillgelegt. Auch die Wasserkraftwerke in der Schweiz waren in den vergangenen Jahren unrentabel. Schuld daran war vor allem der Ausbau der Windenergie in Nordeuropa.

«Das ist eine paradoxe Situation», sagt Philippe Jacquod vom Institut für Systemtechnik der Walliser Hochschule HES-SO. Sinkende Strompreise schreckten Investoren derzeit ab, weiter in erneuerbare Energien, Stromtrassen und für die Netzstabilität notwendige Speicher zu investieren. Um besser zu verstehen, wie der Übergang von fossilen Brennstoffen hin

zu klimaschonenden Technologien gelingen kann, sucht Jacquod gemeinsam mit seinem Mitarbeiter Laurent Pagnier mit einem neuen technisch-ökonomischen Modell nach Lösungen für den europäischen Strommarkt. Die Schweiz ist dabei ein wichtiges Transitland für den Strom in Nord-Süd-Richtung.

Das europäische Stromnetz wird dabei als Netzwerk dargestellt, bei dem jedes Land je nach Grösse ein oder zwei Knotenpunkte umfasst. Benachbarte Knoten, also Länder sind dabei mit einer Art Stromautobahn untereinander verbunden. Die Knoten selbst enthalten wichtige Informationen über das jeweilige Land, seine Stromerzeugungskapazitäten und den Stromverbrauch - und zwar stundengenau. Die Daten dafür stammen vom Verband Europäischer Übertragungsnetzbetreiber.

Das Modell verknüpft die Entwicklung der Produktionskapazitäten mit dem Preis an der Strombörse. Es zeigt sich, dass die Produktionserlöse der Stromerzeuger stark von der Bereitstellung der Restlast abhängen. Wie erwähnt, liefern diese europaweit oft die Kohlekraftwerke, und zwar sogar





Kohlekraftwerke müssen für ihre Umweltschäden aufkommen. Sonst können selbst günstige Windräder sie nicht aus dem Markt drängen. Bild: Keystone/imageBROKER/Hans Blossey

dann, wenn sie kurzfristig mal unwirtschaftlich Strom produzieren. Forschende nennen diese Situation «must-run». Das bedeutet, dass es wirtschaftlich ungünstiger ist, Kohlekraftwerke vom Netz zu nehmen und sie wieder hochzufahren. Also laufen sie weiter, obwohl sie kurzfristig Strom unter Erzeugerpreis anbieten. «Die (Must-run)-Kapazitäten müssen dringend reduziert werden», sagt Jacquod.

«Man sollte jede Tonne CO₂ mit mindestens 40 bis 50 Euro besteuern.»

Philippe Jacquod

«Kohle ist zu billig, man sollte jede Tonne CO₂ mit mindestens 40 bis 50 Euro besteuern», sagt der Schweizer Physiker und Energieexperte. Nur so könne das Paradoxon der Energiewende überwunden werden. Es gehe ihm nicht um «Steuern um der Steuern willen», sondern darum, Kohlekraftwerke für ihre Umweltauswirkungen

bezahlen zu lassen. Die gute Nachricht für den Endverbraucher sei, dass der Strom pro Kilowattstunde nur ein bis zwei Eurocent teurer würde.

Modell Dänemark-Norwegen

Solche wirtschaftlichen Interventionen in den europäischen Strommarkt können in der Übergangsphase durchaus sinnvoll sein, meint auch der Ökonom Hannes Weigt. Die für die Energieerzeuger so wichtige langfristige Rentabilität hängt vom durchschnittlichen Strompreis und von den Angeboten der Konkurrenz ab, also vom Gesamtenergiemix eines Landes - sowie von politischen Rahmenbedingungen wie Steuern oder Fördermodellen. Ideal wäre es, so zeigen Studien, wenn möglichst schnell die «wahren Preise» der einzelnen Energiequellen berechnet würden. «Würde man die tatsächlichen Kosten etwa bei Kohle und Gas ansetzen, wären die erneuerbaren Energien wahrscheinlich jetzt schon konkurrenzfähig, auch ohne staatliche Unterstützung», sagt Weigt.

Der Ökonom hat auch Modelle für den Schweizer Energiemix vorgelegt. Als Teil

der Schweizer Energiestrategie 2050 sollte der Anteil der Fotovoltaik deutlich ansteigen und so, gekoppelt mit Importen, ab 2035 sukzessive die Stromerzeugung der vier Atomkraftwerke ersetzen. Dabei wird es auch zu einem fundamentalen Wandel kommen: Statt fünf Grosskraftwerken müssen dann Abertausende Fotovoltaikanlagen auf privaten Gebäuden koordiniert werden. Pumpspeicherwerke oder neu entwickelte Speicher könnten die Stabilität sichern. «Langfristig wären Wasserkraft und erneuerbare Energien natürliche Partner», ergänzt Philippe Jacquod.

Dass sich der Mut für eine schnelle Energiewende nicht nur hinsichtlich der Umwelt lohnen könnte, zeigen etwa skandinavische Länder: Dänemark hat mit mehr als 40 Prozent bereits jetzt einen hohen Anteil an Windenergie, für Stabilität sorgt Strom aus Pumpspeichern in den norwegischen Bergen. Norwegens Seen könnten künftig zum Energiespeicher Europas werden. Der Preis für Strom ist dabei kaum gestiegen.

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

Und ewig sprudelt der Schlamm

Was hat den Ausbruch des grössten Schlammvulkans der Erde auf der indonesischen Insel Java ausgelöst? Ein internationales Forschungsteam hat das Rätsel gelöst. Von Frederik Jötten

eit 13 Jahren schiesst im Osten der indonesischen Insel Java Schlamm aus der Erde. Er hat 13 Menschen umgebracht und 60 000 Menschen von ihrem Land und aus ihren Wohnungen in der Provinz Sidoarjo vertrieben - niemand weiss, wie lange die braune Flut dauern wird. Lange war genauso wenig klar, was die weltgrösste Schlammeruption antreibt. Dieses Rätsel hat ein internationales Konsortium nun gelöst. Stephen Miller, Professor für Geothermie und Geodynamik an der Universität in Neuenburg, und Matteo Lupi, Professor für Geophysik an der Uni Genf, waren mit dabei.

Es gab zwei Ereignisse, die von Anfang an mit der Schlammeruption in Verbindung gebracht wurden: Am 27. Mai 2006 gab es ein Erdbeben mit Zentrum in Yogyakarta, 250 Kilometer entfernt von Sidoarjo, mit Stärke 6,3 auf der Richterskala mit einstürzenden Häusern. Einen Tag später missglückte in Sidoarjo eine Bohrung nach Erdöl. In 2800 Metern Tiefe strömte eine unbekannte Flüssigkeit ins Bohrloch, der Meissel konnte nicht geborgen werden, und das Bohrloch wurde versiegelt.

Während die Weltöffentlichkeit auf die Erdbebenkatastrophe schaute, bildeten sich in Sidoarjo im Umkreis von mehreren hundert Metern um das Bohrloch Risse im Boden, und an fünf Stellen begann Schlamm aus dem Boden zu blubbern. Kurze Zeit später schossen Matschfontänen wie Geysire aus dem Boden, Hunderte Meter hohe Rauchfahnen reichten in den Himmel. Viele Menschen in der Region sowie einige Wissenschaftler vermuteten, dass die missglückte Bohrung die Schlammeruption auslöste. Bald untersuchten Forschende aus vier Kontinenten die Eruption «Lusi» (für «Lumpur», indonesisch für Schlamm, und Sidoarjo.)

Laut Miller spricht nichts dafür, dass der Schlammvulkan durch die Ölsuche ausgelöst wurde. «Wir sehen in Ostjava ein tektonisches Ereignis - es ist unmöglich, dieses mit einer Bohrung von einem Durchmesser von 30 Zentimetern zu verursachen», sagt er. Die Belege gegen die Bohr-Hypothese kann man anfassen: Der



Der Schlammsee von Sidoarjo in Indonesien entspringt dem grössten Schlammvulkan der Welt. Seit 2006 vertrieb er schon 60 000 Menschen von ihrem Land. Bild: Getty Images/Mangiwau

Schlammauswurf enthält Fossilien, die aus Gesteinsschichten stammen, die 1000 Meter tiefer liegen als die tiefste Stelle der missglückten Ölbohrung. Ein weiteres Indiz: «Wenn durch das Bohrloch eine Schicht angebohrt worden wäre, die unter hohem Druck stand, dann hätte der Schlamm durch dieses Bohrloch emporschiessen müssen», sagt Miller. «Stattdessen gab es die ersten Eruptionen 700 Meter entfernt vom Bohrloch - und aus ihm selbst kam kein Schlamm.» Die Forschenden konnten aber umfangreiche Belege dafür sammeln, dass das Yogyakarta-Erdbeben die Schlammeruption ausgelöst hat. So zeigten Miller und Lupi mit Computersimulationen, dass die Erdschichten die Schwingungen des Erdbebens wie ein Parabolspiegel einfingen, verstärkten und in die Schicht transportierten, von wo aus der Schlamm heute ausgeworfen wird.

Wie ein Dampfkochtopf

Die Forschenden analysierten ausserdem mit Drohnen die in der Rauchsäule enthaltenen Gase. Darin waren vor allem Kohlendioxid und frisch gebildete Kohlenwasserstoffe enthalten, die nur bei Temperaturen über 400 Grad Celsius gebildet werden. «Diese Temperaturen werden im Boden in dieser Region aber nicht erreicht», sagt Miller. «Im Inneren von Lusi muss also eine Wärmequelle sein.»

Am wahrscheinlichsten ist folgendes Szenario: Eingeschlossen im Erdboden in etwa 1500 Metern Tiefe befand sich schon Jahre lang Wasser, das unter hohem Druck stand. Diesem näherte sich in der vulkanisch sehr aktiven Region von unten heisses Magma. «Die Hitze löste Gase aus dem Gestein und liess zusätzlich Wasser in weiter oben liegenden Tonschichten verdampfen», sagt Miller. «Dies alles bewirkte, dass der Druck immer weiter anstieg - und dann kam das Erdbeben, das die Verschlusskappe aus festem Gestein oberhalb abgerissen hat.» Seitdem werden ungehindert Wasser, verflüssigter Lehm und Gestein nach oben geschleudert.

Eine Prognose, wie lange der Schlamm noch aus der Erde schiessen wird, ist nicht möglich. Doch die Wissenschaft kann noch viel von Lusi lernen. «Wir beobachten Geburt und Entwicklung eines hydrothermalen Systems mit Verbindung zu einem Vulkan - die Chance gibt es nur einmal in Millionen Jahren», sagt Miller. «Es ist, als ob wir Tektonik in Echtzeit zuschauen könnten.» Ein Prozess, der noch kaum verstanden ist, könne hier untersucht werden.

Die Region hat sich derweil mit Lusi arrangiert. Zehn Meter hohe Dämme halten den Schlamm zurück. Jeden Tag wird ein Teil mit einer Kolonne von Lastwagen abtransportiert, damit das Becken nicht überläuft. Die Siedlung, die hier einst stand, liegt mittlerweile 200 Meter unter der Schlammoberfläche.

Frederik Jötten ist freier Journalist in Frankfurt.



Das Holzdach des Arch-Tec-Lab der ETH wurde programmiert und von Robotern konstruiert.

Digitalisiertes Bauen ist nicht unbedingt nachhaltig

er Bausektor macht gut einen Drittel des weltweiten Energieund Ressourcenverbrauchs aus. Deshalb tüfteln Forschende weltweit an digitalen Technologien, die das Bauen nachhaltiger machen könnten - mit Robotern, 3D-Druckern und computergestützten Berechnungen. Eine Studie des Nationalen Forschungsschwerpunkts «Digitale Fabrikation» zeigt nun: Diese Technologien sind nur sinnvoll, wenn digital entworfene Bauwerke während mehreren Jahrzehnten weder komplett umgebaut noch aufwändig saniert werden müssen.

Algorithmen entwickeln ausgeklügelte Pläne, um mit möglichst wenig Material stabile Gebäude zu bauen. 3D-Drucker produzieren kostengünstig multifunktionale Bauelemente, die spezifische Eigenschaften verschiedener Materialien vereinen. «So lassen sich Ressourcen sparen, was die Umwelt und den Geldbeutel schont», sagt Guillaume Habert, Professor für nachhaltiges Bauen an der ETH Zürich. Allerdings: Solche multifunktionalen Bauelemente zu recyceln ist wenig umweltfreundlich, weil sie sich nur unter hohem Energieverbrauch auftrennen und wiederverwerten lassen.

Das Team um Habert erstellte Umweltbilanzen für das digitale Bauen. In diese flossen alle Prozesse ein, die während der Lebensdauer eines Produkts relevant sind; vom Rohstoffabbau über die Herstellung und Nutzung bis zum Recycling aller Komponenten.

Die Resultate zeigen, dass vor allem die Nutzungsdauer über die Umweltfreundlichkeit von multifunktionalen Bauelementen entscheidet. Digitale Bauprojekte müssten also zuerst garantieren, dass Sanierungen und Umbauten flexibel und ohne grossen Aufwand möglich wären. «Nur dann lohnen sich die neuen Technologien aus Sicht der Nachhaltigkeit.» Stephanie Schnydrig

I. Agustí-Juan et al.: Environmental assessment of multi-functional building elements constructed with digital fabrication techniques. The International Journal of Life Cycle Assessment (2018)

Künstliche Intelligenz auf dem Prüfstand

omputerwissenschaftler der ETH Zürich haben ein neues Testsystem für neuronale Netzwerke vorgestellt. Diese Elemente der künstlichen Intelligenz übernehmen zunehmend verantwortungsvolle Aufgaben zum Beispiel in der medizinischen Bilddiagnostik oder in der Robotik. Dies, obwohl man sich auf ihre Entscheidungen nicht immer verlassen kann. Insbesondere lassen sich Algorithmen für das maschinelle Sehen durch kleinste Änderungen der Bilder austricksen.

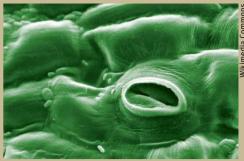
Allerdings ist es schlicht unmöglich, alle möglichen Abweichungen in Bildern zu testen und ihren Effekt auf den Algorithmus zu prüfen. Das System Deeppoly von Martin Vechev und seinen Kollegen prüft deshalb die Stabilität neuronaler Netzwerke gegenüber solchen kleinen Störungen global. Es läuft auf einer abstrakten Ebene ab und erstellt ein vereinfachtes mathematisches Modell des Netzwerkverhaltens - sogenannte lineare Approximationen. Deeppoly sei höchst effizient und lasse sich auch auf Netzwerke mit besonders vielen Neuronen (Knoten) hochskalieren, sagt Vechev. Das ist notwendig, weil die Struktur der neuronalen Netzwerke immer komplexer wird.

Das Forschungsteam wird nun die Testverfahren weiter verfeinern und auch die Reaktion auf grössere und kompliziertere Verzerrungen in den Bildern prüfen. Erste vorläufige Resultate liegen schon vor. Ausserdem erarbeitet die Gruppe ein grundsätzlich neues Konzept zur Programmierung von neuronalen Netzwerken: Sie sollen von Beginn an so strukturiert werden, dass sie sich leichter testen lassen. Eine gute Idee bei solch verantwortungsvollen Aufgaben. Sven Titz

G. Singh et al.: An Abstract Domain for Certifying Neural Networks. Proceedings of the ACM on Programming Languages (2019)



Einsteigen und vertrauen: Im Smartshuttle in Sitten fährt die künstliche Intelligenz.



Durch die Blattporen (hier im Elektronenmikroskop) atmen die Pflanzen - und verlieren Wasser.

Pflanzen verkabeln, um Dürre früh zu erkennen

ie Temperaturen steigen und die Böden trocknen aus. Dies frühzeitig zu erkennen ist für viele Landwirtschaftsbetriebe zentral. Die Nanotechnologie könnte ihnen ein nützliches Tool liefern - lässt eine Studie des Massachusetts Institute of Technology (MIT) hoffen. Der vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützte Erstautor Volodymyr Koman hat einen Sensor entwickelt, der eine Warnung absetzt, sobald die physiologischen Reaktionen einer Pflanze auf einsetzende Dürre hinweisen.

Das Gerät überwacht die winzigen Poren auf der Blattoberfläche (Stomata), durch die Wasser verdunstet. Sie öffnen sich bei Sonneneinstrahlung und schliessen sich, wenn es dunkel wird. Bei Trockenheit öffnen sie sich langsamer und schliessen sich schneller, damit die Pflanze Wasser spart.

Dem Forschungsteam ist es gelungen, einen Streifen mit Tinte auf ein einzelnes Stoma zu drucken. Er ist weniger als zehn Mikrometer breit und enthält Kohlenstoff-Nanoröhrchen, durch die Strom fliesst. Wenn sich das Stoma öffnet, unterbricht das den Stromkreis. Die Forschenden druckten Sensoren auf Dutzende Blätter und überwachten ihr Verhalten etwas mehr als eine Woche lang. Ergebnis: Unter trockenen Bedingungen öffneten sich die Stomata dreimal langsamer.

Volodymyr Koman versichert, dass dieses Echtzeit-Monitoring den Blättern nicht schade und gegenüber älteren Methoden einen «substanziellen Fortschritt» bedeute. Die Forschungsgruppe arbeite derzeit mit einem Palmölhersteller zusammen, um den Zustand der Bäume des Unternehmens zu überwachen.

Michael McAlpine von der University of Minnesota in den USA begrüsst diesen «vielversprechenden Ansatz». Abzuwarten bleibt seines Erachtens, wie effizient die Technik im grossen Massstab, für mehrere Arten und über grosse Landflächen ist. Die Anbringung der einzelnen Sensoren ist relativ zeitaufwändig. Edwin Cartlidge

V.B. Koman et al.: Persistent drought monitoring using a microfluidic-printed electro-mechanical sensor of stomata. Lab on Chip (2018)



und ein Viertel der Schweizer Wohnbevölkerung zwischen 5 und 74 Jahren ist in einem Sportverein aktiv. Zurzeit ist eine Professionalisierung des Vereinssports zu beobachten. So beträgt der Anteil an bezahlter Arbeit am gesamten Arbeitsvolumen rund 16 Prozent, wie das Observatorium für Sport und Bewegung Schweiz in seiner aktuellen Vereinsstudie festhält.

Erstmals hat nun ein Forschungsteam der Universitäten Lausanne und Bern in einem vom SNF geförderten Projekt die Professionalisierung in nationalen und internationalen Sportverbänden in der Schweiz untersucht. Die empirische Bearbeitung basiert auf Überblicksdaten praktisch aller schweizerischen Sportverbände sowie auf Fallstudien mit zehn nationalen und acht internationalen Sportverbänden. Dabei stellten die Forschenden fest, dass der grösste Teil der Verbände von ehrenamtlichen und bezahlten Angestellten gemeinsam gemanagt wird - im sportlichen wie im administrativen Bereich. Bei kleineren, sehr leistungsorientierten Verbänden sind die Profis eher im sportlichen Bereich zu finden, also etwa im Trainingsbetrieb, bei mittleren, weniger leistungsorientierten Verbänden hingegen eher in der Administration.

Immerhin ein Fünftel der untersuchten Verbände werden weitgehend von Hauptberuflichen gemanagt, etwas mehr als ein Drittel nur von Freiwilligen. Insgesamt sind auch heute noch über achtzig Prozent aller Funktionen in den Verbänden ehrenamtlich, und praktisch jeder Verband hat ein ehrenamtliches Präsidium. «Ehrenamtlichkeit und Professionalität schliessen sich aber nicht aus», betont der Koautor der Studie Siegfried Nagel von der Universität Bern. «Auch Ehrenamtliche können hochprofessionell arbeiten.» Professionalisierung bedeute auch, dass das Personal zukunftsgerichtet, mitgliederorientiert und strategisch arbeitet.

Internationale Konkurrenz treibt an

Sportverbände sind traditionell Freiwilligenorganisationen, und so stellt sich die Frage, warum sie sich überhaupt professionalisieren. «Bei nationalen Verbänden sind der wachsende internationale Konkurrenzdruck und die Kommerzialisierung im Spitzensport ein wesentlicher Treiber». sagt Nagel. «Um Nachwuchs- und Spitzenathleten möglichst optimal fördern und unterstützen zu können, sind zusätzliche finanzielle Ressourcen notwendig, die zunehmend über Sponsoren generiert

Schneller, höher, stärker: im Lausanner Maison du Sport International sind 16 Weltsportverbände untergebracht, von Baseball bis Taekwondo.

Bild · Valérie Chételat

werden.» Eine wichtige Rolle spiele auch der Dachverband Swiss Olympic, der von den Sportfachverbänden strategische Konzepte und hauptamtliche Stellen für eine zielgerichtete Förderung erwarte.

Die Professionalisierung betrifft aber nicht nur den Leistungs- und Spitzensport. Nagel erklärt: «Sportverbände fördern mit der Professionalisierung auch den Breitensport.» Das manifestiert sich etwa in einer besseren Betreuung der Mitgliedervereine, zum Beispiel mit Dienstleistungen im digitalen Bereich: «Verbände können Plattformen für die Mitgliederverwaltung oder die Wettkampforganisation zur Verfügung stellen», so Nagel. Auch bei der Ausbildung sind die Verbände wichtig. Und wenn Vereine im Zuge der Professionalisierung bezahlte Fachkräfte anstellen, stellt sich plötzlich auch die Frage nach dem Personalmanagement: Wer führt Mitarbeitergespräche? Wie wird Feedback gegeben?

Angesichts von Korruptionsskandalen in grossen professionalisierten Verbänden wie der Fifa oder jüngst der Internationalen Biathlon-Union ist fraglich, ob die zunehmende Professionalisierung in kleineren Verbänden beim sportlichen Fussvolk auf Vereinsebene gut ankommt. Für Sportwissenschaftler Ansgar Thiel von der Universität Tübingen steht fest: «Durch die Professionalisierung werden Entscheidungen systematisiert und juristisch nachvollziehbar, was letztlich der Korruption entgegenwirkt.»

«Durch die Professionalisierung werden Entscheidungen juristisch nachvollziehbar, was letztlich der Korruption entgegenwirkt.»

Ansgar Thiel

Thiel und Nagel betonen die Wichtigkeit einer guten Aufgabenteilung zwischen Haupt- und Ehrenamtlichen in der Verbandsarbeit. Eine sinnvolle Balance zwischen dem gewählten ehrenamtlichen Vorstand oder Präsidium und der hauptamtlichen Geschäftsführung sei entscheidend, so Nagel. Es müsse klar definiert werden, wer die jeweiligen strategischen und operativen Aufgaben verantwortet. Ansonsten bestehe die Gefahr von Konflikten, sagt Nagel.

Die Professionalisierung schreitet fort, doch sie ist kein neues Phänomen, wie Sporthistoriker Christian Koller von der Universität Zürich sagt: «Kommerzialisierung und Professionalisierung sind im Sport seit jeher Hand in Hand gegangen.» Zwischen dem späten 19. und dem späten 20. Jahrhundert habe es immer mehr professionelle Athleten und Trainerinnen gegeben, später folgten auch die Funktionäre. Einerseits habe die Kommerzialisierung das Geld in den Sport gebracht, das die Professionalisierung erst ermöglichte, andererseits hätten die Profis die Kommerzialisierung aktiv vorangetrieben.

Der Blick in die Sportgeschichte zeigt zudem: In der Pionierphase der internationalen Sportverbände um 1900 war noch alles ehrenamtlich. «Das Internationale Olympische Komitee war damals von Aristokraten dominiert, die sich dieses Engagement und die damit verbundenen Reisen zu internationalen Kongressen überhaupt leisten konnten», erklärt Koller. Schon im frühen 20. Jahrhundert hätten aber viele Verbände bezahlte Sekretäre angestellt. Mit der zunehmenden politischen Bedeutung des Sports insbesondere im Kalten Krieg seien die staatlichen Sportadministrationen gewachsen.

Symbolfigur Sepp Blatter

Ein weiterer Professionalisierungsschub setzte schliesslich in den Siebziger- und Achtzigerjahren ein, der wiederum mit Kommerzialisierung einherging. Die Liberalisierung der Telekommunikation in den Achtziger- und Neunzigerjahren brachte schliesslich den Quantensprung. Symbolfigur für diese Entwicklung ist Sepp Blatter: «Mit seiner Wahl zum Fifa-Präsidenten 1998 kam erstmals jemand an die Spitze des Weltfussballverbandes, der schon zuvor im professionellen Apparat des Verbandes tätig gewesen war und die Kommerzialisierung durch strategische Partnerschaften mit mehreren Grosskonzernen aktiv mitgestaltet hatte», so Koller.

Bleibt die Frage: Wohin bewegen sich die Sportverbände? «In Deutschland und der Schweiz basieren Vereine und Verbände auf Freiwilligenarbeit, und das soll auch so bleiben. Aber je differenzierter die Aufgaben werden, umso notwendiger sind professionelle Strukturen. Wir werden wohl auch künftig hybride Formen haben», sagt Thiel.

Dabei stelle sich insbesondere auf Vereinsebene manchmal die Frage, wer noch bereit ist, unbezahlten Einsatz zu leisten, wenn es nebenher Leute im Verein hat, die für ihre Arbeit bezahlt werden. Für einen Juristen oder eine Politikerin könne sich die ehrenamtliche Vorstandsarbeit durch Knüpfen beruflicher und politischer Kontakte auszahlen. Der Nutzen muss in einem angemessenen Verhältnis zum Aufwand stehen. «Eine ehrenamtliche Führungsperson hat in der Regel nicht genügend Zeit, um das in einem grösseren Verein oder einem Verband anfallende Arbeitsvolumen im Führungsbereich angemessen zu bewältigen», so Thiel. «Dort ist Professionalisierung eine Überlebensstrategie.»

Astrid Tomczak-Plewka ist freie Journalistin in Bern.

Pionierinnen mit Migrationshintergrund

Eine historische Recherche zeigt, dass Migration die Gleichstellung der Geschlechter in der Schweiz vorangetrieben hat, zum Beispiel bei den Krippenplätzen. Von Julia Richter

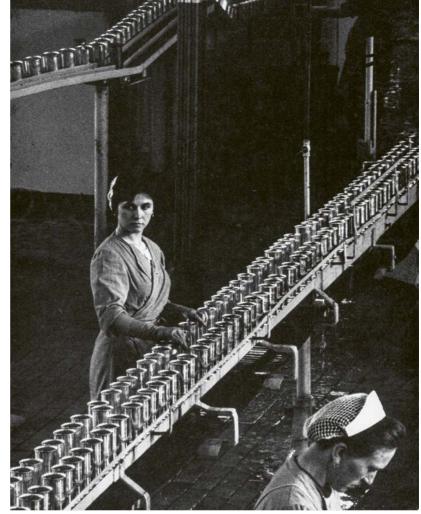
ie eine Zeitreise in die Vergangenheit erschien es der Mutter von Historikerin Francesca Falk, als sie in den Siebzigeriahren aus Norditalien in die Schweiz kam. Während in ihrer alten Heimat das Frauenstimmrecht unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg eingeführt und die Gleichstellung der Geschlechter 1948 in die Verfassung aufgenommen worden war, mussten die Frauen in ihrer neuen Heimat ihren Mann noch um Erlaubnis bitten. wenn sie arbeiten wollten.

Damit wurde Francesca Falk von der Universität Freiburg das Forschungsinteresse sozusagen in die Wiege gelegt: Sie untersucht den Einfluss von Migration auf die Gleichstellung der Geschlechter in der Schweiz, so auch in ihrem neuen Buch «Gender Innovation and Migration in Switzerland».

Krippenplätze im ländlichen Wallis

Nach dem Zweiten Weltkrieg herrschte hierzulande Hochkonjunktur, was dazu führte, dass viele Menschen auf der Suche nach Arbeit in die Schweiz kamen, zunächst vor allem aus Italien. Während es hier damals selbstverständlich war, dass Frauen zu Hause blieben und sich um die Kinder sorgten, war es in gewissen Gegenden Italiens - auch aus ökonomischen Gründen - normal, dass Frauen arbeiteten. «Die Frage nach der Vereinbarkeit von Beruf und Familie stellte sich damals neben unterprivilegierten Schweizer Familien vor allem für migrantische Familien», sagt Falk.

Dies zeigte sich beispielsweise in der Stadt Bern, wo die Anzahl der Kinder mit Migrationshintergrund in den städtischen Krippen Mitte der Sechzigerjahre auf 60 bis 70 Prozent anstieg - dies, obwohl Schweizer Kinder bei der Platzvergabe priorisiert wurden. Und auch im ländlichen Wallis sorgte die Zuwanderung dafür, dass mehr Krippenplätze benötigt wurden. Zusammen mit anderen Einflüssen sorgte die so entstandene Infrastruktur langfristig dafür, dass ausserhäusliche Kinderbetreuung



Für eingewanderte Italienerinnen war Lohnarbeit in den Sechzigerjahren üblich - wie hier in der Konservenfabrik Hero 1962. Bild: Keystone/Fotostiftung Schweiz/Hans Baumgartner

auch für die Schweizer Mittelschicht immer normaler wurde. Frauen, die im Ausland gelebt hatten oder innerhalb des Landes migrierten, gehörten zudem zu den Pionierinnen im Kampf für das Frauenstimmrecht. Für die Feminismus-Ikone Iris von Roten waren die landesinterne Migration ins ländliche Wallis sowie ihr Aufenthalt in den USA prägend. Und nicht nur die ersten Studentinnen, auch die ersten Professorinnen in der Schweiz stammten häufig aus dem Ausland. Dazu gehört auch Anna Tumarkin, die 1909 erste Professorin an der Universität Bern wurde und die aus dem russischen Reich stammte.

Der weite Blick über die Grenzen

Dass Migration gesellschaftliche Innovationen vorantreiben kann, bestätigt die emeritierte Historikerin Regina Wecker, eine der entscheidenden Figuren für die Etablierung der Geschlechtergeschichte in der Schweiz: «Der Blick über die Grenzen und die grenzüberschreitende Migration sind eine Möglichkeit, das Spektrum der eigenen Lösungen zu erweitern.» Gleichzeitig betont sie aber, dass es für alle Verankerungen von gesellschaftlichen Neuerungen immer Schweizer Akteurinnen brauchte, die die Impulse aufnahmen und weiterverfolgten.

Auch Kulturwissenschaftler Walter Leimgruber von der Universität Basel sieht

das Potenzial von Migration: «Grundsätzlich führt jeder Austausch mit anderen Vorstellungen und Lebensweisen dazu, dass die eigene gesellschaftliche Situation reflektiert, oft auch relativiert wird.» Für ihn besteht in der Schweiz bei der Gleichstellung der Geschlechter aber noch immer grosser Aufholbedarf, etwa in der Frage der Kosten der familienergänzenden Kinderbetreuung. Dies erfordere weitere Auseinandersetzung mit traditionellen Rollenbildern. «Die aktuelle Diskussion um Migration zeigt, dass wir heute zwar zu Recht Gleichstellung von Geschlechtern gegenüber Migranten, etwa islamischen Glaubens, einfordern, diese aber in vielen Bereichen selbst nicht erreicht haben.»

Migration nur als Erfolgsgeschichte für gesellschaftliche Innovation zu begreifen, greift für Francesca Falk zu kurz: «Migration an sich ist weder gut noch schlecht.» Wichtig seien die Rahmenbedingungen, in denen Zuwanderung stattfinde. Und diese würden mitunter dadurch beeinflusst, wie die gegenwärtige und die vergangene Migration wissenschaftlich betrachtet werden.

Julia Richter ist freie Journalistin und wissenschaftliche Mitarbeiterin bei Public Health.

F. Falk: Gender Innovation and Migration in Switzerland. Palgrave Studies in Migration History (2019)

«Für ds Elisabeth»

In der deutschsprachigen Mundart werden Frauen oft nicht weiblich, sondern sächlich bezeichnet. Das bedeutet nicht immer patriarchale Geringschätzung, sondern manchmal einfach Zärtlichkeit.

Von Susanne Wenger

u Beginn etwas Grammatik, keine Angst, nur das Nötigste. Das Deutsche kennt, im Gegensatz zum Französischen und Englischen, drei grammatische Geschlechter: Femininum, Maskulinum, Neutrum. In manchen Regionen der Deutschschweiz, Deutschlands und Luxemburgs wird für Frauen nicht die weibliche Form verwendet, sondern die sächliche. Anstatt die Anna heisst es das Anna, statt sie sagt man es. «Das weckte mein wissenschaftliches Interesse», sagt Helen Christen, Professorin für germanistische Linguistik an der Universität Freiburg. Denn generell stimme sonst bei Namen das grammatische Geschlecht, fachsprachlich Genus, mit dem natürlichen Geschlecht überein.

In der Sprache sei nichts Zufall, stellt Christen fest: «Die Genus-Zuweisung wird genutzt, um eine Bedeutung herzustellen.» Doch welche Bedeutung? Wertet das Neutrum Frauen ab und verniedlicht sie, wie besonders in der Schweiz geargwöhnt wird? Christen und ihr Team gehen dem Phänomen erstmals auf den Grund, gemeinsam mit Linguistinnen aus Deutschland und Luxemburg. Die Wissenschaftlerinnen führen Befragungen durch, analysieren alte Volkslieder und werten Todesanzeigen aus. Die bisherigen Befunde ergeben für die Deutschschweiz ein differenziertes Bild.

Mal liebevoll, mal despektierlich

Neutrale Frauenrufnamen sind besonders in den Kantonen Bern, Solothurn, Basel-Landschaft, Glarus und in der Zentralschweiz verbreitet. Sie entstanden innerhalb von Familien und Dorfgemeinschaften. Dort, unter Verwandten und gut Bekannten, werden Namen gerne verkleinert. Das löst rein sprachlich das neutrale Genus aus: die Verena wird «ds Vreni». Mit der Zeit ging in persönlichen Beziehungen das Neutrum auch auf Frauennamen ohne Diminutiv über: das Pia, das Judith. Die Bezeichnungen sind liebevoll gemeint, weiss Christen: «Sie können Nähe und Vertrautheit ausdrücken.»

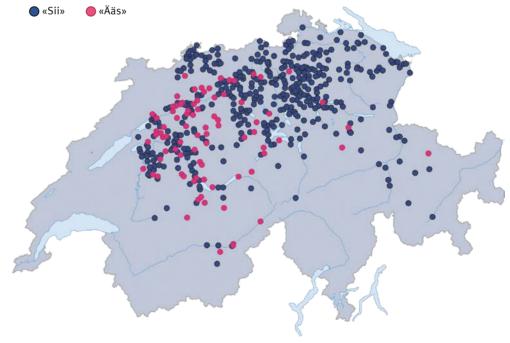
Umgekehrt wird Distanz geschaffen, wenn iemand die Schwester oder die alte Schulfreundin wieder die Verena nennt statt das Vreni. Dann dürfte sich die Beziehung abgekühlt haben. Ganz anders liegt der Fall, wenn beispielsweise eine Bundesrätin öffentlich ins Neutrum gesetzt wird. Da ist der Kosename nicht angebracht, wirkt vielmehr despektierlich. «Im passenden Kontext ist das neutrale Genus unauffällig bis positiv, im unpassenden Kontext kippt es», fasst die Forscherin zusammen. Sie fand überraschend weitere Spielarten. Etwa Frauenrufnamen mit männlichem Genus: «der Fridu» für die als burschikos betrachtete Frieda. Oder, im Sensebezirk, Männernamen mit weiblichem Genus: «d Hänsa» für Hans.

Fr bleibt er

Nur eine Kombination traf die Forscherin kaum an: männlich und neutral. Wenn im vertrauten Kreis Männernamen verkleinert werden, bleiben Artikel und Pronomen männlich. Auf «Fredi» folgt nicht es, sondern er. Ausnahmen im Wallis -«ds Hansrüedi» - und im Berner Oberland bestätigen die Regel. Der volle Name mit Neutrum ist gar exklusiv den Frauen vorbehalten. Das Thomas gibt es nicht. «Männernamen scheinen ihre Träger vor dem neutralen Genus zu immunisieren», sagt Christen. Mit Bildern von Weiblichkeit stimme das Sächliche offenbar eher überein. Für die Forscherin ein Hinweis darauf, dass das dialektale Neutrum schon auch auf patriarchale Geschlechtervorstellungen zurückzuführen ist. Das Weibliche als das Kleinere, Geringere, das Private und die Familie als Domäne der Frauen.

Die Ambivalenz fällt auch dem Mundartschriftsteller Pedro Lenz auf, einem besonders sensiblen Sprachseismografen. Er habe diese sächliche Form immer vermieden, sagt der Berner: «Erwachsene Frauen sollten nicht wie Kinder angesprochen werden.» Doch dann bat ihn eine ältere Leserin um folgende Signatur: «Für ds Elisabeth, mög' äs no mänge schöne Früelig erläbe.» Auf seinen Einwand entgegnete die Frau, das Es sei keine sächliche Form, sondern eine Zärtlichkeitsform. «Seither bin ich bei der Thematik offener geworden», räumt Lenz ein. Er verarbeitete die Erfahrung in einer Kurzgeschichte. Das Deutsche kenne nicht drei, sondern vier grammatische Geschlechter, bilanziert er darin mit der Freiheit des Literaten: weiblich, männlich, sächlich und zärtlich.

Susanne Wenger ist freie Journalistin in Bern.



Femininum oder Neutrum? Antworten aus einer Online-Umfrage: Auf «S Mami isch nid dehäi» folgt entweder «Sii ...» oder «Ääs isch ouf em Määrt».

Bild: 2. stock süd, Quelle: regionalsprache.de



Tipp für Vorgesetzte: Lassen Sie das Team denken und achten Sie auf seine Meinung.

Was an schwachen Chefs stark ist

at Ihr Chef immer das letzte Wort? Dann legen Sie ihm doch die Ergebnisse von Berno Büchel und seinem Team vor. Der Professor am Lehrstuhl für Mikroökonomie der Universität Freiburg sagt: «Es hat Vorteile, Führungspersonen zufällig zu wählen. Die hören besser zu.»

Hinter seinen Worten steckt ein Laborexperiment, für das er in einer ersten Fragerunde über 170 Probanden acht Schätzfragen stellte, jede aus einem anderen Wissensgebiet. Sie klangen etwa so: Wie viel Prozent der Erdoberfläche ist mit Wasser bedeckt? Neben einer Antwort mussten die Probanden auch angeben, wie gross dabei ihre Unsicherheit war. So konnte Büchel eruieren, wer sich gut auskannte. Und wer glaubte, sich gut auszukennen. Danach teilte er die Probanden in Viererteams ein und wählte Anführer: Entweder weil sie selbstbewusst waren, ihre Unsicherheit also sehr klein. Oder weil sie wirklich kompetent waren, ihre Antwort also besonders gut. Wieder andere wählte er zufällig.

In der zweiten Fragerunde stellte Büchel nun allen Gruppen jeweils acht Fragen aus den gleichen Themengebieten - und zwar sechsmal hintereinander. Der Anführer hatte dabei stets Einsicht in die Antworten des Teams und konnte seine Schätzungen Runde um Runde anpassen. Das Team wiederum hatte nur Einsicht in die Antworten des Anführers. So konnte Büchel erkennen, wie stark sich die Teilnehmenden von anderen beeinflussen lassen.

Das Ergebnis verblüfft: Die Teams mit den selbstbewussten Leadern erzielen insgesamt schlechtere Ergebnisse. Büchel erklärt: «Diese Leader haben zu viel Einfluss im Verhältnis zur Expertise des Teams. Zufällige Leader hingegen werden vom Team weniger überschätzt, und sie selbst achten mehr auf die Meinung des Teams. Das ist eine wichtige Führungskompetenz.» Übrigens: Die Teams mit den zufälligen Leadern schneiden gleich gut ab wie die mit den kompetenten. Johannes Giesler

B. Büchel et al.: The Strength of Weak Leaders -An Experiment on Social Influence and Social Learning in Teams (Submitted)

Wie der Fleischkonsum reduziert werden kann

ie Erderwärmung schreitet voran. Ein Grund dafür ist der exzessive Fleischkonsum. Die Viehwirtschaft ist nach Angaben der Vereinten Nationen für knapp 15 Prozent des weltweiten CO₂-Ausstosses verantwortlich. Mit einer repräsentativen Umfrage untersuchte ein Team der Hochschule Luzern, welche Faktoren unseren Fleischkonsum beeinflussen - und mit welchen Massnahmen er reduziert werden könnte.

Die Forschenden ermittelten in einem ersten Schritt den aktuellen Fleischkonsum von über 1800 Teilnehmenden aus der Stadt Luzern. Sie definierten vier Zielgruppen anhand von Konsumverhalten wie 1. «Ich habe noch nie daran gedacht, meinen Fleischkonsum zu reduzieren» bis zu 4. «Reduzierter Fleischkonsum oder -verzicht ist für mich selbstverständlich».

In einem zweiten Schritt identifizierten sie die sozialpsychologischen Faktoren, die das Verhalten der jeweiligen Typen beeinflussen können. Eine grosse Rolle spielt laut Studienleiter Christian Weibel die sogenannte subjektiv wahrgenommene Verhaltenskontrolle. Er erläutert: «Wie gross die Auswahl an Vegi-Menüs in meiner Kantine ist, kann mein Verhalten entscheidend beeinflussen.» Je grösser das Angebot, desto eher meint man, das eigene Verhalten anpassen zu können. Als weiterer wichtiger Faktor wurde das Problembewusstsein identifiziert. Anders als etwa beim Energiesparen sei der Zusammenhang zwischen Fleischkonsum und Klimawandel noch weniger im öffentlichen Diskurs verankert. «Da gibt es grossen Nachholbedarf», sagt Weibel. Abhilfe schaffen könnten etwa prominente Vorbilder, die in den öffentlichen Diskurs eingebracht werden könnten. Die Studie soll Bund, Behörden oder NGOs eine Stütze sein, ihre Zielgruppe besser ermitteln und zugeschnittene Massnahmen anwenden zu können, die zur Reduktion des Fleischkonsums beitragen. Samanta Siegfried

C. Weibel et al.: Reducing individual meat consumption: An integrated phase model approach. Food Quality and Preference (2019)



Das Angebot an Vegi-Menüs kann den Fleischkonsum senken.



Von hinten und aus grosser Entfernung: Es geht ums Nicht-Zeigen.

Eltern teilen Kinderfotos reflektiert

öse Eltern zeigen Fotos ihrer Kinder im Internet, gute Eltern teilen gar keine Familienmomente, auch keine schönen. So einfach lässt sich der mediale Diskurs übers Sharenting, das Teilen von Kinderfotos im Internet, laut der Basler Medienwissenschaftlerin Ulla Autenrieth zusammenfassen, Dennoch gibt es sie zuhauf: Mütter und Väter, die etwa auf Facebook Kinderfotos veröffentlichen. Sind sie alle unreflektiert? Ulla Autenrieth hat das Thema untersucht und ist zu einem anderen Schluss gelangt.

Im Rahmen ihrer Studie wurden 52 Eltern junger Kinder befragt. Zudem hat Ulla Autenrieth die auf Facebook geteilten Kinderfotos der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ausgewertet. Die Befragungen ergaben, dass sich die Eltern der Risiken bewusst sind: Die Fotos könnten in die Hände von Pädophilen gelangen. Facebook könnte die Bilder zu Werbezwecken missbrauchen. Der biografische Fussabdruck der Kinder im Internet könnte unvorteilhafte Fotos enthalten. Viele Eltern bilden ihre Kinder deshalb so unkenntlich wie möglich ab, zum Beispiel von hinten oder aus sehr grosser Entfernung. Ulla Autenrieth nennt diese Praxis Anti-Sharenting. «Fotohistorisch ist das eine interessante Entwicklung», sagt sie. «Im digitalen Zeitalter geht es ums Nicht-Zeigen. Das ist ein Paradigmenwechsel.»

Ulla Autenrieth hat herausgefunden, dass Eltern keineswegs unüberlegt Fotos ihrer Kinder in sozialen Netzwerken teilen. «Aber diese Eltern sind stark geprägt vom medialen Diskurs und verspüren grosse Ängste - sogar wenn sie Fotos teilen, auf denen die Kinder nicht zu erkennen sind». sagt sie. Deshalb fordert sie einen differenzierteren Diskurs in der Gesellschaft über das Thema, in dem Eltern nicht pauschal verteufelt werden, sobald sie Familienfotos teilen. Eva Mell

U. Autenrieth: Family photography in a networked age: Anti-sharenting as a reaction to risk assessment and behaviour adaption. Nordicom (2018)

Nervenzellen im Chip

Ein Spin-off der ETH lässt sich von Hirnstrukturen inspirieren und entwickelt neue Computerchips. Diese können zum Beispiel in Smartphones komplexe Aufgaben bei gleichzeitig tiefem Stromverbrauch lösen.

Text: Florian Fisch Illustration: ikonaut

1. Effiziente Hirnstrukturen

Dank seiner dezentral organisierten Informationsverarbeitung verbraucht das Gehirn im Vergleich zu seiner Rechenleistung kaum Energie. Einzelne neuronale Netzwerke können gleichzeitig speichern und verarbeiten. Aus einer Information, die hereinkommt, wird so eine neu kombinierte Ausgabe generiert.

2. Zurück zu den analogen Wurzeln

Das Spin-off Aictx von der ETH Zürich baut die energiesparende Architektur des Gehirns in Computerchips nach. Es arrangiert die kleinen Schalter nicht wie üblich digital, so dass dabei immer Einsen oder Nullen herauskommen, sondern imitiert die Funktionsweise von Nervenzellen. Die Netzwerke aus diesen virtuellen Zellen leiten Signale nicht wie in gewöhnlichen Chips in einem gewissen Takt weiter, sondern erst, wenn es wirklich neue Informationen zu verarbeiten gibt. Dies ermöglicht es selbst einfachen Geräten, komplexe Aufgaben zu lösen.

3. Daten lokal analysieren

Der Plan: Ein Sensor, eine Batterie und ein Chip sind über lange Zeit autonom im Einsatz und

- überwachen zum Beispiel den Rhythmus des Herzens. Das Implantat schlägt Alarm, sobald etwas nicht mehr stimmt.
- erkennen, ob eine Person auf das Smartphone schaut. Ist dies der Fall, schaltet es sich selbst ein. Nach einem Training könnte der Chip auch das Gesicht der Besitzerin identifizieren.

Das digitale Wissen disziplinieren

Von Antonio Loprieno

Wir simulieren, um etwas klarer darzulegen, als wir es mit analogen Mitteln können; und wir simulieren, um etwas zu vernebeln, was wir lieber unbekannt lassen würden. Simulation ist sowohl Verbildlichung wissenschaftlicher Vorgänge als auch Verzerrung realweltlicher Sachverhalte. In meiner Kolumne im Horizonte 118 habe ich bereits auf dieses Paradox der digitalen



Wende für unsere Wissenschaftskultur hingewiesen: die semantische Vielfalt des Begriffs Simu-

Die digitale Wende hat unseren Zugang zum Wissen in dreierlei Hinsicht verändert. Unser Wissen ist bildlicher, sozialer und verfügbarer geworden. Das Wissen, das durch Bilder vermittelt wird, steht uns emotional näher als jenes, das durch Worte verdeutlicht wird. Das digitale Wissen ist auch sozialer als die traditionellen Wissensformen, weil es von einer Community -

wie etwa jene der Wikipedia-Autoren - kontrolliert und gesteuert wird. Und schliesslich ist das digitale Wissen verfügbarer als sein analoges Pendant, weil wir grosse Datenmengen mit minimalem Zeitaufwand verinnerlichen und verwalten können.

Aber ist es wirklich das Wissen, das durch die Digitalisierung bildlicher, sozialer und verfügbarer wird, oder sind es nicht eher einzelne Wissensfragmente? Um sich zu Wissen zu verdichten, müssen Wissensfragmente nicht nur vermittelt, sondern vor allem gebündelt werden. Ohne kontextuelle Verbindung verlieren nämlich Wissensfragmente ihre potenzielle Verbindlichkeit und können leichter manipuliert werden. Digitales Wissen ist schnell zugänglich, aber nur in undisziplinierter Form.

Deshalb sprechen wir auch von Disziplinen, wenn wir uns auf wissenschaftliche Fächer beziehen: weil sich hinter deren einzelnen Wissensfragmenten eine sich jeweils ordnende Logik verbirgt, ein analoger Algorithmus, der uns erlaubt, in disziplinierter Form plausible von nicht plausibler Information zu trennen. Hinter dem disziplinierten Wissen steht immer der Glaube an dessen Plausibilität, die es von undisziplinierten Zufallsbefunden, Verschwörungstheorien oder nackten Zahlen trennt.

Wie unterscheidet man zwischen diszipliniertem Wissen und undisziplinierten Wissensfragmenten? Indem man die kritische Vernunft anwendet, die sich vom unkritischen Verstand durch die Überprüfung des Kontexts der jeweiligen Wissenseinheit abhebt. In unserer Arbeit in der Forschung, in der Lehre, in der Wissenschaftspolitik geht es also primär um Plausibilisierung. Wir müssen das reichlich vorhandene digitale Wissen analog glaubhaft machen: es zähmen, disziplinieren, in anschauliche Kanäle einlenken. Mühsam, aber spannend.

Antonio Loprieno ist Präsident der Akademien der Wissenschaften Schweiz.

Leserbriefe

Religionsforschung wirft ernsthafte Fragen auf

Was bedeutet es für die Schweiz, wenn der Anteil an Atheisten, Agnostikern und allgemein Nicht-Religiösen weiterhin so stark zunimmt? Sicher zu Recht befürchtet Religionsforscher Stefan Huber im Horizonte 119 (S. 40-41) grössere Spannungen. Eine Aussage möchte ich allerdings in Frage stellen: Die psychischen und gesellschaftlichen Funktionen der Religion seien ersetzbar, Nicht-Religiöse würden ähnlich leben wie Religiöse. Gerne würde ich mal eine Gegenüberstellung zwischen Nicht-Religiösen und überzeugten, bibelgläubigen Christen sehen betreffend: Scheidungsrate, Spendenfreudigkeit, Dienst am Nächsten, Umgang mit Schicksalsschlägen, Suchtverhalten, moralische Werte, Sinnfragen, Todesangst, Hoffnung auf ewiges Leben. Ich behaupte, da gibt es massive Unterschiede, die sowohl die Einzelperson als auch die Gesellschaft positiv oder negativ beeinflussen. Nach welchem Vorbild können sich Gott-lose Menschen richten? Woher haben sie ihre Prinzipien und Wertmassstäbe? Wichtige Fragen für die Zukunft unseres Landes. Andreas Bolliger, Pädagoge

Psychische Erkrankungen nicht kategorisieren

Ich glaube nicht, dass die Äusserungen von Daniele Zullino im Horizonte 119 (S. 8-9) vom vergangenen Dezember etwas zur Beantwortung der durchaus einfachen Grundfrage: «Nützen Neurowissenschaften in der psychiatrischen Praxis?» beitragen. Den Patienten mit psychischen Erkrankungen ist es wohl komplett wurst, ob das Gehirn «zur Disziplin Biologie» oder «zur Disziplin Psychologie» gehört. Ich teile die klare und einleuchtende Meinung von Philippe Conus: Man soll sich gegenüber «Fortschritten, auf die Patienten dringend angewiesen sind», nicht verschliessen und sie nicht irgendwelchen, völlig unnötigen Kategorisierungen opfern. Ernst Schlumpf, selbstständiger Kultur-

wissenschaftler



Schreiben Sie uns Ihre Meinung

Sie möchten auf einen Artikel reagieren? Wir freuen uns über Ihre Zuschrift an redaktion@horizonte-magazin.ch oder Ihren Kommentar auf Facebook.

Korrigendum

Experte Olof Hallonsten sagt fälschlicherweise, dass Carlo Rubbia bei der Verleihung des Physiknobelpreises 1984 Direktor des Cern war. Er übernahm dessen Leitung aber erst fünf Jahre später («Die Demokratisierung von Big Science», Horizonte 119, S. 13).

Bei den Budgets der grossen Forschungsprojekte in der Infografik «Viel Zeit, viel Geld» (Horizonte 119, S. 18-19) müsste es «Millionen USD» heissen, nicht Milliarden. Wir entschuldigen uns für beide Fehler.

Latsis-Preis für Medizinerin



Die Medizinerin und EPFL-Professorin Andrea Ablasser wurde mit dem nationalen Latsis-Preis 2018 ausgezeichnet. Der SNF vergibt den Preis für unter 40-jährige Forschende ieweils im Auftrag der

Latsis-Stiftung, Im Fokus von Ablassers Forschung steht der sogenannte cGAS/ STING-Signalweg, der Immunzellen zur Bekämpfung von Viren aktiviert. Sie untersucht, was passiert, wenn die Aktivierung fälschlicherweise erfolgt und zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führt. Dabei hat sie einen Wirkstoff gefunden, der den Signalweg blockiert, was bei der Therapie verschiedenster Krankheiten helfen könnte.

Scharfer Blick von aussen

Der neue internationale Beirat des SNF hat vor Kurzem seine Arbeit aufgenommen. Er besteht aus fünf renommierten Expertinnen und Experten aus England, Holland, Schweden und der Schweiz. Damit werde der Blick von aussen geschärft, erklärt Matthias Egger, Präsident des Nationalen Forschungsrats: «Der Beirat liefert uns Ideen und gibt Empfehlungen, wie wir die Rolle und die Strategie des SNF langfristig weiterentwickeln können.»

Die Vermessung der Gesundheit



Personalisierte Gesundheit nutzt die rasant wachsende Menge gesundheitsbezogener Daten, die an der Schnittstelle von Biomedizin und Informatik entstehen. Diese Daten prägen

die Medizin immer stärker. Was hält die Bevölkerung davon? Mit «Mensch nach Mass» machen die Akademien der Wissenschaften Schweiz personalisierte Gesundheit zum Thema - unter anderem durch Veranstaltungen und Online-Umfragen.

Bald neuer Verhaltenskodex

Der Rahmen für eine Selbstregulierung aller wissenschaftlichen Disziplinen wird überarbeitet. Unter dem Vorsitz von Edwin Constable von der Universität Basel haben

die Akademien der Wissenschaften Schweiz eine neue Expertengruppe für «Wissenschaftliche Integrität» eingesetzt. Sie wird die «Grundsätze und Verfahrensregeln» aus dem Jahr 2008 und den ALLEA Code of Conducts berücksichtigen und daraus einen neuen Verhaltenskodex formulieren. In der Expertengruppe sind neben den Akademien Schweiz swissuniversities und der SNF vertreten.

Ressource Boden erhalten

Das Nationale Forschungsprogramm «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» (NFP 68) hat seine abschliessenden Befunde vorgestellt. Mit folgenden Eckpfeilern soll die Schweiz die Bodenqualität langfristig sichern: Instrumenten für die Raumplanung, einer standortgerechten land- und forstwirtschaftlichen Bewirtschaftung, einer flächendeckenden Bodenkartierung sowie mehr Engagement und Kohärenz in der Bodenpolitik.

SNF erstmals am WEF



Der SNF war dieses Jahr zum ersten Mal Gast am WEF. Direktorin Angelika Kalt (im Bild) nahm teil und traf in Davos unter anderem auf die neue Staatssekretärin für Bildung, Forschung und Innovation, Martina Hirayama, sowie den neuen Vorsteher des WBF, Bundesrat Guv Parmelin, Der SNF holte zudem drei exzellente Forschende ans IdeasLab für Cybersecurity, etwa Myriam Dunn Cavelty von der ETHZ, die ihre Eindücke fleissig auf Instagram postete.

Kritischer Blick auf Sammelwut

In der Ausstellung «Fragile» zeigt das Museum Naturama Aargau, wie für wissenschaftliche Bestimmungen systematisch Tiere gejagt und Pflanzen gesammelt wurden. Sie beleuchtet den Wissensdurst und die Sammelwut von Forschenden aus einer anderen Perspektive, teilweise kritisch, jedoch ohne zu moralisieren. Die Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) hat dem Naturama Aargau dafür den Prix Expo 2018 verliehen.

Horizonte

Das Schweizer Forschungsmagazin erscheint viermal jährlich auf Deutsch und Französisch. Die Online-Ausgabe erscheint auch auf Englisch. 32. Jahrgang, Nr. 120, März 2019

www.horizonte-magazin.ch auf Deutsch www.revue-horizons.ch en français www.horizons-mag.ch in English

www.facebook.com/horizonsmagazine www.twitter.com/horizonte de

redaktion@horizonte-magazin.ch

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

Redaktion

Daniel Saraga (dsa), Leitung Marcel Falk (mf) Florian Fisch (ff) Judith Hochstrasser (jho) Franca Siegfried (fs)

Gestaltung und Bildredaktion

2. stock süd netthoevel & gaberthüel, Valérie Chételat

Übersetzung

Weber Übersetzungen

Korrektorat

Anita Pfenninger

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

38500 deutsch, 17200 französisch

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

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

Die Artikel geben nicht die Meinung der beiden Herausgeber SNF und Akademien wieder.

Der Schweizerische Nationalfonds (SNF) fördert im Auftrag des Bundes die Forschung in allen wissenschaftlichen Disziplinen. Er investiert jährlich über 900 Millionen Franken in zurzeit 5800 Projekte, an denen 16000 Forschende beteiligt sind. Damit ist er der wichtigste Forschungsförderer der Schweiz.

Die Akademien

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. In der wissenschaftlichen Gemeinschaft verankert, haben sie Zugang zur Expertise von rund 100 000 Forschenden.

«Nur weil wir mehr Daten erheben, verändert sich ein biologischer Zusammenhang nicht.» Fränzi Korner-Nievergelt Seite 9

«Biologen leben in einer Art dauerhafter existenzieller Krise.»

Gisou van der Goot Seite 32

«Im digitalen Zeitalter geht es ums Nicht-Zeigen. Das ist ein Paradigmenwechsel.» Ulla Autenrieth Seite 48



Schon der Sprach-Philosoph Ludwig Wittgenstein hätte gerne Emojis erfunden. Im Sommer 1938 soll er an einer Ästhetik-Vorlesung gesagt haben: «Wäre ich ein guter Zeichner, ich würde unzählige Gesichtsausdrücke mit vier Strichen wiedergeben.»