



Frische Blicke auf die Schule

Wie wissenschaftliche Erkenntnisse
in die Praxis vordringen

Die Visionen der Schweizer
Wissenschaftschefin
30

Wie Gefühle von Tieren
ermittelt werden
34

Was hinter Wahl-
prognosen steckt
44

PERSÖNLICHKEITSTEST
Welcher Forschertyp sind Sie?
25

Schule für alle statt extreme Haltungen

Eine Schülerin beobachtet gebannt die Bewegungen eines kleinen weissen und blinkenden Wägelchens. Eben hat sie gelernt, einen Mini-roboter zu programmieren. Ein Schüler kriecht auf Augenhöhe mit Insekten durchs Gras. Er weiss, wie Käfer und Co. überleben. Solche Szenarien sind in Schulen Realität und entsprechen gegensätzlichen Trends: der möglichst frühen Anwendung neuester Technologien und der möglichst grossen Nähe zur Natur.

Der begeisterte Glaube an den Fortschritt sowie dessen totale Zurückweisung sind beides typische Reaktionen. Sie wirken selbst unter den Programmiererinnen und Programmierern im Silicon Valley. Während die einen ihren Nachwuchs in Schulen schicken, wo das digitale Trimmen selbstverständlich ist, schicken andere ihre Kinder lieber in den bildschirmfreien Unterricht. Die New York Times diagnostizierte bereits eine neue digitale Kluft: Privilegiert sei in Wahrheit nicht, wer stets den schnellsten Internetzugang oder die neuesten Geräte habe, sondern wer eine Privatschule und eine Nanny bezahlen, seinen Kids also zwischenmenschliche Interaktionen und den Luxus des bewussten Verzichts bieten könne. Es seien heute die Unterschichten, die ihre Kinder von Handy, Tablet und Co. hüten liessen.

Das Tech-Mekka mag der Zeit oft voraus sein, doch für die These der New York Times finden sich auch bei uns Belege: Viele Eltern, die finanzielle Ressourcen und Raum genug haben, schicken ihren Nachwuchs lieber in Waldkindergärten oder Rudolf-Steiner-Schulen. Beide oft weitgehend bildschirmfrei. Ein anderer alternativer Trend dagegen profitiert von digitalen Ressourcen: So nutzen etwa Homeschooling-Projekte bewusst die Informationsmöglichkeiten im Netz. Derweil rüsten die staatlichen Schulen die Klassenzimmer mit Tablets auf.

Also was jetzt? Alle auf die Bäume? Oder ein Hoch auf die digitale Revolution? Private Schulen können Angebote für Eltern mit extremen Haltungen schaffen, aber staatliche müssen die Herausforderung der Vielfalt annehmen und Schulen für alle bleiben. Kindergartenkinder sollen wöchentlich in den Wald gehen und trotzdem spielerisch lernen können, wie ein Bee-Bot programmiert wird. So offen, so komplex.



Judith Hochstrasser, Redaktorin

- ◀ ▶ Umschlag aussen und innen: Schülerinnen und Schüler der 7. Klasse der Schule Mösli in Ostermundigen bei Bern schiessen für Horizonte Fotos (siehe S. 15 und folgende).

Bilder: Nicolas Zonvi

horizonte

horizonte-
magazin.ch
Lesen Sie uns
online!



Méliek Manai



Schule erforschen

25

Christoph Frei



Wissen und Politik

10

Forschung soll Schule machen

Was beim Lernen wichtig ist, hat die Wissenschaft bereits klar gezeigt. Doch Fachkräfte nehmen oft nur zögerlich Nachhilfe.

10 Kids hinter der Kamera

Wenn Jugendliche ihren Lernort fotografieren, wird die Sonne eingefangen und schaut der Totenschädel in die Röhre.

12 Erkenntnisse aus dem Klassenzimmer

Abertausende Studien analysieren den Unterricht. Wie ihre Einsichten in die Praxis gebracht werden können.

18 Das alles drängt zum Schulhaus

Von Integration zu Evaluation: Ein Wimmelbild zeigt die Anforderungen an Schulen und wie diese darauf reagieren.

20 Reform dort, Reform da

Die Schweiz veränderte ihr Schulsystem spät, dann schnell. Sieben grosse Neuerungen, in kleinen Häppchen aufbereitet.

24 Medienfrischling aus der Romandie

Die User von Heidi News mögen starke Leserführung, sagt Olivier Dessibourg.

25 Persönlichkeitstest für Forschende

Sind Sie karrierebewusst, kommunikativ oder innovativ? Ihre Antworten zeigen es.

29 Studienergebnisse bestätigen

Ein neues Zentrum in Zürich fördert die Reproduzierbarkeit der Forschung.

30 «Die Schweiz ist gut positioniert»

SBFI-Chefin Martina Hirayama über die Zukunft des Forschungsplatzes Schweiz.



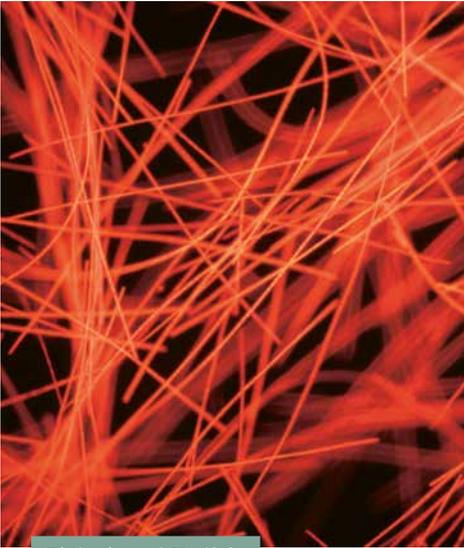
SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS
ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG

akademien der
wissenschaften schweiz

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

32

Limnologische Station der Universität Zürich



Biologie und Medizin

32 **Zürichsee in Rot**

Mikrobiologe Jakob Pernthaler analysiert das Verhalten von Blutalgen.

34 **Wenn wir Tiere verstehen könnten**

Forschende entwickeln Methoden, um die Emotionen von Tieren zu messen.

36 **Autopsie geht auch virtuell**

Leichen im MRI helfen, Todesursachen zu verstehen und die Medizin zu verbessern.

37 **Barsche lernen ihr soziales Verhalten Von Hefepilz und Neurodermitis Halbgötter sind in Weiss gewünscht**

Im Bild

6 Nanokristall wie von van Gogh gemalt

kontrovers

8 PhD: Ein Job wie jeder andere?

38

Urs Jaudas



Umwelt und Technik

38 **Ein Physiker fast wie ein Orakel**

Didier Sornette kann mit seinen Formeln erstaunlich viel voraussagen.

40 **Wasserdampf heizt Atmosphäre auf**

Messungen zeigen, wie sich das Treibhausgas in den Luftschichten verteilt.

42 **Modell Hemberg**

Der Energieverbrauch 2050 wird in einem kleinen St. Galler Dorf durchsimuliert.

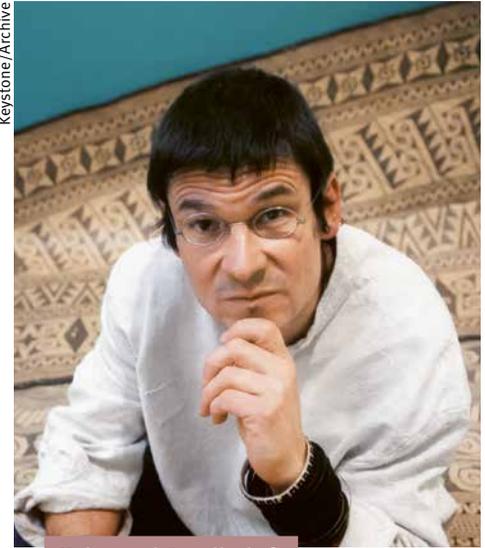
43 **Drohnen wie Hummeln Wie polarer Schnee das Eis beeinflusst Wasserfeste Perowskit-Solarzellen**

Wie funktioniert's?

49 Steckbriefe von Schweizer Drohnen

44

Keystone/Archive



Kultur und Gesellschaft

44 **So funktionieren Wahlprognosen**

Meinungsumfragen vor Wahlen sind beliebt. Wie fehleranfällig sind sie?

46 **Zwischen Authentizität und Spektakel**

Ein neuer Film über Bruno Manser erscheint und gibt Anlass zu Fragen.

47 **Herr und Frau Müller erzählen**

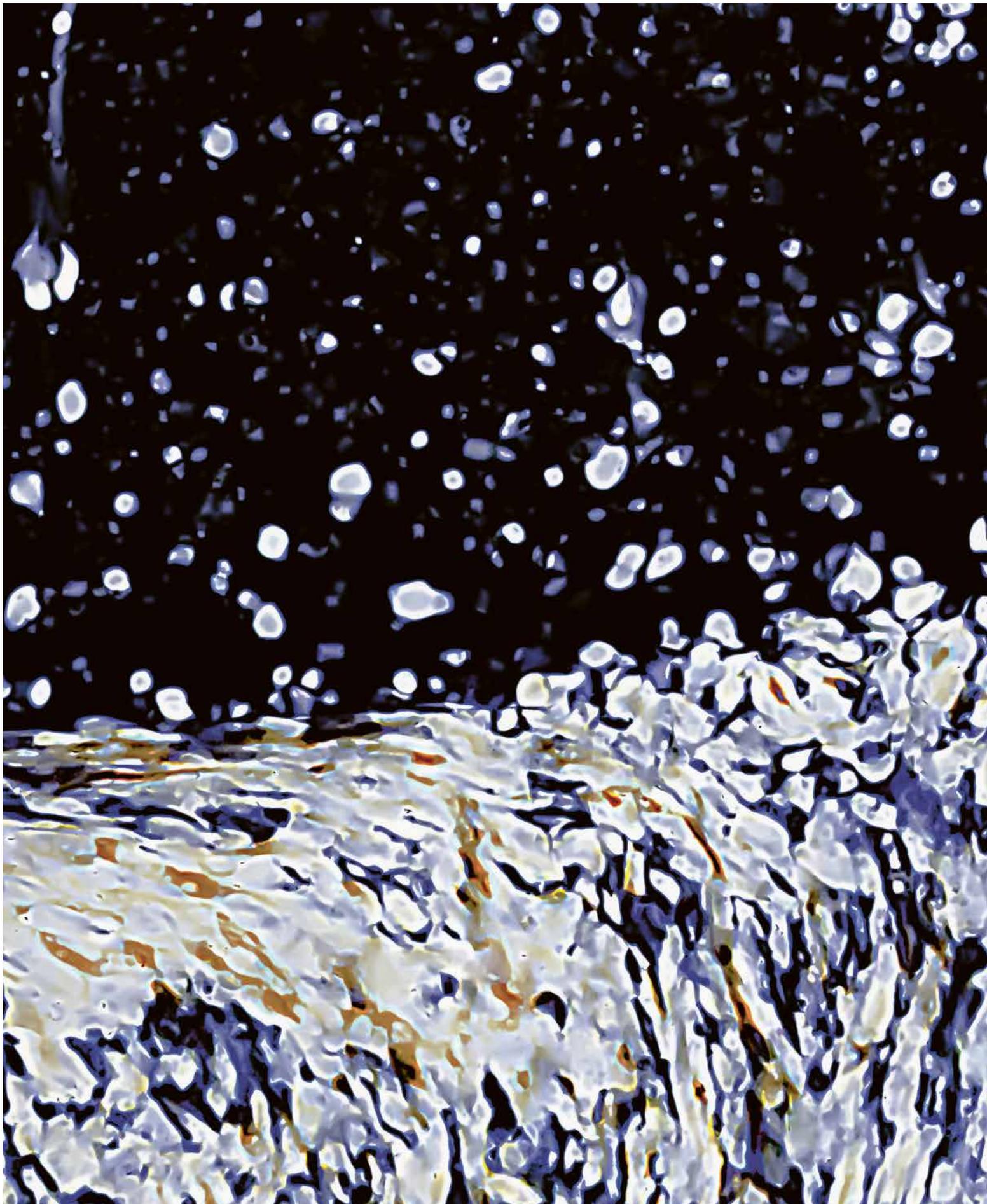
Oral Historian Dominik Streiff Schnetzer erklärt seine Forschungsmethode.

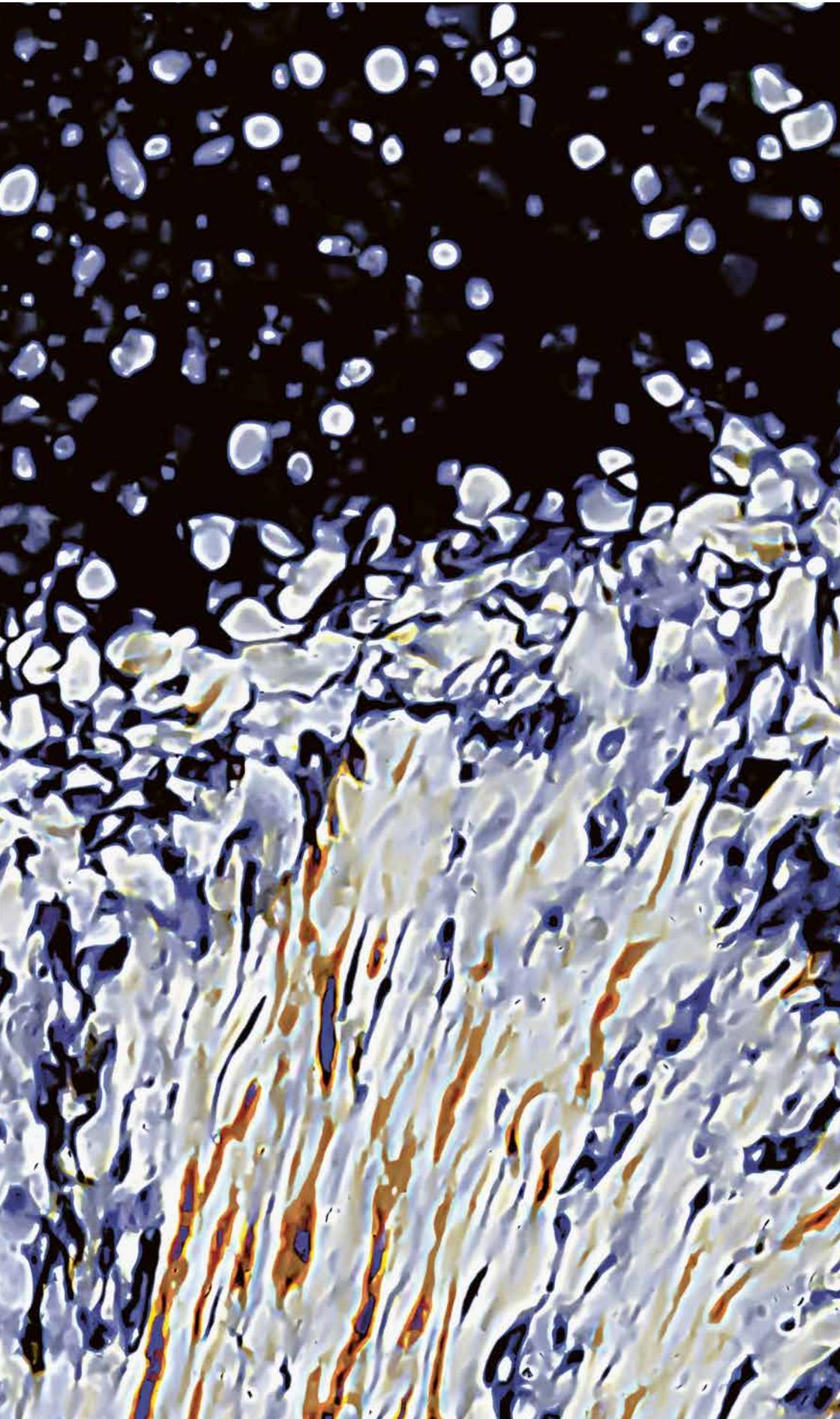
48 **Generisches Maskulinum im Kindergarten Wie Steinzeitmenschen im Mittelland lebten Protokoll eines Kommunikationsversagens**

SNF und Akademien direkt

50 Meinung: keine Professur auf Lebenszeit

50 Forschende diskutieren mit Bevölkerung





Zellulose, so schön wie Schnee

«Ein Kollege hat mir nicht geglaubt, dass das ein Foto ist. Er war überzeugt, es sei ein Gemälde.» Dabei beschäftigt sich Gwendoline Delepierre von der Universität Freiburg mit dem Verhalten von Zellulose-Nanokristallen – nicht mit Kunst. Trotzdem hat sie mit dem Kollegen diskutiert, aus dem Pinsel welchen Malers denn ein solches Werk hätte entstehen können. So hatten sie schnell den Titel für die Mikroskopaufnahme gefunden: Van-Gogh-Zellulose-Nanokristalle.

«Zellulose ist das am häufigsten vorkommende Biopolymer auf unserem Planeten. Deswegen ist sie eine grossartige erneuerbare Ressource», erklärt Delepierre. «Die Nanokristalle organisieren sich selbst. Sie haben die Form von Stäbchen, die von selbst Strukturen bilden, ohne dass Energie zugeführt wird.» Zum Beispiel so eine, wie sie im unteren Teil des Bildes zu sehen ist. «Ich untersuche, wie, wann und warum die Kristalle solche Strukturen bilden, denn diese bringen Farben hervor, ohne Pigmente.» Übrigens: Fügt man der Probe auf dem Foto Salz hinzu, würde sie als leuchtendes Blau gesehen. Delepierre liebt ihre Forschung, weil das neue Verständnis helfen könnte, erneuerbare Materialien mit intensiven Farben herzustellen.

Das Foto wurde mit einem Polarisationsmikroskop aufgenommen. Für die Chemikerin und Materialwissenschaftlerin sieht ihr Forschungsobjekt aus, «als ob es schneien würde, als ob die Kristalle rieseln und sich formen würden. Oder als ob die Zellulose eine Welle wäre, von der Gischt nach oben spritzt.» Die Aufnahme weckt viele Assoziationen. Und tut damit genau das, was gute Kunst tut: Sie lässt innehalten, regt zum Nachdenken an, gibt Raum für Interpretationen. Dabei ist das expressionistisch anmutende Werk mithilfe präziser Technik entstanden: «So wurden die Strukturen und ihre Schönheit sichtbar», erklärt Delepierre. Eine nanotechnische Ästhetik wie gemalt.

Judith Hochstrasser

Bild: Gwendoline Delepierre



Ja

sagt der Doktorvater Volker Thiel.

Ist das Doktorat ein normaler Job?

Der eigenen Leidenschaft folgen und sich in ein Thema vertiefen – dürfen Doktorierende erwarten, dass sie unter geregelten Arbeitsbedingungen forschen können?



Nein

sagt der ehemalige Doktorand Philip V'kovski.

Bilder: Valérie Chételat

Wenn man von Doktorierenden mehr erwartet als in einem geregelten Beruf, würde dies implizieren, dass es sich dabei um einen unregulierten Beruf handelt. Dies hiesse gleichzeitig, dass in anderen Berufen nicht so hart gearbeitet würde. Das ist nicht der Fall: Viele Berufe mit ambitionierten Karrierezielen fordern ähnlich viel Einsatz. In beiden Fällen gelten die gesetzlichen Grundlagen – allem voran das Arbeitsrecht.

Speziell an einer Dissertation ist, dass die Doktorierenden oft zum ersten Mal eine geregelte Anstellung haben. Sie sind hoch motiviert und wollen dem eigenen Anspruch gerecht werden, innovativ, eigenständig und erfolgsorientiert zu arbeiten. Ein weiterer Unterschied liegt in der Natur der Forschung. Eine Dissertation heisst Neuland zu beschreiten, und dementsprechend gibt es im Vergleich zu geregelten Berufen keine Anweisung, wie ein Ziel erreicht werden kann. Gescheiterte Experimente können schnell zu Frustration führen, und Doktorierende versuchen dies oft mit mehr und härterer Arbeit zu kompensieren.

Zudem stehen sie in direkter Konkurrenz zu anderen Doktorierenden – national und international –, die mit dem

gleichen Karriereziel starten und später Konkurrenten für die wenigen Stellen in der akademischen Forschung oder Industrie sind. Dieser Mix aus hoher Motivation, Zukunftsängsten und eigenen Ansprüchen führt oft dazu, dass Doktorierende nicht nur das Gefühl haben, härter arbeiten zu müssen, sondern dies auch häufig tun.

Für Betreuer ist es deshalb wichtig, Druck aus dem Kessel zu nehmen, um die Doktorierenden vor sich selbst zu schützen. Denn diese leisten hervorragende Arbeit. Sie stellen nicht nur sicher, dass unsere Forschung international auf einem hohen Standard kompetitiv ist, sie stellen auch die zukünftige Generation der Forschenden.

«Der hohe Druck soll nicht dazu führen, dass die Reise in die Forschung schon nach der Doktorarbeit zu Ende ist.»

Eine Promotion wird in der Regel schneller und leichter erreicht, als die PhD-Studierenden denken. Wenn ich an meine

Zeit als Doktorand zurückdenke, hatte ich auch oft das Gefühl, nicht genug voranzukommen und diesen Umstand durch mehr Arbeit ausgleichen zu müssen. Wichtiger war allerdings, die richtige Balance im Leben zu finden. Das hat länger gedauert, als mir lieb war. Ich habe dann erstaunt festgestellt, dass ich nicht weniger produktiv oder weniger erfolgreich war, wenn ich dem Privatleben genügend Raum gelassen habe. Es ist oft wichtiger, diese Erfahrung an die Doktorierenden weiterzugeben als Fachwissen. Die Reise in die Forschung soll ja nicht schon nach der Doktorarbeit zu Ende sein.

Volker Thiel war Doktorvater von Philip V'kovski. Er ist seit 2014 Leiter der Abteilung Virologie am Institut für Virologie und Immunologie und Professor an der Universität Bern.

Als Doktorand am Forschungsprozess beteiligt zu sein und seine Leidenschaft zum Beruf machen zu können, ist ein ausserordentliches Privileg. Das erfordert auch ausserordentliche Opfer.

Junge Forschende sind einem starken Wettbewerb ausgesetzt. Sie streben nach einer festen Anstellung an einer Hochschule, versuchen ihre Forschungsergebnisse in renommierten wissenschaftlichen Fachzeitschriften zu veröffentlichen und kämpfen um Fördergelder für ihre Projekte. Dieser Kompetitivität können sich auch Doktorierende nicht entziehen.

Denn bereits die ersten wissenschaftlichen Schritte von Doktorierenden sind wegweisend für die weitere Laufbahn, wodurch sie unter Erfolgszwang stehen. Sie müssen schnell gute und interessante Resultate vorweisen können. Sie vergleichen diese zwangsläufig mit denen anderer, auf demselben Gebiet tätiger Forschungsgruppen. Es gehört also zum Geschäft, sich selbst immer wieder unter Druck zu setzen.

Eine Dissertation ist kein normaler Job: Misserfolge zum Beispiel gehören zum täglichen Los. Da sind starke Nerven gefragt. Auf dem Weg zu einem PhD muss man sich immer wieder aus seiner Komfortzone

herausbewegen und als Autodidakt eigenständig multidisziplinäre Aufgaben lösen. Es ist quasi Teil der Jobbeschreibung, dass man unzählige Überstunden leistet, um die Zeit zu kompensieren, die man mit erfolgreichen Versuchen verloren hat.

«Bereits die ersten wissenschaftlichen Schritte sind wegweisend für die weitere Laufbahn der Doktorierenden.»

Letztlich ist ein Doktorat eine universitäre Ausbildung. Die Anforderungen der Doktorierendenschule umfassen nicht nur theoretisches und praktisches Fachwissen im gewählten Thema, sondern auch die Teilnahme an einer Reihe von universitären Prüfungen, wissenschaftlichen Workshops und Konferenzen.

Doktoranden arbeiten also in einem Beruf, der höhere Anforderungen stellt als andere, weil sie in zwei gegensätzlichen Welten unterwegs sind: mit einem Fuss stehen sie schon im kompetitiven Berufsleben,

mit dem anderen noch im Studentendasein. In diesem ungewöhnlichen Umfeld sollen sie nun ihren Platz als unabhängige Forschende finden, den Grundstein für ihre wissenschaftliche Karriere legen, sich eigene Chancen und Möglichkeiten schaffen und für die weitere Laufbahn dienliche Beziehungen aufbauen. Ist dies der Mühe trotzdem wert? Auf jeden Fall!

Philip V'kovski promovierte zwischen 2014 und 2018 am Institut für Virologie und Immunologie der Universität Bern in der Gruppe von Volker Thiel, wo er heute als Postdoc forscht.



Den Schulalltag im Blick

Eine 7. Klasse der Schule Möсли in Ostermundigen bei Bern ist im Auftrag von Horizonte mit Kameras durch ihre Schule gestreift. Unter Anleitung des Fotografen Nicolas Zonvi aus Zürich lichteten sie Dinge ab, die für sie wichtig und schön sind. Eine Auswahl folgt auf den nächsten Seiten.

Bild: Klassenlehrer Kaspar Loosli



Erforschung der Schule

Eine Momentaufnahme

Die Schule befindet sich im Fokus gesellschaftlicher Erwartungen und politischer Forderungen. Die Erkenntnisse der Wissenschaft könnten ihr Sicherheit geben.

Fakten statt Bauchgefühl

Aufwendige Studien zeigen, welche Faktoren Lernerfolge bringen. Dennoch erreichen die Erkenntnisse die Schulen eher selten. Was die Wissenschaft übers Lernen weiss und was die Schulen damit machen.

Von *Santina Russo*

Über Schule und Bildung wird viel geschrieben, diskutiert, gestritten. Dazu, was Schule und Unterricht leisten müssten und wie sie sein sollten, haben die meisten eine Meinung – ob Lehrpersonen, Eltern oder Politiker. Und an diesen Ansichten lässt sich häufig kaum rütteln. Immerhin haben alle dasselbe Ziel: die bestmögliche Bildung.

Hatties Monsterstudie

Darüber, wie der Schulunterricht sein muss, damit Kinder am besten lernen, hat die Bildungsforschung in den letzten Jahrzehnten zwar viele Erkenntnisse gewonnen, doch: «Diese kommen in vielen Schulzimmern noch zu wenig an», sagt Wolfgang Beywl, Bildungsforscher an der Pädagogischen Hochschule FHNW. Er beobachtet eine Kluft zwischen der Forschung und der Lehrpraxis, die von beiden Seiten schwierig zu überwinden ist. Und auch was die Politik zum Thema Bildung diskutiert, habe zu wenig mit den Erkenntnissen aus der Forschung zu tun.

Aber der Reihe nach: Der prominente Bildungsforscher John Hattie hat sich ausgiebig damit beschäftigt, welche Faktoren den Lernerfolg der Kinder beeinflussen und wie sie das tun. Der Neuseeländer, der heute an der australischen Universität Melbourne lehrt, wertete in einer Monsterstudie alle bis dato durchgeführten englischsprachigen Studien zum Lernerfolg in der Schule aus: 800 Metaanalysen von 50 000 einzelnen Studien mit über 150 Millionen beteiligten Schülerinnen und Schülern. Das dauerte über 20 Jahre. Die Ergebnisse stellte Hattie 2009 in seinem Buch «Visible Learning» vor. «Das Buch löste damals viel aus», sagt Wolfgang Beywl, der das Werk ins Deutsche mitübersetzt hat und dessen Forschung auf Hatties Erkenntnissen aufbaut. Zum ersten Mal sprach man auch weit über die Schulen hinaus über den Lernerfolg der Kinder und was diesen ausmacht.

Seither hat der neuseeländische Starforscher seine Ergebnisse immer wieder um Analysen neuerer Bildungsstudien

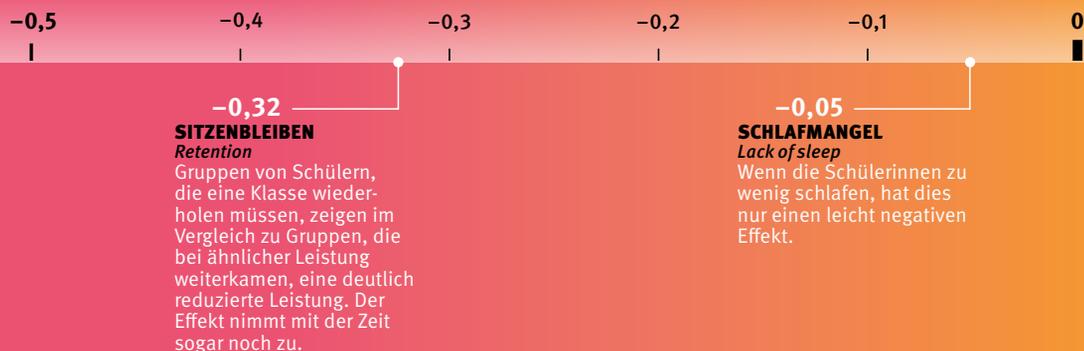
ergänzt. Inzwischen sind über 1600 Metaanalysen von insgesamt 95 000 Studien in die Untersuchung eingeflossen. In dieser hat Hattie schliesslich über 250 Faktoren identifiziert, die das Lernen der Schüler beeinflussen – es also erschweren oder fördern –, und ermittelt, wie stark diese Einflussfaktoren sich auswirken. Solche Einflussfaktoren können etwa die Klarheit der Lehrperson, Lerntechniken, die Feedbackkultur oder Hausaufgaben sein.

Lehrperson ist entscheidend

Unter anderem bei den Hausaufgaben kamen bei dieser Analyse unerwartete Ergebnisse heraus: Laut Hattie helfen diese nämlich, zumindest in den frühen Schuljahren, den Kindern überhaupt nicht beim Lernen. Erst auf Sekundarstufe II können sie möglicherweise hilfreich sein. «Aber auch dann kommt es noch sehr darauf an, wie sie aussehen und ob die Lernenden nützliches Feedback dazu bekommen», sagt Beywl. Überraschend gering wirken sich zudem Faktoren auf den Lernerfolg

WAS HilFT UND WAS NICHT

Der neuseeländische Bildungsforscher John Hattie untersucht, welche Faktoren die Lernergebnisse positiv oder negativ beeinflussen. Die aufwendige Metaanalyse von 1600 Metaanalysen zu insgesamt 95 000 Einzelstudien umfasst 300 Millionen Schülerinnen und Schüler. Wir zeigen eine Auswahl von 15 aus über 250 Faktoren, die laufend aktualisiert und ergänzt werden. Die dargestellten Effektstärken werden aus der Differenz zwischen den Durchschnitts der jeweiligen Interventions- und der Kontrollgruppe berechnet und normalisiert (Cohen's d). Ab einer Grösse von 0,4 geht man von sichtbaren Effekten aus.



aus, die generell mit den Schulstrukturen oder den Ressourcen zu tun haben. Etwa die Klassengrösse. Oder wie stark Kinder in Leistungsstufen unterteilt werden, wie Real, Sek, Untergymnasium.

Im Gegenzug hat Hattie erkannt, dass rund 100 der Erfolgsfaktoren das sogenannte Unterrichtshandeln betreffen – also Methoden und Aktionen, welche die Lehrperson im Unterricht einsetzt. Darunter befinden sich viele Faktoren, die sich sehr stark auswirken. «Damit hat Hattie empirisch klar nachgewiesen, dass das Verhalten der Lehrperson im Klassenzimmer entscheidend ist», erklärt Beywl. Und der Unterschied, den Lehrpersonen auf den Lernerfolg der Kinder ausüben können, ist beträchtlich: Rund dreissig Prozent des gesamten Lernerfolgs gehen gemäss Hattie auf deren Verhalten zurück.

Natürlich gibt es auch Hattie gegenüber Kritik. «Ihm sind einige Rechenfehler unterlaufen», sagt Bildungsforscher Beywl. Das sei aber auch kein Wunder, angesichts des ungeheuren Umfangs der analysierten Daten. So hat Hattie etwa vereinfachte Mittelwerte berechnet. Diese Fehler haben Hattie und Beywl später zusammen korrigiert.

Makel der Bildungsforschung

Die Erkenntnisse von Hattie und vielen weiteren Bildungsforscher gelangen kaum in die Praxis – also zu den Lehrpersonen und ins Klassenzimmer. Ein Grund dafür ist, dass Bildungsforschung nicht so all-gemeingültig ist wie etwa naturwissen-schaftliche Forschung. «Die Erfahrung zeigt, dass sich viele Studienergebnisse kaum generalisieren lassen, weil sie stark von einem bestimmten Kontext geprägt sind», sagt Stefan Wolter, Leiter der Schweizerischen Koordinationsstelle für Bildungsforschung. Das heisst: Ergebnisse aus einem Land lassen sich schlecht auf andere Länder übertragen. Dasselbe gilt

manchmal schon auf der Ebene einzelner Schulen. So kann eine konkrete Massnahme, die laut Studienergebnissen an einigen Schulen gut funktioniert, an anderen Schulen komplett ineffektiv sein.

Und es gibt weitere Probleme. «Bildungs-forscher können selten ein richtig sauberes Studiendesign durchführen», erklärt Wolter. Sauberes Design, das heisst: eine grosse Anzahl teilnehmender Schul-klassen mit zufällig zugeteilten Gruppen und Kontrollgruppen. Bei einem Teil der Klassen würde eine Massnahme gete-tet, in den Kontrollklassen der Unterricht normal weitergeführt. In der Realität aber entstehen schon nur dadurch, dass Schu-len freiwillig an Studien teilnehmen, an-statt zufällig ausgewählt zu werden, syste-matische Fehler.

«Ich sehe in den Schulen einen wachsenden Widerwillen gegenüber Datenerhebungen.»

Wolfgang Beywl

Immerhin wurden in der Schweiz schon Studien mit sogenannten vergleichbaren Kontrollgruppen durchgeführt – also solchen, die sich in Merkmalen wie Alter, Geschlecht oder sozialer Herkunft nicht von der Versuchsgruppe unterscheiden. So hat etwa Urs Moser, Bildungsforscher an der Universität Zürich, einzelne solche Studien geleitet, an denen alle Schulen eines Kantons beteiligt waren.

Doch eine zufällige – und damit nicht voreingenommene – Auswahl lässt sich auf diese Weise nicht ersetzen. Die Daten könnten andere Störvariablen enthalten, weil beim Lernen so viele Einflüsse mitspielen – schon nur in welchem Quartier die Kids wohnen. «Solche ausserschulischen

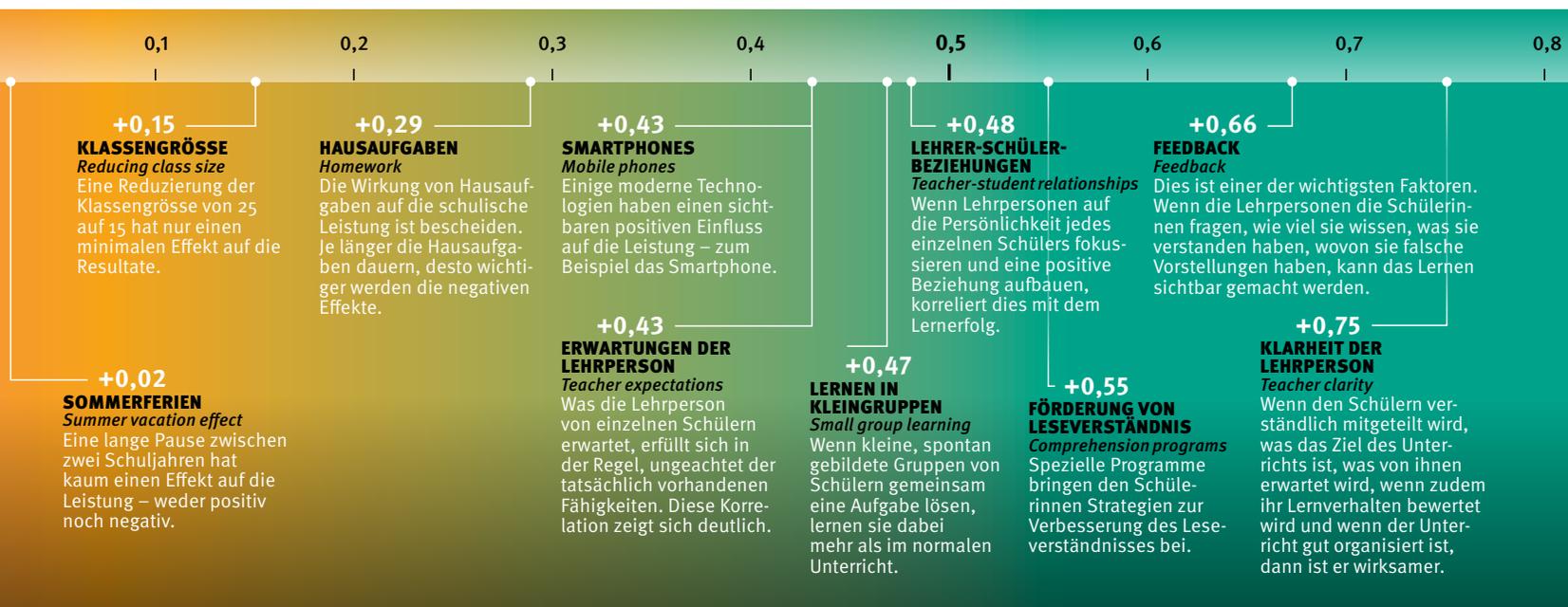
Faktoren können wir nie vollständig kontrollieren oder perfekt in den Daten abbilden», sagt Moser. So ist es schwierig, all-gemeingültige Aussagen zu machen.

Lehrkräfte erforschen selbst

Dennoch kann von Hatties Analyse ganz Grundsätzliches gelernt werden: nämlich, dass es wichtige Einflussfaktoren für den Lernerfolg von Schulkindern gibt, welche die Lehrpersonen selbst in der Hand haben. Anstatt sich allein auf ihr Gefühl zu verlassen, könnten sie die Wirksamkeit ihres Unterrichts überprüfen, sagt Wolfgang Beywl. Und zwar, indem sie sich eine Datengrund-lage schaffen, aufgrund derer sie den Un-terricht systematisch verbessern können.

Wie das geht, versuchen Wolfgang Beywl und sein Forschungsteam der Lehrerschaft näherzubringen. Sie haben ein Bündel aus Instrumenten entwickelt, das sie in Anlehnung an Hattie «Lehren und Lernen sichtbar machen» nennen. Darin enthalten sind zum Beispiel Anleitun-gen für eine lernwirksame Feedbackkultur. Denn wie intensiv und konstruktiv Schü-ler im Unterricht Feedback erhalten und selbst geben, ist einer der wichtigen Fak-toren, die Hattie identifiziert hat. Damit ist nicht etwa bloss ein Fragebogen am Ende des Jahres gemeint, in dem die Schüler den Lehrpersonen Noten geben. «Es geht nicht um ein rückwärts gerichtetes Feedback», sagt Kathrin Pirani, Englischlehrerin und zugleich Forscherin in der Gruppe Beywl. Sondern um die Evaluation des momenta-nen Lernumfelds und um sinnvolle Verbes-serungen für die Zukunft.

Ein weiteres Instrument, das Lehrperso-nen dabei helfen soll, ihren Unterricht zu verbessern, heisst Luise. Der Begriff steht für «Lehrpersonen unterrichten und un-tersuchen integriert, sichtbar und effek-tiv». Luise leitet Lehrpersonen dabei an, konkrete Probleme aus dem eigenen Un-terricht zu untersuchen, Massnahmen zu



testen, die das Problem lösen sollen, und mithilfe einer Datenerhebung zu evaluieren, ob diesen Massnahmen ein positiver Effekt nachfolgt. So entstehe evidenzbasierte Unterrichtsentwicklung, sagt Pirani, die pro Jahr fünf bis sechs Lehrer-Weiterbildungen zu Luuise leitet: «Die Lehrpersonen können die Entwicklung des Unterrichts nachverfolgen und diesen gezielt danach ausrichten, was die Lernenden brauchen, um Fortschritte zu machen.»

Kaum Rückmeldungen

Doch es ist schwierig, solche Instrumente zu den Lehrpersonen zu bringen. Im Falle von Luuise stellen es die Forschenden in einem Weiterbildungskurs vor. Rund 800 Lehrpersonen haben das Verfahren bisher nutzen gelernt und zumindest teilweise an ihren Schulen weiterverbreitet. Allerdings: In der Schweiz gibt es schon nur über 40 000 Lehrkräfte in den Primarschulen. Es wird also bislang nur eine Minderheit erreicht. Die Forschenden arbeiten daran: «Wir publizieren Beiträge in Zeitschriften für Lehrende und führen Pilotprojekte an Schulen durch, um die Instrumente zu testen und weiterzuerweitern», sagt Beywl. Zudem soll Luuise zunehmend in die Ausbildung einfließen. Das ist an der Pädagogischen Hochschule Bern in den Fachdidaktikkursen für Englisch und Französisch bereits der Fall, weitere Fachkreise sollen folgen.

Dennoch bemerkt Wolfgang Beywl auf der schwierigen Suche nach Schulen für seine Projekte eine Kluft zwischen Forschung und Praxis. «Ich sehe in den Schulen einen wachsenden Widerwillen gegenüber Datenerhebungen.» Für ihn ist das nachvollziehbar, weil das Monitoring in den letzten zwanzig Jahren stark ausgebaut wurde, ohne dass die Schulen selbst einen Nutzen davon hatten. Denn bei gross angelegten Erhebungen wie den Pisa-Studien oder der schweizweiten Überprüfung

der Grundkompetenzen ÜGK werden die Daten anonymisiert. So erfahren die Schulen nicht, wie sie abgeschnitten haben. Es werden zwar Ranglisten für Länder erstellt, aber «die Schulen erhalten überhaupt keinen Erkenntnisgewinn für ihren Aufwand», sagt Beywl.

Das bestätigt Beat A. Schwendimann vom Dachverband der Lehrerinnen und Lehrer Schweiz LCH: «Nicht nur bei grossen externen Erhebungen wie Pisa, sondern auch bei vielen Forschungsprojekten von pädagogischen Hochschulen oder Universitäten erhalten die Schulen jeweils keine nützliche Rückmeldung.» Das müsse sich ändern. Schwendimann würde sich wünschen, dass eine zugängliche Kommunikation der Resultate schon von Anfang an als selbstverständlicher Teil von Forschungsprojekten verstanden wird. Gut vorstellen könnte er sich eine Art Punktesystem für Forschende: Punkte würde es dann nicht nur für die Publikation von Resultaten in Fachjournals geben, sondern auch für den Wissenstransfer, etwa für Artikel in Lehrerzeitschriften, für Workshops oder das Bereitstellen von Instrumenten.

«Bei vielen Forschungsprojekten erhalten die Schulen jeweils keine nützliche Rückmeldung.»

Beat A. Schwendimann

Auch Bildungsforscher Urs Moser sagt, es brauche zusätzliche Anstrengungen, um Forschung in die Schulen zu bringen und diese so dazu zu bewegen, evidenzbasiert vorzugehen. Er selbst meldet die Ergebnisse seiner Studien an die Schulen zurück, und zwar auf verschiedenen Ebenen: sowohl, wie sich die Erkenntnisse in der Schulentwicklung anwenden lassen,

als auch, wie sie den Lehrkräften persönlich nützen können. Und ähnlich wie sein Kollege Beywl entwickelt er Instrumente, welche Lehrpersonen und Schülerinnen und Schüler direkt anwenden können, um von den Daten zu lernen. Beispielsweise die Software Mindsteps, die hilft, den Lernfortschritt sichtbar zu machen. Mosers Erfahrung: «Wenn ein Instrument leicht zugänglich und nützlich ist, haben die Lehrpersonen ein grosses Interesse daran, mit dessen Hilfe Erkenntnisse zu gewinnen.»

Politik diskutiert anderes

Einen grossen Einfluss haben zudem die Bildungsbehörden und die Politik. Dort entscheidet sich schliesslich, wie die Schule als Ganzes aussieht. Allerdings: Schulbehörden und Politik nähmen Erkenntnisse aus der Bildungsforschung zu wenig wahr, sagt Wolfgang Beywl. Stattdessen werde an den falschen Dingen herumdiskutiert. Darunter falle die ganze Strukturdebatte der letzten Jahrzehnte, zum Beispiel zu den Leistungsstufen. «Dabei wissen wir ja von Hattie, dass diese Leistungsdifferenzierung kaum einen Einfluss auf den Lernerfolg der Schüler hat.» Viel sinnvoller wäre es laut Beywl, für die Zukunft eine Möglichkeit zu finden, das Unterrichtspensum der Lehrpersonen etwas zu senken – und ihnen so Arbeitszeit zu verschaffen, die ausschliesslich der Unterrichtsentwicklung gewidmet ist. Diese Zeit könnten die Lehrenden nutzen, um Erkenntnisse aus der Forschung anzuwenden: ihren Unterricht evidenzbasiert weiterzuentwickeln, mit Fachleuten aus der Wissenschaft zusammenzuarbeiten und Instrumente zur Datenerhebung mitzukonstruieren. Einfach Zeit, um ihren Unterricht zu verbessern.

Santina Russo ist freie Wissenschaftsjournalistin in Zürich.

0,9

1

1,1

1,2

1,3

1,4

1,5

+0,88

MICRO-TEACHING

Micro teaching

Insgesamt hat Lehrerbildung einen schwachen Effekt auf den Schulerfolg – vor allem, weil sie nicht standardisiert ist. Nachhaltig wirksam ist jedoch, kleine Übungslektionen mit wenigen Schülerinnen durchzuführen, diese auf Video aufzunehmen und danach zu analysieren.

+1,33

SELBSTEINSCHÄTZUNG DES EIGENEN LEISTUNGSNIVEAUS

Self-reported grades

Schüler können ihre eigenen Fähigkeiten in der Regel aufgrund früherer Erfahrungen sehr gut selbst einschätzen. Lehrpersonen sollten deshalb die Schülerinnen dazu bringen, ihre Erwartungen an sich selbst zu erhöhen.

+1,39

KOLLEKTIVE WIRKSAMKEITSERWARTUNG

Collective teacher efficacy

Schüler an Schulen, an denen sich die Lehrpersonen als ganzes Team als wirksam empfinden, weisen in der Regel überdurchschnittlich hohe Leistungen auf. Zusammenhalt, Informiertheit und Teamentscheidungen können sogar soziale Unterschiede bei den Kindern kompensieren.



«Ich habe das Bild einfach schnell geschossen. Lustig, wie beide den gleichen Fuss vorne haben.»

Foto: Pema, im Bild: Anastasia und Debora.
Die Bilder auf den folgenden Seiten wurden von Jugendlichen einer 7. Klasse aus Ostermundigen geschossen.



«Dafür haben wir viele Perspektiven ausprobiert. Das Bild von oben herab fanden wir eigentlich schöner.»

Foto: Debora und Pema, im Bild: Anastasia

«Es braucht Instrumente, die den Lehrpersonen direkt helfen»

Mit der Luuise-Methode können Lehrpersonen ihren Unterricht eigenhändig untersuchen und faktenbasiert verbessern. Biologielehrer Marcel Hatt hat die Methode an der Kantonsschule Zürcher Oberland eingeführt. Was ihn daran überzeugt.

Interview von *Santina Russo*

Marcel Hatt, Sie haben die Luuise-Methode früh entdeckt und an Ihre Schule gebracht. Warum?

Ich leite bei uns die Arbeitsgruppe, die sich mit Fragen der Qualitätsentwicklung und -sicherung befasst. Luuise fand ich sofort interessant, weil das Instrument einen direkten Nutzen für den Schulalltag hat. Die Diskussion darüber, was guten Unterricht ausmacht, fand ich schon immer spannend. Das hat auch mit meinem Selbstverständnis als Lehrer zu tun: Ich empfinde mich weniger als Dozenten, dem man gehorchen muss, sondern sehe den Unterricht als Dialog mit den Schülerinnen und Schülern. Diese Leidenschaft für das partnerschaftliche Unterrichten hat mich in den dornigen Anfangszeiten auch in der Qualitäts-Arbeitsgruppe gehalten. Denn als die Zürcher Gymnasien vor rund 18 Jahren Vorgaben zur Qualitätssicherung bekamen, war dies unter den Lehrkräften ein unbeliebtes Thema.

Weshalb denn unbeliebt?

Damals hatten viele Lehrpersonen das Gefühl, man zwingt sie zu einem zusätzlichen Aufwand, der im Alltag gar nichts bringt, sondern einfach zu einer Reform gehört. Diese Skepsis hat viel mit unseren begrenzten zeitlichen Ressourcen zu tun und ist für mich absolut verständlich. Genau darum wollte ich Projekte anbieten, die für den investierten Zeitaufwand einen spürbaren Nutzen bringen. Wie eben Luuise. Dieses Instrument knüpft unmittelbar im Unterrichtsalltag an und hilft den Lehrpersonen damit ganz direkt.

Wie wird die Methode konkret angewandt?

Mit Luuise können Lehrpersonen Probleme angehen, die ihnen im Unterricht begegnen – sie werden Knacknüsse genannt.



Marcel Hatt: «Ich spreche Probleme früher an. Das entschärft viele potenziell mühsame Situationen, schon bevor sie richtig eingetreten sind.»

In einem Beispiel aus unserer Schule ging es um das selbstständige Lösen von Aufgaben. Eine Klasse kam jeweils nur sehr zögerlich ins selbstständige Arbeiten hinein. Also hat die betroffene Lehrerin mit Luuise versucht, über eine Art Visualisierung des Arbeitsstarts eine Verbesserung zu erzielen. Die Annahme dahinter war, dass manchen Schülern gar nicht klar war, wie sie den Einstieg ins Arbeiten finden sollen, und ihnen darum eine Strukturierung dabei hilft.

Wie sieht eine solche Strukturierung aus?

Das kann etwas sehr Einfaches sein. In diesem Fall haben die Schülerinnen jeweils drei verschiedenfarbige Papierhütchen aufs Pult gestellt, für drei Schritte des Arbeitsstarts: ein gelbes, wenn sie die Materialien für die Arbeit zusammenhatten, ein grünes, sobald sie die Aufgabenstellung verstanden hatten, und ein blaues, wenn sie entweder mit dem Lösen angefangen oder identifiziert hatten, wo sie inhaltlich feststecken. Diese Hütchen hat die Lehrerin jeweils rasch durchgezählt, um zu erkennen, wie viele Schüler sich in welchem Schritt befanden.

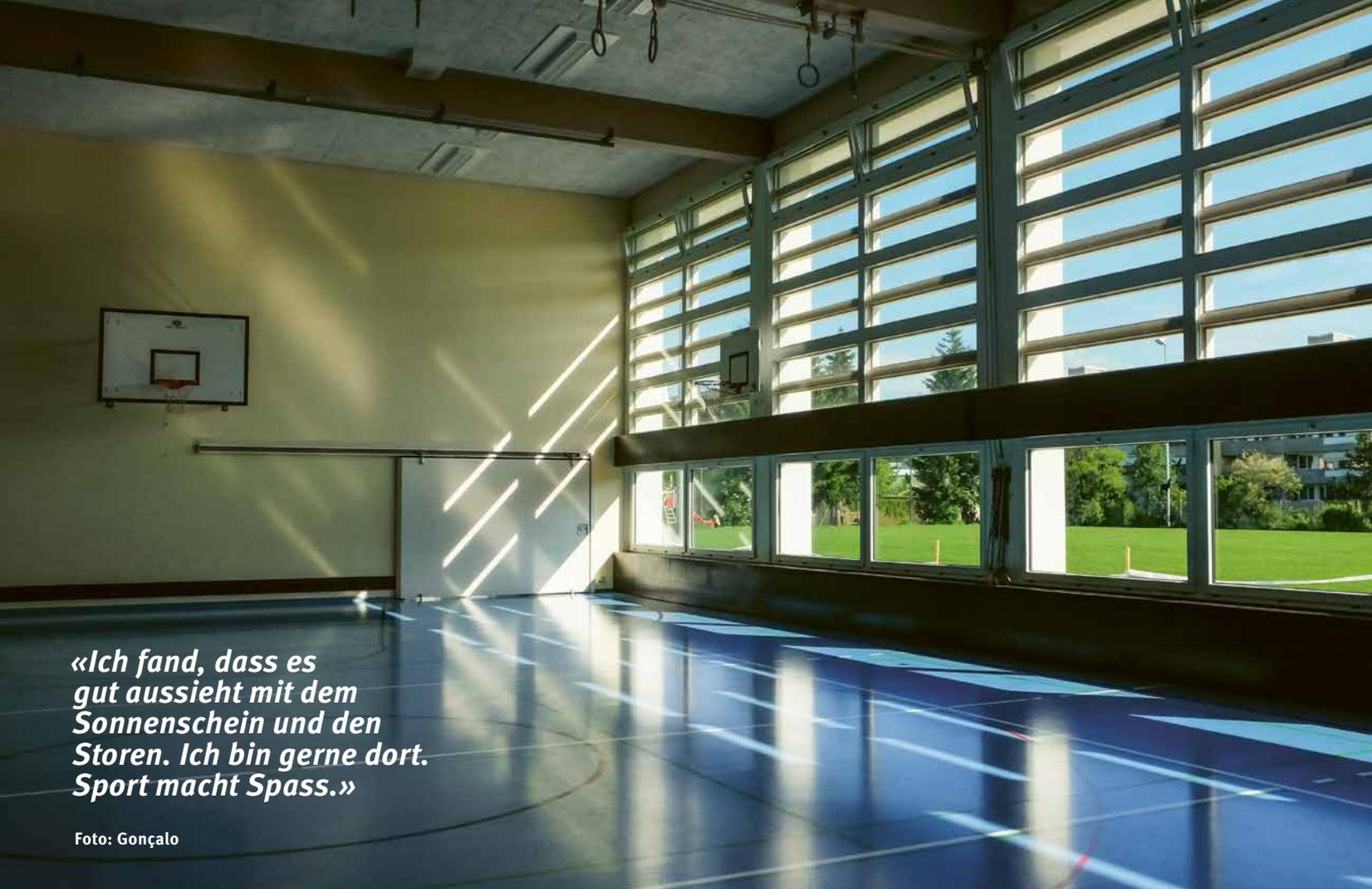
Diese simple Massnahme hat gewirkt?

Ja, die Klasse kam durch diese einfache Strukturierung zunehmend schneller ins

selbstständige Arbeiten hinein. Ein wichtiger Punkt dabei ist die Diskussion der Ergebnisse mit den Schülern. In dieser kann die Lehrperson zum Beispiel fragen: Was bräuchtet ihr, damit es noch ein bisschen besser klappt? Diese Frage überträgt die Verantwortung vom Lehrer auf die Schülerinnen, sodass diese sich aktiv einbringen dürfen und müssen. Ein solches Vorgehen hat etwas Ermutigendes: Wir erkennen und würdigen, was schon gelingt, und kommen ins Gespräch darüber, wie wir zusammen noch weiterkommen.

Sie leiten auch selbst Luuise-Weiterbildungen und sehen viele Beispiele aus dem Unterricht anderer Lehrpersonen. Werden Sie dadurch selbst zu einem besseren Lehrer?

Ich glaube ja. Ich habe gemerkt, dass die Arbeit mit der Methode mein Kommunikationsverhalten in der Schule verändert hat. Ich spreche Probleme früher an und frage häufiger nach, was ich tun kann, um die Schüler zu unterstützen. Das entschärft viele potenziell mühsame Situationen, schon bevor sie richtig eingetreten sind. Und ich springe generell früher auf die Metaebene. Diese Veränderungen haben sich durch die Auseinandersetzung mit Luuise gewissermassen von selbst ergeben.



«Ich fand, dass es gut aussieht mit dem Sonnenschein und den Storen. Ich bin gerne dort. Sport macht Spass.»

Foto: Gonçalo



«Im Naturzimmer sind viele Objekte mit Details. Das Fach ist interessanter als Französisch.»

Foto: Armin, Alban und Denis

Ansprüche von allen Seiten

In der Schule ist die hochkomplexe Gesellschaft kondensiert, mit all ihren neuen Entwicklungen und Anforderungen. Fünfzehn davon finden Sie in unserem Wimmelbild.

Text: Judith Hochstrasser, Illustration: Andrea Peter



1 Migration, Behinderungen - Alle Kinder soll die Schule integrieren. Lehrpersonen für Deutsch als Zweitsprache (DaZ) und für Integrative Förderung (IF) begleiten sie während des Unterrichts und ausserhalb der Klasse.

2 Weitere besondere Bedürfnisse - Um auch diesen gerecht zu werden, assistieren Laien wie Senioren, Zivildienstleistende und andere nicht pädagogisch ausgebildete Hilfen den Lehrpersonen während des Unterrichts.

3 Neue Techniken, neue Medien - Dass Kinder schon früh damit umgehen

lernen, fordern Industrie wie besorgte Fachleute. Mit kleinen Robotern wie dem Bee-Bot lernen die Kinder spielerisch, wie ein Algorithmus funktioniert.

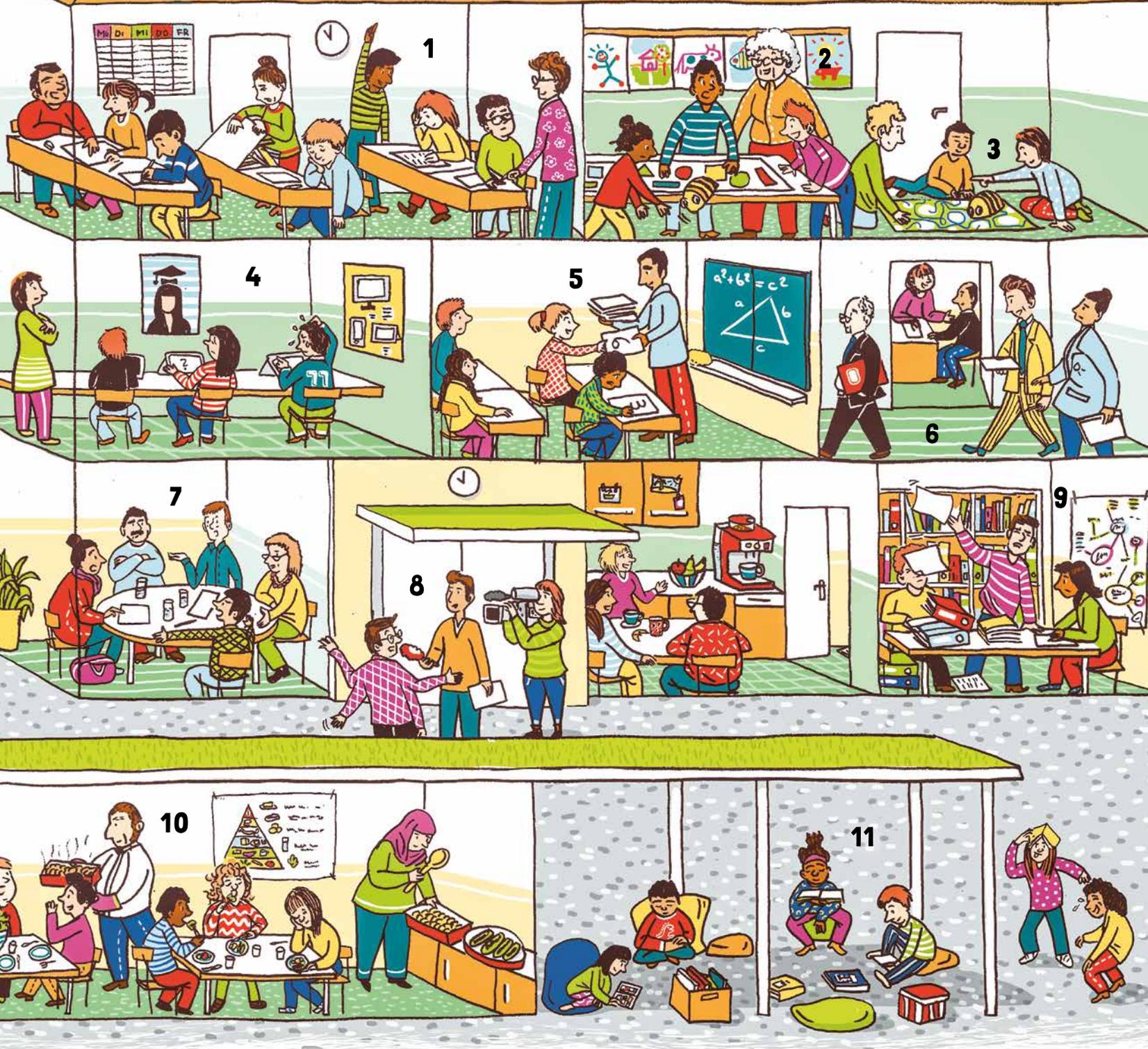
4 Anforderungen von Hochschulen - Der Druck von Rektorinnen und Professoren ist auch an den Primarschulen spürbar. In Tests wie den Klassencockpits oder mit Lernlupe vergleichen Lehrpersonen die Leistungen ihrer Klasse mit einer repräsentativen Stichprobe.

5 Leistung statt Herkunft - Forschende kritisieren, dass die Selektion noch immer anhand der Herkunft statt anhand

der eigentlichen Fähigkeiten der Kinder und Jugendlichen verläuft. Trotz Leistungsnoten.

6 Evaluationen - Die Schweizer Behörden wurden in den letzten Jahrzehnten professionalisiert. Schulleitungen geben Lehrpersonen Feedback zum Unterricht, und externe staatliche Fachstellen besuchen die Schule.

7 Ganzheitliche Betreuung - Bei Standortgesprächen versuchen Schulpsychologinnen, Schulsozialarbeiter und weitere Fachleute, mit Lehrpersonen und Eltern zusammen Fragen zu klären.



8 Medienpräsenz – Die Gesellschaft wirft ein scharfes Auge auf die Schulen. Schulfreie Tage für muslimische Feste oder die Verweigerung eines Handschlags generieren national Schlagzeilen.

9 Alles koordinieren – Lehrpersonen müssen viele Anforderungen bewältigen: Elternmitarbeit organisieren, sich selbst reflektieren. Damit das einfacher geht, gibt es mehr Lehrkooperationen.

10 Ganztagesbetreuung – Heute gehen Mutter und Vater arbeiten. Hortstrukturen sind deswegen in vielen Kantonen obligatorisch.

11 Wenig Lesekompetenz – Die Pisa-Studien zeigten es: Schweizer Jugendliche werden im Lesen schlechter. Deswegen ist Literalitätsförderung an Schulen oberstes Ziel.

12 Gesundheit – Die Kinder sollen ausgewogen essen und sich viel bewegen. Schweizweite Initiativen normieren und überprüfen zum Beispiel den Body-Mass-Index der Kinder an Schulen.

13 Ausserschulisches Lernen – In Projektwochen, zum Beispiel zum Thema Zirkus, lernen die Kinder neue Fähigkeiten für die Welt ausserhalb der Schulen.

14 Anwälte – Manche Eltern wollen alles kontrollieren und drohen manchmal sogar mit rechtlichen Schritten, wenn ihr Kind nicht die Note hat, die es ihrer Meinung nach haben müsste.

15 Freiheit auf dem Pausenplatz – Kinder sollen Verantwortung übernehmen: Beim Peer Mentoring werden etwa ältere Kinder als Peacemaker oder als Samariter eingesetzt.

Fachliche Begleitung: Erziehungswissenschaftler Jürg Schoch vom Institut Unterstrass Zürich.

Einmaleins der Reformen

Seit Jahren wird das Schweizer Bildungssystem mit Hochdruck reformiert. Manche beklagen eine Reformitis, andere loben die überfälligen Anpassungen. Von der Geschichte und den Folgen der Reformen.

Von Katharina Rilling

GESAMTSCHULEN

Grössere Durchlässigkeit

WIE KAM ES DAZU?

Im Fahrwasser der 1968er-Bewegung mit ihrer Institutionskritik und der Debatte um antiautoritäre Erziehung kamen staatliche Schulen mehr und mehr unter Beschuss. Kritisiert wurde etwa die Selektionspraxis. «Chancengleichheit war ein grosses Thema», so Bildungshistoriker Lucien Criblez. Eine Lösung schien in der Organisationsform zu liegen, nämlich in den Gesamtschulen, wo schwache und starke Schüler nebeneinander und voneinander lernen sollten.

1970er

ERGEBNIS

In der Schweiz wurden ab den 1990er-Jahren vor allem kooperative Modelle realisiert, bei denen Schülerinnen entsprechend ihrem Leistungsniveau einer Stammklasse zugeteilt werden. Bestimmte Fächer besuchen sie dann aber in sogenannten Niveaugruppen mit unterschiedlich hohen Anforderungen. Das Ziel war, die Durchlässigkeit zwischen Schultypen wie Real- und Sekundarschule zu erhöhen. Bis heute ist es den einzelnen Kantonen überlassen, ob und wie sie Gesamtschulen anbieten. Die Meinungen der Fachleute bezüglich ihrer Wirkung gehen weit auseinander: Die einen möchten die leistungsschwächeren Schüler besonders fördern. Die anderen meinen, die schwachen Schüler zögen die guten herab. Bildungsforscher Urs Moser meint: «Die Strukturereformen waren nur beschränkt wirksam. Denn: Schulleistungen sind weitgehend unabhängig von den Besonderheiten der Schulstrukturen.» Von Scheitern könne aber nicht gesprochen werden. «Tendenziell führt mehr Durchlässigkeit zwischen Leistungszügen zu einem Abbau sozialer Ungleichheiten.»

BERUFSMATURITÄT

Aufwertung der Lehre

WIE KAM ES DAZU?

Ab den 1950er-Jahren konnte die Wirtschaft ihren steigenden Bedarf an gut ausgebildeten Ingenieuren immer schwieriger befriedigen. Der Berufslehre liefen die guten Schüler in Richtung Gymnasium davon. In den 1970er-Jahren klagten die Höheren Technischen Lehranstalten (heute Fachhochschulen) dann über Nachwuchssorgen, während die traditionellen Hochschulen über Zulassungsbeschränkungen nachdenken mussten. Aus dieser Konkurrenz wuchs die Idee der Berufsmatura, die Mitte der 1990er-Jahre eingeführt wurde.

1990er

ERGEBNIS

Das Ansehen der Berufsbildung in der Öffentlichkeit wurde durch die Berufsmaturität gestützt, machte die Berufsbildung für leistungsfähige Jugendliche attraktiv und förderte die Bereitschaft von Betrieben, Lehrstellen anzubieten. Innert weniger Jahre entstand ein flächendeckendes Angebot. Mit der Einführung der Berufsmaturität und den Fachhochschulen auf der Tertiärstufe ist die berufliche Bildung deutlich aufgewertet worden. «Die Anzahl Menschen mit einer tertiären Ausbildung hat denn auch in den letzten Jahren zugenommen», so Bildungsforscher Urs Moser.

LEHRERBILDUNG AN HOCHSCHULEN

Pädagogik als Wissenschaft

WIE KAM ES DAZU?

«Nach dem Zweiten Weltkrieg hatte eine Phase grossen Personalmangels in den Schulen begonnen, der sich in den 1960er-Jahren stark zuspitzte. Um mehr Lehrpersonen ausbilden zu können, wurde eine ganze Reihe von Massnahmen realisiert», so Bildungshistoriker Lucien Criblez. Seither hat es unzählige Arbeiten an Konzepten, Inhaltentwürfen und Empfehlungen zur Lehrerbildung gegeben. Man war der Meinung, dass der anspruchsvolle Beruf nach einer besonders fundierten und attraktiven Ausbildung verlange. Aber erst Anfang der 1990er-Jahre, bei steigender Mobilität im Inland und dem europäischen Integrationsprozess, wurde der Druck so gross, dass etwas geändert wurde. Criblez fügt an: «Man wollte auch die Diskriminierung von Schweizer Diplomen im Ausland verhindern.»

1990er

ERGEBNIS

Bis in die 1990er-Jahre gab es in vielen Kantonen die Lehrerseminare. «Neu ging man weg vom Seminar hin zur wissenschaftlich fundierten Ausbildung», so Bildungsforscher Urs Moser. «Die Kritik dazu betraf damals vor allem den mangelnden Praxisbezug. Allerdings stimmt das nicht. Der Praxisanteil der Pädagogischen Hochschulen ist nicht geringer geworden.» Auch die Diskussion kam auf, ob für die Arbeit im Kindergarten ein Hochschulstudium nötig ist. Von Verakademisierung war die Rede. Criblez weiss: «Einige hielten überschaubare Institutionen für sinnvoller als grosse Hochschulen. Und man wollte die Persönlichkeitsbildung im formbaren Jugendalter beibehalten.» Allerdings ist die Reform heute «erfolgreich umgesetzt», so Moser.

«Lehrplan 21», «Harmos» oder «Integriertes Lernen» – jeder kennt sie, keiner will sie. So könnte man zumindest meinen, überfliegt man den medialen Diskurs über Reformen im Schulsystem der letzten 20 Jahre. «Stoppt die Reformitis» war da zu lesen, man schrieb vom «Notstand in der Volksschule». Viel Kritik, viel Unruhe, viel Ernüchterung machte sich da breit. Zu Recht? Schadet das Reformfieber der Bildung?

Urs Moser, empirischer Bildungsforscher, antwortet mit Gegenfragen: «Wer kann gegen frühe Bildung sein? Wer gegen die Bildungsgerechtigkeit?» Allerdings

gesteht er ein, dass es ab 2000 zu besonders vielen Anpassungen gekommen ist. Das liege aber daran, dass vorher nahezu Stillstand geherrscht habe: «Erst in den 90er-Jahren wagte die Schweiz den Blick über die Grenze, etwa mit der Teilnahme an Leistungsvergleichen wie Pisa.» Erkenntnis: Nicht alles läuft optimal.

Auch für Bildungshistoriker Lucien Criblez sind Reformen notwendig: «Wenn sich die Gesellschaft ändert, muss sich die Bildung anpassen.» Er relativiert aber auch: «Wird das Tempo zu hoch, kann man die Effekte der Reformen noch schlechter

messen als ohnehin schon.» Tatsächlich ist es schwierig nachzuweisen, ob Schüler nun dank einer Reform oder unabhängig davon besser rechnen können. Das bestätigt auch Moser, der viele Wirkungsstudien erstellt hat. Ausserdem ziehe jede Reform Folgeprobleme mit sich, die zu Kritik führen. «Kurzfristig gesehen werden diese Nebenwirkungen immer als ganz schlimm angesehen – langfristig gesehen merkt man: Es bleibt sehr beim Alten», so Moser. Sein Fazit: «Die Bildung ist durch die Reformen bei steigenden Anforderungen sicher nicht schlechter geworden. Eher besser.»

SONDERPÄDAGOGIK

Integration von allen

WIE KAM ES DAZU?

«Bereits in den 1990er-Jahren konnte relativ eindeutig festgestellt werden, dass Kinder mit schwacher Leistung in Sonderklassen weniger gut gefördert werden als in Regelklassen und auch weniger gute Chancen für die Integration in den Arbeitsmarkt haben», sagt Bildungsforscher Urs Moser. Als logische Folge der vorangegangenen Reorganisation der Schulen wurde das sonderpädagogische Angebot in die Regelklassen integriert. Die Schulen mussten mehr Verantwortung übernehmen und sich nach den Bedürfnissen der Kinder ausrichten.

HARMOS

Fertig Kantönligeist

WIE KAM ES DAZU?

«In den letzten Jahrzehnten wurden die Menschen in der Schweiz immer mobiler. Daher wuchs die Notwendigkeit, die Schulen anzugleichen. Den Kindern und Lehrpersonen sollte bei einem Schulwechsel ein nahtloser Übergang möglich werden. Auf dem Bildungs-

weg sollte es keine Benachteiligung mehr durch die dezentrale Organisation geben», so Bildungshistoriker Lucien Criblez. Die Abstimmung am 21. Mai 2006 brachte denn auch die überwältigende Ja-Mehrheit von 86 Prozent zugunsten der Schulharmonisierung.

2009

2007

ERGEBNIS

Wilde Kinder, ruhige Kinder, Kinder mit besonderen Bedürfnissen – sie alle werden heute in derselben Schulklasse unterrichtet, seit die Klein- und Sonderklassen im Fahrwasser des interkantonalen Sonderpädagogik-Konkordats von 2007 Schritt für Schritt abgeschafft wurden. «Es gab eigentlich nur eine Reform in den letzten Jahren, die äusserst gewagt war und die ein Umdenken in der Schule erforderte: die Inklusion. Sie war einschneidend», sagt Urs Moser. Dementsprechend war die Skepsis gegenüber der integrativen Schule gross: Sie werde einen Zusatzaufwand mit sich bringen, dem die Schulen nicht gewachsen seien, prophezeite ein Teil der Pädagogen damals mit Unterstützung des Verbands des Personals der öffentlichen Dienste. Ein Leistungsabfall der sogenannten normalen Kinder sei programmiert. Ob das stimmt, sei zum jetzigen Zeitpunkt schwer zu beantworten. Und: Der öffentliche Diskurs dazu findet kaum noch statt.

ERGEBNIS

Bei der «Interkantonalen Vereinbarung über die Harmonisierung der obligatorischen Schule», kurz: Harmos, lautet der Auftrag an die Kantone, die wichtigsten Eckwerte wie das Schuleintrittsalter, die Dauer der Grundausbildung, deren wichtigste Ziele sowie die Übergänge zwischen den einzelnen Schulstufen gesamtschweizerisch einheitlich zu regeln. Der bekannte «Lehrplan 21» gehört zu den Massnahmen von Harmos.

Trotz des eindeutigen Abstimmungsergebnisses weckte die geplante Harmonisierung des Schulsystems Ängste, sodass die Reform nicht gerade harmonisch ablief: Man klagte über Bildungsabbau und kritisierte den Übergriff von Bürokraten. Die Kantone fühlten sich in ihrer Autonomie bedroht, zudem hiess es, den Kindern werde wegen des obligatorischen Kindergartens die Kindheit weggenommen und die Schüler würden mit zwei Fremdsprachen in der Primarstufe überfordert.

«Zur Wirkung der zwei Fremdsprachen in der Primarschule gab es tatsächlich wissenschaftliche Grundlagen mit verschiedenen Ergebnissen», meint Bildungsforscher Urs Moser. «Die Forschung zeigt aber relativ eindeutig, dass ältere Schüler Zweit- und Fremdsprachen schneller lernen als jüngere, die maximale Kompetenz jedoch höher ist, wenn der Lernprozess früher einsetzt», so Moser.

Heute scheinen die Bedenken weitgehend hinfällig geworden zu sein. Die Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren schreibt im Bilanzbericht von 2015: «Was im Zeitraum von nur sechs Jahren erreicht wurde, ist beträchtlich.» Das Fazit: Die obligatorische Schule war noch nie so weitreichend harmonisiert wie heute. Das Ziel, den nahtlosen Übergang von einer Schule zur anderen zu ermöglichen, wurde erfüllt. «Ein negativer Nebeneffekt ist trotz allem der grosse Aufwand bei der Umsetzung der Reform», meint Criblez.

«Wenn sich die Gesellschaft ändert,
muss sich die Bildung anpassen.»

Lucien Criblez

LEHRPLAN 21

Kompetenzen statt Wissen

WIE KAM ES DAZU?

Der Lehrplan 21 ist ein Instrument zur Harmonisierung der Volksschule (siehe Harnos, S. 21). Insgesamt 21 deutsch- und mehrsprachige Kantone haben sich dafür entschieden, den Auftrag, ihre Lehrpläne zu überarbeiten, gemeinsam umzusetzen. Der neue Lehrplan soll sicherstellen, dass die Ziele in allen Fachbereichen vergleichbar sind. Gleichzeitig haben die Kantone die Möglichkeit, ihn nach ihren Bedürfnissen anzupassen.

DIGITALISIERUNG

Trotz Hightech keine Revolution

Lernen mit Youtube, eine Schule ohne Mathe, weil Maschinen ohnehin besser rechnen können – es ist schwierig vorherzusagen, wie sich das Bildungssystem durch die Digitalisierung verändern wird. Bildungshistoriker Lucien Criblez ist überzeugt: «Die Technologie-debatte ist das grosse Thema der nächsten zehn Jahre. Aber es ist naiv zu glauben, dass man über Unterrichtsmedien Bildung verändern kann.» Auch Erziehungs- und Sozialwissenschaftler Klaus Rummler von der PHZH sagt: «Der schulweite Zugang zum Internet ist vor allem eine infrastrukturelle Neuerung.»

2015

Zukunft

ERGEBNIS

Seit Frühjahr 2015 liegt die druckfertige Fassung der Vorlage vor. Es wurden vor allem Grundkompetenzen festgelegt, die Schüler erlernen sollen. Es gibt viel Kritik: Zu viele Kompetenzen, die erreicht werden müssen. Zu wenige Inhalte, die festgelegt wurden. «Darüber hinaus wurde viel mit dem Lehrplan 21 verbunden, das so nicht vorgesehen war. Beispielsweise das ausschliesslich selbst-regulierte Lernen und die ständige Vermessung der Bildung», so Bildungsforscher Urs Moser. Fakt ist: Der Lehrplan enthält vieles, was sich bereits in den früheren Lehrplänen fand. Denn diese waren eine wichtige Quelle bei der Erarbeitung. Viele der gebräuchlichen Lehrmittel können weiterhin eingesetzt werden, und die Methodenfreiheit der Lehrpersonen wird nicht tangiert.

Ein paar neue Möglichkeiten also, sonst eher alter Wein in neuen Schläuchen? Sicher wäre auch eine verstärkte Anpassung des Lehrplans nötig, um die Schüler auf die digitalisierte Gesellschaft vorzubereiten. Medienwissenschaftlerin Sarah Genner schrieb dazu in der NZZ, es müssten digitale Kompetenzen vermittelt werden wie kritisches Denken im Umgang mit Quellen aus dem Web, Sozialkompetenz in der Online-Kommunikation, Wissen über sichere Passwörter, Privatsphäre und die Fähigkeit, sich von permanenten Ablenkungen abzuschirmen. Sie ist aber zuversichtlich: Die Schweiz habe mit dem dualen Bildungssystem im Vergleich zu fast allen anderen Ländern im technologischen Wandel einen immensen Vorteil. «Die aktuellsten berufs- und branchenspezifischen Technologien können on the job erlernt werden.» Schon heute wird zudem stark aufgerüstet: Mit dem Lehrplan 21 wurden etwa das Modul und das Fach Medien und Informatik eingeführt. Und im Nationalen Forschungsprogramm «Digitale Transformation» ist Bildung ein Schwerpunkt.

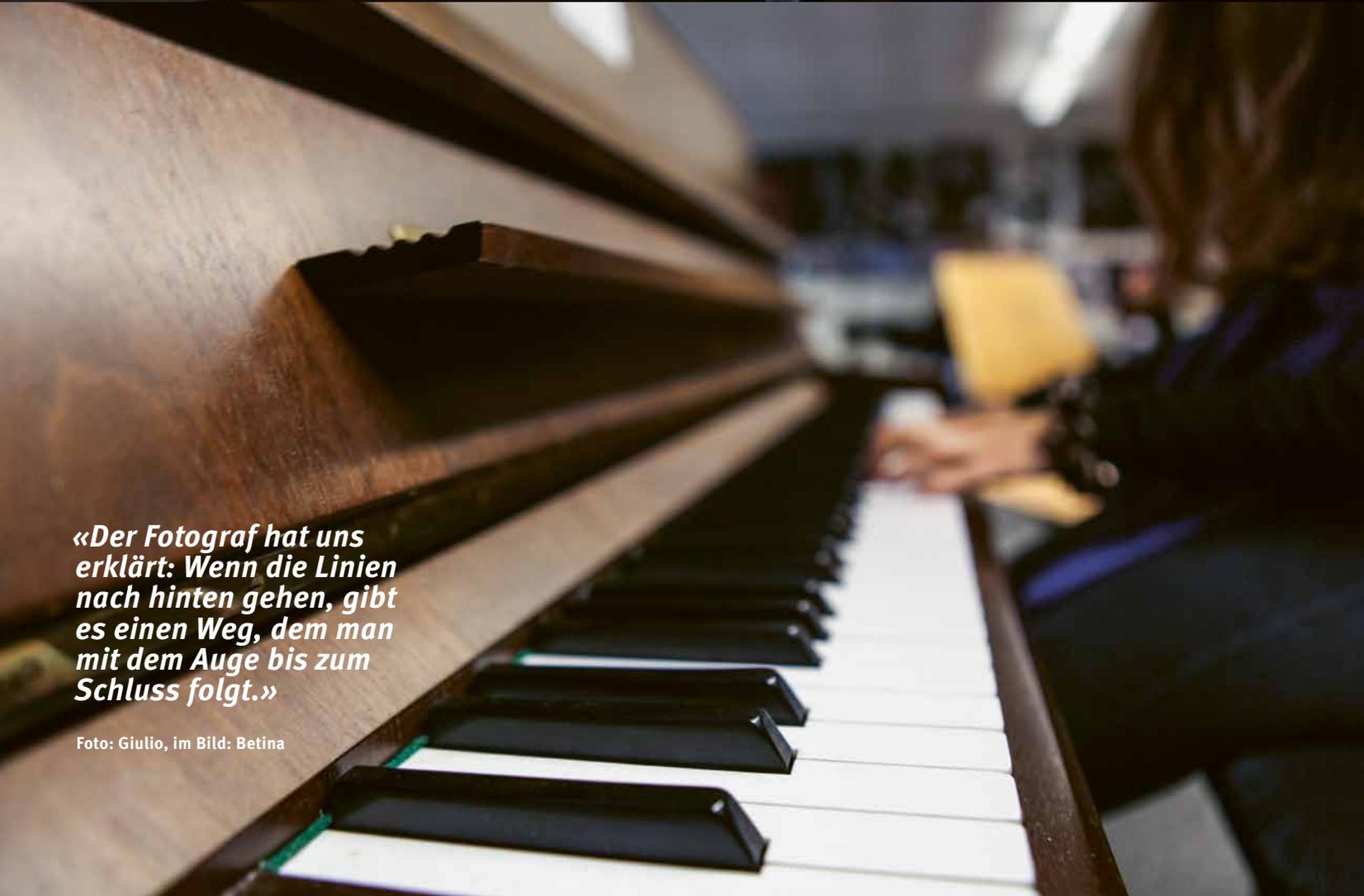
«Es war ziemlich schwierig zu belichten und zu treffen. Wenn ich zurückgegangen bin, damit man die beiden besser sieht, stand die Sonne zu weit oben.»

Foto: Mélék, im Bild: Michael und Levin



«Der Fotograf hat uns erklärt: Wenn die Linien nach hinten gehen, gibt es einen Weg, dem man mit dem Auge bis zum Schluss folgt.»

Foto: Giulio, im Bild: Betina



INTERVIEW

«Das sind keine schönen Texte mehr»

Leakloos



Heidi News ist ein neues Online-Medium der Romandie. Wissenschaft ist atypischerweise seine erste Rubrik. Diese wird derzeit von 2000 Personen für 160 Franken pro Jahr abonniert. Mitgründer und stellvertretender Chefredaktor Olivier Dessibourg (44) blickt optimistisch in die Zukunft.

Olivier Dessibourg, wie läuft es bei Heidi News?

Sehr gut. Es ist wie eine sprudelnde Quelle: Wir haben viele Ideen und sind voller Kraft.

Ihre etwa zehn News pro Tag bestehen aus eigenen und übernommenen Inhalten. Wieso dieser Mix?

Die Redaktion ist wie ein Radar und registriert Signale aus der Wissenschaftswelt. Stärkere Nachrichten entwickeln wir selbst weiter und setzen damit ein eigenes Signal ab, schwächere geben wir weiter, wie sie sind. Das kann auch mal nur ein Tweet sein. Wir sehen uns als Kuratoren und wählen das Wichtige für unsere Leser aus.

Heidi News betont auch in den ersten Newslettern, dass es sich ganz im Dienst der Leser sieht. Sie sollen es auch finanziell tragen.

Wer gute journalistische Qualität liefert, der muss davon leben können. Hochwertige Information ist nicht gratis. Wir kosten aber nicht viel. Ausserdem glauben wir nicht an Werbung. Von diesem Geld gehen schon jetzt 80 Prozent

an Google und Facebook. Es ist sinnlos, in diesen Wettkampf einzusteigen. Also setzen wir auf Abos. Ausserdem haben Privatpersonen zusammen eine Million Franken investiert. Nun müssen wir aber bereits das Geld für die zweite Runde sammeln. Wir planen, dafür unter anderem eine Stiftung zu gründen.

Eure Texte sind durch starke Leserführung gekennzeichnet. Viele Absätze beginnen mit Aussagen wie: «Warum das wichtig ist.» Brauchen die Leser das?

Sie mögen das. Journalistische Texte werden heute zu 80 Prozent auf dem Smartphone gelesen. Fast niemand liest mobil 8000 Zeichen Fliesstext. Deswegen stellten wir uns auf der Redaktion vor, wie wir einen CEO für eine Sitzung briefen würden, an der er in fünf Minuten ein schwieriges Problem erklären müsste. Und so haben wir die News-Texte von allem Üblichen befreit: packender Einstieg, elegante Übergänge. Das sind keine schönen Texte mehr, aber die Qualität des Inhalts stimmt.

Aber bei den Explorations geht Heidi News den entgegengesetzten Weg. Das sind Serien mit zig Teilen, und die einzelnen Texte sind sehr lang. Worauf setzt ihr nun?

Auf beide Extreme. Alles dazwischen ist gestrichen. Entweder man will am PC oder auf einem Tablet eine grosse Geschichte lesen. Oder man will am Smartphone über die News informiert werden.

Bis jetzt fokussiert ihr auf Wissenschaft. Ihr wollt aber alle sechs Monate eine neue Rubrik lancieren. Wie breit wollt ihr werden?

Wir suchen Nischenthemen, für die es eine Community gibt. Wir haben mit Wissenschaft begonnen, verschreiben uns aber nicht ihr allein.

Warum eigentlich Heidi?

Der Name steht natürlich für Swissness. Reduziert auf seine Konsonanten, ergibt er ausserdem HD. High Definition. Das ist auch unser Logo. Wir bieten HD-Journalismus. Der Name gefällt nicht allen. Doch es ist einer, der bleibt.

Interview: Judith Hochstrasser

NEWS

Tweets gegen Naivität

Die Twitter-Accounts @JustSaysInMice und @JustSaysInRats machen darauf aufmerksam, dass eine Studie nur mit Nagern und nicht mit Menschen durchgeführt wurde, wenn dieser Hinweis im Titel der Studie vergessen wurde. @JustSaysRisks erinnert daran, dass absolute Risiken, «eine Zunahme des Risikos von 0,1% auf 0,2%», verständlicher sind als relative Risiken, «verdoppelt die Wahrscheinlichkeit». @OnlyInMen betont, dass sich die Ergebnisse von Studien, die nur mit männlichen Teilnehmenden durchgeführt wurden, nicht ohne Weiteres auf die Gesamtbevölkerung übertragen lassen. Hashtags enthüllen das wahre Leben der Forschenden: #OverlyHonestPaperTitles, #FieldworkFail, #WhatProfessorsDo, #ScientistsWhoSelfie und deren Vorgänger #OverlyHonestMethods.

Nicht für Männer

Die Technische Universität Eindhoven (TUE) in den Niederlanden sieht rund hundert Festanstellungen ausschliesslich für Frauen vor. Männer können sich nur bewerben, wenn eine Stelle innerhalb von sechs Monaten nicht besetzt werden konnte. Robert-Jan Smits, Direktor der TUE und ehemaliger EU-Forschungskommissar, gibt gegenüber Science zu, dass es sich «definitiv» um eine Diskriminierung der Männer handle, nur sei während vieler Jahre das Gegenteil geduldet worden.

IN ZAHLEN

33%

Das ist gemäss des Wellcome Global Monitor der Anteil der französischen Bevölkerung, der nicht glaubt, dass Impfstoffe sicher sind. Auch die Schweiz und Haiti gehören mit 22 respektive 20 Prozent zu den elf Spitzenreitern in dieser Frage.

1700 Milliarden USD

So hoch schätzt ein Bericht der Association of University Technology Managers den Beitrag der akademischen Innovation zu den Einnahmen der Industrie in den USA in den letzten 22 Jahren ein.

58 000

Zahl der monatlich auf der Online-Plattform Researchgate publizierten Artikel, die Urheberrechte verletzen. Zu diesem Resultat kommt eine Analyse verschiedener Verlage, die auch bereits strafrechtliche Schritte eingeleitet haben.

ZITAT

«Es wird Zeit, mit der Tradition von rein männlichen Podien in der Wissenschaft zu brechen.»

Francis Collins, Direktor der National Institutes of Health (NIH), weist Einladungen zu Konferenzen zurück, die nicht nachweisen, dass sie sich ernsthaft um die Diversität der Referierenden bemühen.

WERKZEUGE

SURE

Die Fachzeitschrift Series of Unsurprising Results in Economics SURE veröffentlicht nur Artikel, die abgelehnt wurden, weil die Ergebnisse nicht statistisch signifikant oder nicht überraschend seien. Ziel: Bekämpfung von Publication Bias.

TRANSPPOSESCI

Die Datenbank Transposesci fasst die Peer-Review-Regeln wissenschaftlicher Fachzeitschriften zusammen.

Für eine erfolgreiche akademische Karriere brauchte es bis jetzt vor allem eines: eine lange Publikationsliste. Doch die Dinge ändern sich. Universitäten und Förderorganisationen evaluieren Forschende zunehmend ganzheitlich und berücksichtigen auch andere Engagements: von Lehrtätigkeiten über Open Science und öffentliche Ämter bis zu Wissenschaftskommunikation.



Welcher Forschertyp sind Sie?

**Forschende haben immer vielfältigere Profile.
Machen Sie unseren Persönlichkeitstest
und entdecken Sie, wer Sie sind.**

Text: Daniel Saraga

Illustration: Christoph Frei





Zehn Antworten verraten Ihr Profil

1 Donnerstag, 17 Uhr. Sie sind gerade daran,

- a) Versuchsergebnisse mit Ihren Studierenden zu diskutieren und ihnen ein neues Tool für die statistische Analyse vorzustellen.
- b) das Buch «The Structure of Scientific Revolutions» von T. Kuhn (University of Chicago Press, 1970) zu lesen.
- c) Ihre Zitate in einem Artikel zum Klimawandel in der Wochenendzeitung zu überprüfen.
- d) Ihren Pitch für das heutige Dinner mit Investierenden zu repetieren.

2 Die Fachzeitschrift Nuture lehnt Ihren Artikel ab. Sie

- a) verfassen einen Brief, um den Entscheid anzufechten.
- b) reichen den Artikel bei einem weniger prestigeträchtigen Journal ein – der Preprint-Artikel war online ja bereits ausführlich diskutiert worden.
- c) werden auf Twitter alles los, was Sie Gutes über das Peer-Review-System denken.
- d) organisieren einen Workshop zum Verfassen wissenschaftlicher Artikel für Studierende.

3 Ihre Gruppe stellt eine Korrelation zwischen Apfelkonsum und wirtschaftlicher Entwicklung fest. Sie

- a) bitten Ihre Doktorandin, einen Artikelentwurf zu schreiben.
- b) veröffentlichen die vorläufigen Ergebnisse auf Figshare.
- c) bereiten einen Bericht für die KMUs Ihrer Region vor.
- d) laden einen Kollegen aus dem Ausland ein, um die Ergebnisse mit ihm zu diskutieren.

4 Die Society of Serious Scientists sucht ein Thema für ihre Jahresversammlung. Ihr Vorschlag:

- a) «Forschungstätigkeit und Familie: Warum der Staat die Vereinbarkeit finanzieren soll»
- b) «Internationale Zusammenarbeit: Dekolonisation in der Wissenschaft»
- c) «Forschungsfreiheit! Weniger Vorgaben, weniger Kontrollen»
- d) «Kollaborative Forschung: Wie lassen sich Ergebnisse patentieren?»

5 Es gibt Gerüchte, dass ein Kollege ein Plagiat begangen hat. Sie

- a) sagen nichts, weil Sie nichts Genaueres wissen.
- b) rufen einen befreundeten Journalisten an, um mit ihm über das Problem der Plagiate zu sprechen.
- c) ermitteln und veröffentlichen Ihre Entdeckungen anonym auf Pubpeer.
- d) schreiben ein Programm zur Erkennung von Plagiaten, basierend auf künstlicher Intelligenz.

6 Die Liberalsozialistische Partei lädt Sie zu einem runden Tisch über Migration ein. Sie

- a) sagen zu und sammeln Argumente für die Finanzierung Ihres neuen Forschungszentrums.
- b) sagen zu, unter der Bedingung, dass ein Parteimitglied Ihr Institut besucht und zu den Studierenden spricht.
- c) lehnen ab, weil Sie genau wissen, dass sich Politiker nie wirklich für wissenschaftliche Tatsachen interessieren.
- d) lehnen ab, weil Sie dann gerade eine Konferenz an der Volkshochschule leiten.





7 Die Studierenden bewerten Ihre Vorlesung zur Quantenmechanik als «langweilig». Sie

- a) organisieren ein wöchentliches Brownbag-Seminar über Pädagogik mit Ihren Studierenden und Fachpersonen.
- b) verwenden die Rückseite der Evaluation, um ein neues Forschungsprojekt zu skizzieren.
- c) schreiben einen Blog-Beitrag über die methodologischen Probleme von Meinungsumfragen.
- d) melden sich bei MOOC (Massive Open Online Course) an: «How to make MOOCs».

8 Das Journal of Standard Research bittet Sie, den Peer-Review eines Artikels zu übernehmen. Sie

- a) lehnen ab, weil es sich um eine anspruchslose Publikation handelt.
- b) lehnen ab, weil das Journal auf Open Access verzichtet.
- c) delegieren die Aufgabe an einen Doktoranden.
- d) lehnen ab, weil die Redaktion ausschliesslich aus westlichen Männern besteht.

9 Das neue Antibiotikum einer Doktorandin scheint zu wirken. Sie will ein Start-up gründen. Sie

- a) bitten sie, ihre Daten zuerst auf Miniscience, einem Micropublishing-Portal, zu publizieren.
- b) rufen die Technologietransfer-Einheit Ihrer Universität an, um ein Patent einzureichen.
- c) bitten einen Kollegen von der Universität Hogwarts, die Daten zu reproduzieren.
- d) kontaktieren eine Bekannte bei Rochartis, um mit ihr zu sprechen und sie an Ihr gemeinsames Projekt einer nationalen Genomik-Plattform zu erinnern.



10 Die Schweizerische Forschungsförderung fordert Sie zu einem Twitterbeitrag über die Internationalität in der Wissenschaft auf. Sie

- a) reichen Ihr kürzlich für die NGO «Forscherinnen ohne Grenzen» erstelltes Statement ein.
- b) lehnen ab – kurze Statements sind irreführend, und Internationalismus bedeutet auch Uniformismus.
- c) reichen Ihre online veröffentlichte Analyse zu ihren internationalen Zusammenarbeitsprojekten ein.
- d) sagen zu und bitten um Unterstützung Ihrer Initiative «Lokale Forschung, globales Wissen».

→ Gehen Sie Ihre Antworten durch und zählen Sie die Symbole.

Antworten

	a)	b)	c)	d)
1	□ ▼	◇	■ ●	○
2	□	▽	■	▼
3	□ ▼	▽ ■	○ ■	◇
4	●	◆	◇	○ ▽
5	□	■	▽	○
6	● ◆	● ▼	□ ◇	▼
7	▼ ◆	□	■	▽ ▼
8	□	▽	▼	●
9	□ ▽	○	◇	○ ◆
10	●	◇	▽	◆

Beispiel

Wenn Sie auf die Frage 3 mit c) antworten, zählen Sie für ○ und ■ je einen Punkt.

Punkte	□	○	▽	◇
	■	●	▼	◆

Und Sie sind ...

Das Symbol, für das Sie am meisten Punkte erhalten haben, gibt an, welcher Forschertyp Sie sind.



□ Die Karrierebewusste

Die einzigen sicheren Stellen in der Akademie haben Professoren. Publizieren ist daher unumgänglich: Je mehr Publikationen, desto mehr Zitierungen, desto mehr Beiträge, desto mehr Postdocs, desto mehr Publikationen ... der grosse Kreislauf der Wissenschaft. So ist das System. Sie sagen also: «Hören wir auf zu träumen, beginnen wir zu schreiben.» Ausserdem: Weshalb eigentlich den Inhalt nicht auf zwei kürzere Publikationen verteilen?



■ Die Kommunikatorin

Wenn im Wald ein Baum umstürzt und niemand da ist, der es hört: Macht das Lärm? Nein. Dieser Grundsatz gilt erst recht in der akademischen Welt. Jedes Jahr werden 2,5 Millionen wissenschaftliche Artikel veröffentlicht. Wozu, wenn niemand sie liest? Sich Gehör zu verschaffen ist wichtig: über Twitter, in Medien, auf Konferenzen. Selbst wenn dafür gekürzt, vereinfacht, etwas versprochen werden muss – vielleicht sogar bisweilen zu viel.



○ Der Innovator

Wissenschaftliche Entdeckungen fördern das Wirtschaftswachstum und den sozialen Fortschritt, so viel steht fest. Sie wollen aber ein effizientes Team formen und mit ihm abstrakte Ergebnisse in Produkte – und Gewinne – überführen. Fachleute für Marketing und geistiges Eigentum machen Ihnen keine Angst – sie verstehen ohnehin nichts von Ihren Arbeiten. Es macht richtig Spass, mit ihnen zu diskutieren.



● Der Politiker

Nichts ärgert Sie mehr als einflussreiche Leute, die schlecht informiert sind und wissenschaftliche Fakten ignorieren. Sie haben sich deshalb entschieden, Rationalität in solche Debatten zu bringen. Sie werden Mitglied einer Partei, einer NGO, einer Kommission und einer Expertisengruppe. Denn Wissenschaft ist objektiv. Vor allem, wenn sich die Schlussfolgerungen mit Ihrer Meinung decken.



▽ Die Transparente

Forschungsergebnisse gehören der Gesellschaft. Wenn sie im Umlauf sind, wird ihr Impact maximiert. Ihr Lieblingswort? Transparenz. Ihre Publikationen sind über Open Access und als Preprints zugänglich, Ihre Programme auf Github, Ihre Daten auf Figshare, Ihre Evaluationen im Web. Das Einzige, was Sie nicht veröffentlichen, sind Ihre Forschungshypothesen – sie könnten ja gestohlen werden ... Teilen: unbedingt. Nur nicht zu früh.



▼ Der Pädagoge

Die neue Generation ist unsere Zukunft. Sie bereiten Ihre Vorlesungen sorgfältig vor und nehmen sich Zeit, mit Ihren Doktorierenden zu diskutieren. Sie möchten Ihr Wissen und Ihre Erfahrung weitergeben. Das zahlt sich aus: Jedes Jahr bekommen Sie die Auszeichnung für die beste Lehre. Die Konkurrenz ist allerdings auch nicht allzu hart, weil Ihre Kollegen diesen Job lieber gestressten und unterbezahlt Postdocs übertragen. Ein leichter Sieg für Sie.



◇ Der Purist

Multidisziplinarität und Produktivität, Controlling und Streamlining: Dies ist das Vokabular einer immer stärker regulierten, evaluierten und gegängelten Wissenschaft. Es gilt, das Wesen der Wissenschaft vor den Bürokraten zu bewahren: Unabhängigkeit, Gedankenfreiheit, kritischer Geist. Als Wissenschaftler ist das Hinterfragen Ihr Mantra. Nur eine Frage interessiert Sie nicht: Bewirkt meine Forschung wirklich etwas?



◆ Die Macherin

Die neue Forschungsinfrastruktur, das nächste Kompetenzzentrum, das Projekt trinationaler Campus entstehen nicht von allein. Es braucht Engagement, und Sie sind stets zur Stelle. Nicht weil Sie Berichte, Meetings und Protokolle mögen, sondern weil Sie sich für eines einsetzen: Die Schweizer Forschung soll international ganz vorne bleiben. Und das schadet Ihrer Karriere ja bestimmt nicht, oder?

Solide Wissenschaft braucht Kulturwandel

Die unabhängige Bestätigung von Ergebnissen ist ein zentraler Pfeiler der Wissenschaft.

Doch dieser Schritt misslingt häufig. Nun bewegt sich etwas in den Schweizer Forschungsinstitutionen.

Von David Adam

Die Bevölkerung vertraut der Wissenschaft gemäss Umfragen noch immer. Doch vertrauen Forschende selbst der Forschung? Vermutlich weniger stark als früher. Viele meinen eine Krise der Reproduzierbarkeit zu erkennen: Veröffentlichte Ergebnisse bestätigen sich nicht, wenn andere Forschende das Experiment wiederholen.

Die Ursachen des Problems sind vielfältig: unzuverlässige Statistiken als Studiengrundlage, die Forderung nach spektakulären Ergebnissen, Verzerrungen durch die selektive Publikation positiver Ergebnisse, für die sowohl die Forschenden selbst als auch die wissenschaftlichen Zeitschriften verantwortlich sind.

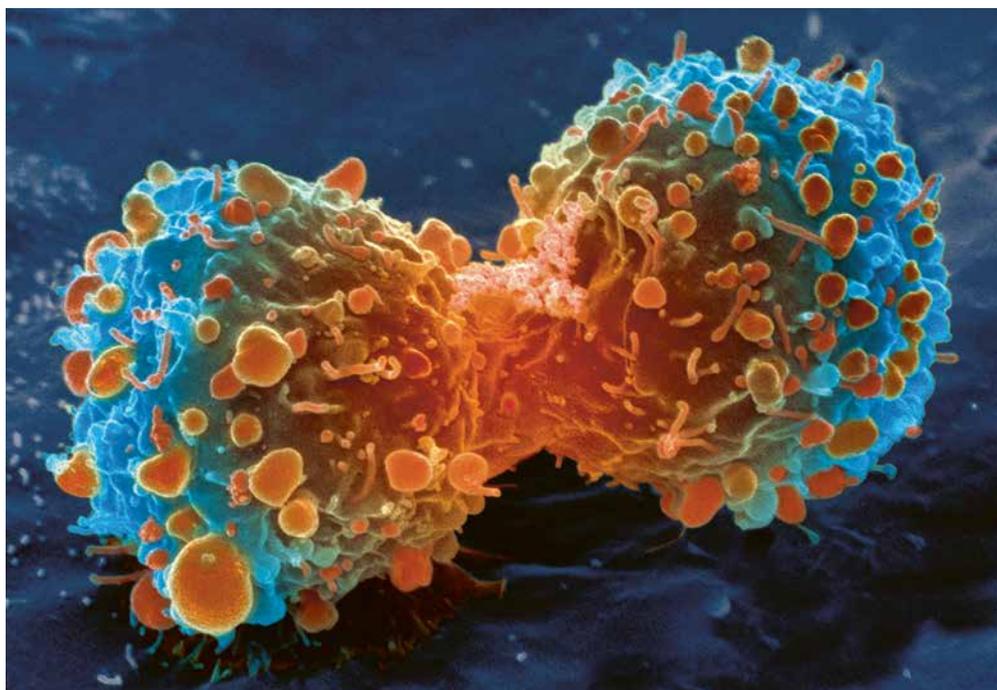
Die Forschungseinrichtungen in der Schweiz wollen dagegen etwas unternehmen. Die Universität Zürich lancierte im vergangenen Jahr unter der Leitung von Leonhard Held das Center for Reproducible Science zur Optimierung der Reproduzierbarkeit der Forschung. «Nach einem Jahr ist es schwierig, schon konkrete Fortschritte vorzuweisen, hinter den Kulissen tut sich jedoch viel», sagt der Professor für Biostatistik. Das Center habe die Sichtbarkeit und das Wissen über das Thema Reproduzierbarkeit an der Universität bereits verbessert. Im vergangenen Februar zum Beispiel habe für die gesamte Universität ein Reproduzierbarkeitstag stattgefunden.

Das Zentrum hat mehrere Gesuche für Förderbeiträge eingereicht. Ein Projekt würde darin bestehen, Schulungen zur guten Forschungspraxis anzubieten, zu der auch die Bestätigung von bereits publizierten Ergebnissen gehört. «Allzu häufig wird in der Forschung noch angenommen, dass alles, was einmal gezeigt wurde, wahr sein muss», erklärt Leonard Held. «Wir müssen eine Kultur der Replikation entwickeln.»

Rückhalt beim Chef nötig

Eine Schlüsselstrategie zur Optimierung der Reproduzierbarkeit besteht im Teilen von Daten und Methoden – der Kern der Open-Science-Bewegung. Institutionen wie die EPFL und die ETH Zürich organisieren Workshops zu Reproduzierbarkeit, Open Science und Forschungsdatenmanagement.

Anna Krystalli, Computerwissenschaftlerin an der Universität Sheffield (GB), war



Oft sind Zellen (hier Lungenkrebszellen) im Labor wenig verlässlich. Das ist mit ein Grund, warum manche Forschungsgruppen weniger als eine von zehn bahnbrechenden Studien reproduzieren können. Bild: Keystone/Science Photo Library/Steve Gschmeissner

Gastreferentin an einer gemeinsamen Summer School von EPFL und ETH Zürich im Jahr 2018. Zwei Dinge sind ihr aufgefallen: Erstens wurde das Event von Doktorierenden selbst organisiert und nicht durch offizielle Vertreter der Institutionen. Zweitens schaltete sich der Rektor einer der beiden Einrichtungen per Skype zu. «Das zeugt von Rückhalt durch die Führung», erklärt Krystalli. «Ich hatte das Gefühl, dass es ein fester Teil der Schweizer Forschungskultur ist. Schwer zu sagen, ob dies stärker gilt als anderswo, aber ich war definitiv beeindruckt.» Sie ist überzeugt, dass solche Events etwas bewirken, etwa indem sie ein Bewusstsein schaffen und konkrete Verbesserungen für junge Forschende vorschlagen, beispielsweise die besten Software-Tools zum Teilen von Daten und Programmcodes.

«Das Problem, dass Ergebnisse einer Prüfung nicht standhalten, ist für alle wissenschaftlichen Einrichtungen eine Herausforderung», bestätigt Hanno Würbel, Biologe an der Universität Bern, der die Reproduzierbarkeit von vorklinischen Studien untersuchte. Seines Erachtens eignet sich die Forschung mit Tieren, um diese Problematik anzugehen, weil bereits für das Versuchsdesign viele Formalitäten zu erledigen sind. Diese könnten so angepasst werden, dass sie bereits im Vorfeld einer Arbeit zur Reproduzierbarkeit beitragen; zum Beispiel genügend grosse Stichproben für statistisch signifikante Ergebnisse. In

der Tierforschung sind solche Richtlinien und Assessments üblich, weshalb Schritte zur Optimierung der Reproduzierbarkeit weniger als unnötige Bürokratie betrachtet werden dürften.

Hanno Würbel hat die Erfahrung gemacht, dass zwar viele Universitäten das Thema angehen wollen, dass echte Fortschritte jedoch oft vom Engagement Einzelner abhängen. «Eine wichtige Rolle spielen Ausbildung und Schulungen», ergänzt er. «Vielleicht müssen wir die Pensionierung der älteren Forschenden abwarten, bis sich etwas ändert.»

Held will nicht so lange warten. Er möchte, dass sein Zentrum in Zürich eigene Meta-Science betreibt, also Forschung über Forschung. Als Vorbild sieht er etwa das Metrics-Zentrum an der Stanford University, das 2014 geschaffen wurde und von John Ioannidis geleitet wird. Es konzentriert sich auf den gesamten Forschungszyklus: von der Versuchsplanung über die Finanzierung und mögliche Anreize bis zur Veröffentlichung. Die Anreize sind zentral: Bisher wurde in der akademischen Welt vor allem eine lange Publikationsliste mit bekannten Journals belohnt, die jedoch selten Interesse an Replikationsstudien haben. Das ist eine der Änderungen, auf die sich die Wissenschaft konzentrieren muss.

David Adam ist freier Journalist und Redaktor in London und seit über 20 Jahren für Nature und The Guardian tätig.

«Die Schweiz muss sich auf die Hinterbeine stellen»

Martina Hirayama ist seit Januar 2019 Staatssekretärin für Bildung, Forschung und Innovation. Die ehemalige Chemieprofessorin möchte die Schweizer Forschung mit ruhiger Hand auf hohem Niveau halten. Horizonte hakt nach.

Interview: Florian Fisch

Martina Hirayama, Sie haben Ihre Chemieprofessur für die Verwaltung aufgegeben. War Ihnen die Forschung zu langweilig?

Ich fand meine Forschung spannend, war aber stets vielseitig interessiert und offen für Neues. Es ist auch attraktiv, die Rahmenbedingungen für den Bereich Bildung, Forschung und Innovation mitgestalten zu können. Ausserdem verbrachte ich schon vor meinem Antritt beim SBFI nicht jeden Tag im Labor, sondern war vor allem mit der Leitung der ZHAW School of Engineering beschäftigt. Der Abschied von der Forschung war also fliegend.

Energiewende, Digitalisierung oder Antibiotikaresistenzen: Die Zahl der von der Politik vorgegebenen Themen steigt. Sollte die Wissenschaft ihre Themen nicht selbst bestimmen?

Die Autonomie der Forschenden, selbst Schwerpunkte zu setzen, ist selbstverständlich wichtig. Die Hochschulen hingegen können und müssen zum Beispiel bestimmen, welche Lehrstühle sie schaffen. Das SBFI versucht, die Herausforderungen sehr generell zu adressieren: Wo wollen die Hochschulen ihre Schwerpunkte setzen? Wo wollen sie zusammenarbeiten, beispielsweise unterstützt durch projektgebundene Beiträge der Schweizerischen Hochschulkonferenz (das Organ des Bundes

zur Steuerung der Hochschulen, A.d.R.)? Es braucht strategische Ziele auf den verschiedenen Ebenen des Hochschulsystems.

Die Hochschulen lassen sich wohl nicht gern vom SBFI einschränken.

Das tun wir auch nicht! Selbstverständlich müssen die Hochschulen den Sinn der Zusammenarbeit erkennen, damit es funktioniert. Wir fragen zum Beispiel: Wie positionieren wir uns gegenüber dem aufstrebenden China im Bereich der Quantenphysik? Wir müssen dafür sorgen, dass sich die Hochschulen Zeit zur Reflexion nehmen können. Sonst gehen sie in den Alltagsorgen unter.

Sie kommen aus der Anwendungsecke: Fachhochschule, Start-ups, Innosuisse. Sehen Sie Bildung und Grundlagenforschung vor allem als Zudiener für Innovation?

Ganz sicher nicht! In der Forschung geht es darum, Fragen zu stellen. Das wichtigste Resultat ist der Erkenntnisgewinn. Manche Erkenntnisse kann man schlicht weniger gut nutzen. Die Chance auf Anwendungen sollte aber unbedingt genutzt werden.

Fachhochschulen streben in Richtung universitäres Modell. Sie wollen zum Beispiel selbst Dokortitel vergeben. Verwässern diese damit nicht ihr erfolgreiches praxisorientiertes Profil?

Die Fachhochschulen haben sich in ihrem Positionspapier von 2014 klar dafür ausgesprochen, die Doktorate in Kooperation mit den universitären Hochschulen zu vergeben. Für den Bund ist ebenfalls klar: Die Fachhochschulen gehören zum berufsbildenden Weg, sind praxisorientiert und haben den Bachelor als Regelabschluss. Die Kooperation zwischen den beiden Hochschultypen fördern wir aber gezielt.

Die Fachhochschulen möchten auch mehr vom Geldtopf für Grundlagenforschung des Schweizerischen Nationalfonds.

Die Förderung der Grundlagenforschung durch den SNF ist vor allem auf die Universitäten ausgerichtet. Gleichzeitig hat der SNF aber auch anwendungsorientierte Programme wie zum Beispiel Bridge, das zusammen mit der vor allem auf die anwendungsorientierte Forschung ausgerichteten Innosuisse durchgeführt wird. Diese beiden komplementären Förderinstitutionen spielen für die Entwicklung unserer Hochschultypen eine wichtige Rolle.

Innosuisse wurde letzthin stark kritisiert: Durch dem Umbau der ehemaligen Kommission für Technologie und Innovation (KTI) seien die Verwaltungskosten massiv gestiegen, die nützliche Vernetzung abgebaut und Entscheidungen schwerfälliger geworden. Stimmt das?

Neu aufgestellte Organisationen haben am Anfang Kinderkrankheiten. Diese sind Innosuisse bekannt, und es wird daran gearbeitet.



Es braucht Weitsicht, um in der Schweizer Forschungslandschaft die richtigen Schwerpunkte zu setzen, sagt Martina Hirayama, die neue Staatssekretärin des SBF. Bild: Keystone/Peter Klaunzer

Israel und Südkorea geben gemessen am Bruttoinlandprodukt deutlich mehr für Forschung und Entwicklung aus. Sollte die Schweiz da nicht nachziehen?

Mit dem dritten Platz ist die Schweiz schon sehr gut positioniert. Die Finanzen sind aber nur ein Faktor. Die Rahmenbedingungen generell müssen stimmen, damit Firmen hier weiterhin hohe Investitionen in Forschung und Entwicklung tätigen. Es braucht ein kluges Mass bei der Steuerbelastung, eine geringe Regelungsdichte, Arbeitsfrieden und eine gute Infrastruktur.

«Alle müssen selbst überlegen, ob sie genug interessiert sind, ein PhD zu machen.»

Zurzeit (Juli 2019, A.d.R.) sieht es schlecht aus für das Rahmenabkommen mit der EU. Werden die Forschenden in der Schweiz wie nach Annahme der Masseneinwanderungsinitiative dafür den Preis zahlen müssen?

Wir müssen die Dinge auseinanderhalten: Es gibt keine rechtliche Verbindung zwischen dem institutionellen Rahmenabkommen und dem Forschungsabkommen. Die Annahme der Masseneinwanderungsinitiative dagegen hat die Bilateralen Verträge tangiert. Die Situation jetzt ist also anders. Trotzdem kann man nicht ausschliessen, dass die EU eine politische Verbindung zwischen den Abkommen herstellt. Noch ist vieles offen. Wir werden von den europäischen Partnern aber geschätzt.

Der internationale Erfolg der Schweizer Hochschulen ist gross. Das zieht immer mehr ausländische Doktorierende an. Brauchen

wir eine Schweizerquote, damit der lokale Nachwuchs gefördert und eine nationale Perspektive gehalten werden kann?

Dass wir so viel ausländisches Interesse haben, ist ein gutes Zeichen. Es liegt nicht am Bund, Vorschriften zu den Studierenden zu machen. Jede Hochschule soll ihren eigenen Mix bestimmen dürfen.

Sollte man den Schweizer Nachwuchs mehr fördern?

Wichtig ist, dass wir ein gutes duales Bildungssystem haben, das den Menschen freie Wahl lässt. Wir haben durchlässige Bildungswege. Das ist die grosse Stärke der Schweiz. Alle Studierenden müssen selbst überlegen, ob sie genug interessiert sind, ein PhD zu machen. Es gibt gute Jobs in der Wirtschaft.

Ihre Vorgänger waren jeweils etwa zehn Jahre im Amt. Was möchten Sie bis 2029 erreicht haben, damit Sie dann zufrieden auf die Ära Hirayama zurückblicken können?

Ich hoffe, es wird uns weiterhin gelingen, die Chancen für den Forschungs- und Innovationsplatz Schweiz zu nutzen und den globalen Wandel zu gestalten. Die richtigen Schwerpunkte zu setzen, braucht Weitsicht, eine ruhige Hand sowie eine enge Zusammenarbeit mit den Kantonen, den Hochschulen, den Förderorganisationen und der Arbeitswelt. Die internationale Position zu halten, wird aber eine Herausforderung sein, denn die Welt ändert sich sehr schnell. Der Wettbewerb ist enorm. Wenn wir in zehn Jahren so gut dastehen wie heute, dann können wir mehr als zufrieden sein. Dafür werden wir uns auf die Hinterbeine stellen müssen.

Florian Fisch ist Redaktor bei Horizonte.

Vom Klebstoff zur Diplomatie

Martina Hirayama (48) studierte Chemie an der Universität Freiburg, der ETH Zürich und am Imperial College London. Während ihrer Dissertation zu Klebstoffen scheiterte ein Experiment, wodurch sie eine neue Methode zur Beschichtung von Oberflächen entdeckte. Daraus entstand ein Start-up. Sie forschte und lehrte an der ETH Zürich und der ZHAW, wo sie auch Direktorin der School of Engineering und Mitglied der Hochschulleitung war. Sie war zudem Präsidentin des Institutionsrates des Eidgenössischen Instituts für Metrologie und Co-Präsidentin von Innosuisse. Seit Januar 2019 ist sie Staatssekretärin für Bildung, Forschung und Innovation. Sie lebt mit ihrem aus Japan stammenden Ehemann und zwei Kindern im Thurgau.

Dem Burgunderblut auf der Spur

Er nimmt jede zweite Woche an der tiefsten Stelle im Zürichsee Wasserproben, berichtet Jakob Pernthaler. Sein Team studiert das massenhafte Aufkommen der Cyanobakterien, auch Blutalgen genannt.

«Der Zürichsee ist deshalb so bedeutend, weil er mehr als einer Million Menschen sogenannte Ecosystem Services bietet. Was sind Ökosystemdienste? Dazu gehört gute Wasserqualität für Trink- und Brauchwasser. Und der See ist auch ein Naherholungsgebiet. 90 Prozent der Ufer sind künstlich angelegt, sogar der Wasserspiegel wird mit der Wehranlage Platzspitz mitten in Zürich reguliert. Das Wasser des Sees wird durch die Zuflüsse aus Sihlsee und Linthkanal innerhalb eines Jahres mehr oder weniger ausgetauscht.

Wir von der Limnologischen Station der Universität Zürich fahren alle zwei Wochen auf den See und entnehmen Wasserproben aus verschiedenen Tiefen - von 20 bis 120 Metern. Wir dürfen jedoch keine feste Forschungsplattform mit Messinstrumenten an der tiefsten Stelle bei 136 Metern verankern. Der rege Schiffsverkehr lässt das nicht zu. Die Zürichsee-Flotte fährt wie ein öffentlicher Bus - ausweichen müssen die anderen. Mit unserem kleinen Boot sind wir flexibel. Zudem haben wir eine Seewasserleitung, die direkt ins Labor der Station in Kilchberg führt.

Wie kleine U-Boote

Die Temperatur der obersten Wasserschicht ist seit den 1990er-Jahren fast ein halbes Grad gestiegen. Deswegen ist im Spätherbst, selten auch im Frühling, an den Ufern ein rötlicher Film auf der Wasseroberfläche zu sehen. Das sind Burgunderblutalgen, wie sie im Volksmund genannt werden. Es ist das

Massenaufkommen von bestimmten Cyanobakterien. Sie leben im Schwachlicht in 10 bis 15 Meter Wassertiefe. Und nur dort. Im Frühling und Herbst werden die roten Fäden allerdings an die Oberfläche getrieben. Aber auch mit der zunehmenden Sauberkeit und Klarheit des Wassers haben Bakterien während der letzten 20 Jahre im Zürichsee zugenommen.

Übrigens, den Namen Burgunderblutalgen erhielten sie wegen der Schlacht bei Murten: Als die Eidgenossen im Jahr 1476 die Burgunder besiegten, färbte sich das Wasser des Murtensees rot, angeblich vom Blut der Opfer.

Wir forschen auch, wie die globale Erwärmung und die damit einhergehende Veränderung der jahreszeitlichen Durchmischungsprozesse des Wassers das Wachstum der Burgunderblutalgen fördert. Mit Gasblasen in den Zellen steuern sie wie U-Boote in die optimale Wachstumstiefe. Geraten sie allerdings tiefer als 80 Meter, dann implodieren die Gasblasen durch den Wasserdruck. Nur so wird die Alge eliminiert. Aufgrund der globalen Erwärmung reichen die Durchmischungsprozesse heute aber nur noch bis in 60 Meter Tiefe. Das hat zur Folge, dass der grössere Teil der Cyanobakterien den Winter überlebt.

Zudem wehren sie sich mit starkem Gift gegen Frassfeinde. Das Gift ist auch für Menschen gefährlich und kann bei grösseren Mengen Durchfall, Erbrechen oder gar Leberschäden auslösen. Mit Ozonierung wird das Gift bei

der Trinkwasseraufbereitung zerstört. Momentan monopolisiert die Masse der Burgunderblutalgen den See. Leider wird sie weder von Kleinkrebsen noch von Jungfischen gefressen. Darum ist der Zürichsee kein Eldorado mehr für Fische.

Es wäre jedoch falsch zu sagen, dass der See zu sauber ist und etwas mehr Nährstoffe, etwa Gülle aus der Landwirtschaft, ihm guttun würde. Meine Meinung ist folgende: Die Biologie des Wassers hat sich zwar zu Ungunsten der Fische verändert; die wichtigste Aufgabe als Ökosystemdienst des Sees ist aber das Generieren von Trinkwasser, dafür ist die derzeit hohe Wasserqualität eine ideale Voraussetzung.

Ein Interesse der biologischen Grundlagenforschung ist ausserdem die Frage, wie sich Mikroorganismen vom Gift dieser Algen ernähren. In der Limnologischen Station untersuchen wir deshalb Einzeller, welche die Burgunderblutalgen fressen, ohne dass sie selbst zu Schaden kommen. Im Prinzip suche ich mit dem Forschungsteam aber nicht nach Lösungen, wie man Burgunderblutalgen aus dem See eliminiert. Das Massenaufkommen ist ein natürlicher Prozess, der von uns wissenschaftlich begleitet wird. Sobald es einen richtig kalten Winter gibt, wird ein grosser Teil der Burgunderblutalgen zerstört werden. Mit einem solchen Winter wird ihr Monopol - zumindest für das darauffolgende Jahr - vorbei sein.»

Aufgezeichnet von Franca Siegfried

Von Österreich über Deutschland an den Zürichsee

Jakob Pernthaler leitet seit 2011 die Limnologische Station der Universität Zürich in Kilchberg. Er ist Professor für aquatische Mikrobiologie in den Fachgebieten Bakterien, Limnologie, Mikrobiologie und Umweltmikrobiologie. Am Institut für Zoologie der Universität Innsbruck promovierte Pernthaler. Danach war er am Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie in Bremen, bevor er 2005 an der Universität Zürich eine Assistenzprofessur übernahm.





Burgunderblutalgen färben den Zürichsee rot (links). Was die Häufung dieses Phänomens mit der Klimaerwärmung zu tun hat, erforschen Jakob Pernthaler (Seite 32) und sein Team von der Limnologischen Station in Kilchberg (ganz oben). Im Labor untersuchen sie auch, wie die giftigen Algen, die fädenbildende Cyanobakterien sind (oben), von manchen im Wasser lebenden Einzellern als Nahrung genutzt werden.

Bilder: Limnologische Station der Universität Zürich

Alles gut, Schweinchen?

Die Emotionsforschung soll dereinst helfen, die Tierhaltung zu verbessern. Doch die junge Disziplin sucht noch neue, zuverlässige Messmethoden. *Von Simon Koehler*

Vorfreude, Lampenfieber, Enttäuschung - Gefühle bestimmen unser Leben. Und nicht nur unseres. Auch Tiere sind emotionale Lebewesen. Doch obwohl Charles Darwin dies schon vor fast 150 Jahren thematisierte, ist sich die Wissenschaft darüber erst seit wenigen Jahren einig. «Auch nach Darwin schauten Forscher Tiere noch lang als Maschinen an, erst in den 1990er-Jahren begann man, ihre Gemütsbewegungen zu studieren», sagt die Tierphysiologin Elodie Briefer von der Universität Kopenhagen, die zuvor an der ETH Zürich war.

Inzwischen ist die Zahl der Forschungsgruppen, die sich mit Tieremotionen befassen, stetig gewachsen. Nicht nur, «weil es fast nichts Interessanteres gibt, als die Gefühlswelt von Lebewesen zu erforschen», wie Hanno Würbel sagt, Professor für Tierschutz an der Universität Bern. «Positive von negativen Emotionen zu unterscheiden ist auch die Essenz des Tierschutzes.» Allerdings ist dies einfacher gesagt als getan. Zwar erkennt jeder Hundehalter, dass etwas nicht stimmt, wenn sein Tier zittert und winselt. Doch der genaue Gemütszustand eines Tieres ist für uns Menschen schwierig zu beurteilen.

Tiefer Puls: Ruhe oder Depression?

Weil wir Tiere nicht fragen können, was sie fühlen, ziehen Forschende diverse Indikatoren zu Rate. Ein Ansatz ist es, neurophysiologische Reaktionen wie Änderung der Herzfrequenz oder Hirnaktivität auf bestimmte Reize hin zu studieren. «Solche Studien haben den Vorteil, dass sie auf akkuraten Messungen basieren; allerdings sind sie oft mit Vorsicht zu interpretieren», sagt Lorenz Gyax, der früher am Zentrum für tiergerechte Haltung im thurgauischen Tänikon und heute an der Humboldt-Universität in Berlin forscht. So habe eine Doktorandin in Tänikon einst anhand

des Herzschlags untersucht, wie Ziegen reagieren, wenn sie in eine neue Gruppe kommen. «Die Herzfrequenz nahm ab, aber nicht aus Gelassenheit: Die Ziegen zogen sich in der neuen Umgebung komplett zurück und lagen nur herum; sie getrauten sich kaum, sich zu bewegen.»

Solche Verhaltensveränderungen sind denn auch eine weitere Möglichkeit, Emotionen zu messen. Elodie Briefer etwa untersucht, wie Tiere durch Lautäußerungen ihren Gemütszustand mit Artgenossen teilen. Sie hat zum Beispiel herausgefunden, dass Pferde zweistimmig wiehern. Jedes Wiehern setzt sich aus zwei voneinander unabhängigen Grundfrequenzen zusammen. «Die eine Frequenz gibt an, ob es sich um eine positive oder negative Emotion handelt, die andere, wie stark diese Emotion ist», so Briefer. Nicht nur andere Pferde könnten dadurch unterscheiden, ob es einem Tier gut oder schlecht gehe, sondern auch Menschen, die sich mit Pferden auskennen.

«Positive von negativen Emotionen zu unterscheiden ist die Essenz des Tierschutzes.»

Hanno Würbel

Alles in allem ist unser Einblick in die tierische Gefühlswelt jedoch noch beschränkt, wie ein weiteres Beispiel aus der Forschung von Lorenz Gyax zeigt. Er untersuchte Ohrbewegungen und Ohrstellungen als Mass für die Aufmerksamkeit von Schafen. «Die untersuchten Schafe richteten die Ohren nach vorn und bewegten sie heftig, wenn wir sie mit einem negativen Reiz konfrontierten», sagt Gyax. Französische Forscher hingegen hätten bei



Forschende entwickeln derzeit eine Software, die negative Laute von Schweinen erkennen soll. Es könnte das Leben der Ferkel, Säue und Eber im Stall glücklicher machen. Bild: Keystone/DPA/Z1003/Jens Büttner

anderen Schafrassen nach hinten gerichtete Ohren als Anzeichen für Stress gefunden. Als negative Reize wurden bei diesen Experimenten beispielsweise die Trennung von der Gruppe oder Hitze eingesetzt. Solche Verhaltensdaten, schliesst Gyga, seien zwar vielversprechender, aber auch ein steiniger Weg. «Je nach Emotion reagieren nicht nur Arten, sondern sogar Rassen unterschiedlich.»

Schwankende Stimmung

Zudem kann es sein, dass kurzfristige Reize nicht reichen, um bei einem Tier eine messbare Veränderung hervorzurufen. Eine Doktorandin untersuchte die unter Pferdehaltern verbreitete Meinung, man könne den emotionalen Zustand eines Pferdes an sogenannten Sorgenfalten oberhalb des Auges ablesen. «Tatsächlich», sagt Würbel, «fanden wir ein, zwei Parameter, die sich in unangenehmen Situationen veränderten.» Allerdings nicht so stark, dass man sie als verlässliche Indikatoren ansehen könne. Vielleicht bilden sich Sorgenfalten ja erst aufgrund einer langfristig negativen Stimmung.

Diese langfristige Stimmung, sagen die Forscher übereinstimmend, sei sowieso viel wichtiger für das Wohlergehen eines Tieres als kurzfristige Emotionen. Und sie

spielt mit bei einer der neuesten und vielversprechendsten Untersuchungsmethoden: der Suche nach kognitiven Indikatoren. Dafür versetzen die Forschenden die Tiere zuerst in eine positive oder negative Grundstimmung und schauen dann, wie sie auf bestimmte Reize reagieren. Diese Methode basiert auf Erkenntnissen beim Menschen: Wer deprimiert ist, reagiert auf ein Ereignis anders als jemand, der glücklich ist. Der eine sieht das Glas halb leer, der andere halb voll. Es gebe inzwischen Nachweise, dass Schafe, Schweine, Ratten, Singvögel und gar Bienen je nach Stimmung mal so, mal so reagierten, sagt Würbel. «Das gibt uns ein Guckloch ins Gefühlsleben von Tieren.» Allerdings ist diese Art von Experimenten sehr aufwendig.

«Auch nach Darwin schauten Forscher Tiere noch lang als Maschinen an.»

Elodie Briefer

Einzug in das Tierschutzgesetz haben die Erkenntnisse aus der Emotionsforschung bis jetzt noch nicht gefunden. Dafür ist das Feld zu jung und zu komplex. Es gebe aber Fortschritte, die Tierhaltern vielleicht

schon bald eine Hilfe sein könnten, sagt Elodie Briefer. Sie ist an einem europäischen Projekt beteiligt, das eine Software entwickelt, die negative Laute von Schweinen erkennen soll. Die Idee: Überschreiten diese Signale für Angst oder Schmerz einen Schwellenwert, wird der Schweinehalter alarmiert – und weiss, dass bei seinen Tieren etwas nicht in Ordnung ist.

Simon Koechlin ist Wissenschaftsjournalist und Chefredaktor der Zeitschrift Tierwelt.

Schmerzmessung bei Tierversuchen

Die bekannteste Anwendung der Tieremotionsforschung ist die sogenannte Grimassen-Skala. Sie beruht darauf, dass sich die Stärke von akuten Schmerzen anhand von validierten Kriterien relativ deutlich im Gesichtsausdruck ablesen lässt. Die Skala funktioniert gut für Mäuse, Ratten und Kaninchen, sagt Hanno Würbel, Professor für Tierschutz. Sie werde in Tierversuchslabors oft eingesetzt, zum Beispiel um Schmerztherapien korrekt einzustellen oder postoperative Schmerzen zu messen. Nicht zuletzt helfen die Skalen dabei, den Schweregrad eines Tierversuchs zu ermitteln.

Leiche im Scanner

Autopsien verbessern die Medizin, werden aber immer seltener durchgeführt. Pathologinnen und Rechtsmediziner untersuchen deshalb, ob bildgebende Massnahmen das Skalpell ersetzen können. *Von Yvonne Vahlensieck*

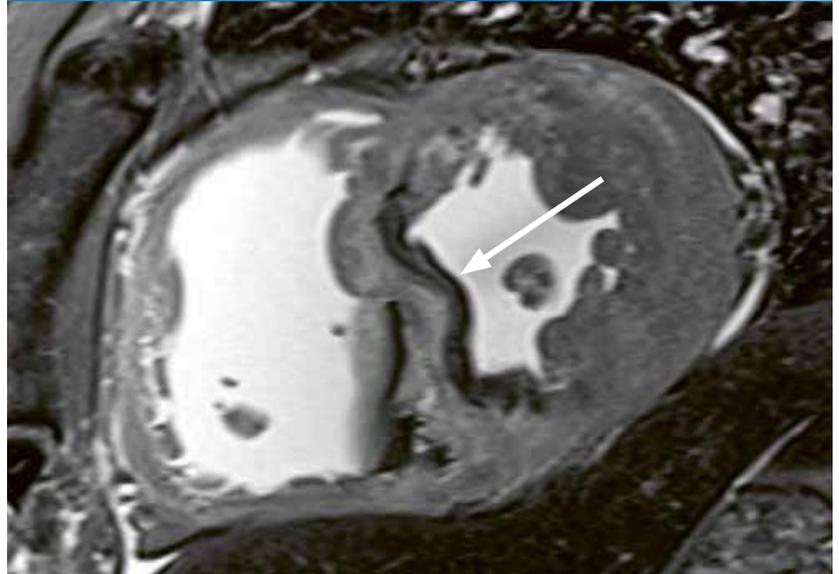
Gewissheit über die Todesursache erlangen Ärztinnen und Ärzte durch eine Autopsie. Zudem ist sie eines der besten Mittel für die Qualitätskontrolle im Spital. Sie zeigt, ob eine Diagnose richtig war, welche Wirkung und Nebenwirkungen eine Therapie hatte und ob etwas übersehen wurde. «Ein Spital, das keine Autopsien durchführt, weiss nicht, woran seine Patienten sterben», sagt Alexandar Tzankov, Leiter Histopathologie und Autopsie am Universitätsspital Basel.

Trotzdem sank die Zahl der Autopsien in der Schweiz in den letzten 20 Jahren von über 8000 auf knapp 2000 pro Jahr. Die Gründe dafür sind laut Tzankov vielschichtig: Patienten oder Angehörige müssen mit einer Autopsie einverstanden sein, was sie nicht immer sind. Zudem fällt es Ärztinnen und Ärzten oft schwer, beim Überbringen der Todesnachricht nach der Zustimmung zu fragen. Und einige meinen, durch die vielen Diagnosen an Lebenden bereits alles zu wissen.

«Ein Spital, das keine Autopsien durchführt, weiss nicht, woran seine Patienten sterben.»

Alexandar Tzankov

Deshalb sollen in Zukunft Computertomografie (CT) oder Kernspintomografie (MRI) als Alternative zur Autopsie eingesetzt werden. «Wir glauben, dass Angehörige zu einer solchen nicht-invasiven Bildgebung eher ja sagen würden als zu einer Autopsie, bei der der Leichnam aufgeschnitten wird», sagt der Rechtsmediziner Wolf-Dieter Zech vom Institut für Rechtsmedizin in Bern. Er will in den nächsten Jahren prüfen, ob die postmortale Bildgebung zuverlässige Aussagen liefert. Dafür werden die Toten vor der Autopsie einem CT- und MRI-Scan unterzogen. Anhand der Bilder erstellen Radiologen dann – ohne Kenntnis der Krankheitsgeschichte – eine Diagnose. Zech vergleicht anschliessend, ob die Ergebnisse mit der klassischen Autopsie übereinstimmen.



Zweimal Herzinfarkt: Sowohl in der klassischen Autopsie (oben) als auch im MRI (unten) erscheint der abgestorbene Teil der Scheidewand dunkel. Bild: IRM Bern

Bisherige Untersuchungen zeigten, dass sich häufige Befunde wie Herzinfarkte, Tumore und Entzündungen gut mit postmortaler Bildgebung darstellen lassen. Einen Herzinfarkt erkennen Pathologen bei einer klassischen Autopsie beispielsweise daran, dass das Gewebe des Herzmuskels eine andere Farbe und Beschaffenheit hat. Im MRI-Bild zeigt sich die Veränderung des beschädigten Herzmuskels durch andere Graustufen.

Besser als gar keine Autopsie

An das Potenzial der postmortalen Bildgebung glaubt auch die Gerichtsmedizinerin und Physikerin Eva Scheurer, Direktorin des Instituts für Rechtsmedizin der Stadt Basel: «Nach dem Tod ändert sich im Körper einiges, und das hat Auswirkungen auf die Darstellung im MRI. Deshalb muss man die Protokolle spezifisch anpassen.» So ist etwa der Kontrast im MRI stark abhängig von der Körpertemperatur, die bei einem Leichnam natürlich viel niedriger ist. Scheurer führt deshalb gerade eine Studie zur Darstellung des toten Gehirns im MRI durch.

Die digitalen Bilder haben den Vorteil, dass sie zentralisiert von speziell ausgebildeten Radiologen ausgewertet werden

können. «So könnte der Informationsverlust durch die drastisch gesunkenen Autopsiezahlen zumindest teilweise wieder ausgeglichen werden», meint Rechtsmediziner Wolf-Dieter Zech. Das sieht auch Eva Scheurer so: «Die Autopsie ist und bleibt zwar der Goldstandard, aber letztlich ist ein postmortales MRI immer noch besser als gar keine Obduktion.»

Yvonne Vahlensieck ist freie Wissenschaftsjournalistin in der Nähe von Basel.

Verbrechen virtuell aufklären

In der forensischen Medizin wird die Computertomografie seit einigen Jahren routinemässig eingesetzt. Damit können Rechtsmediziner etwa komplexe Schädelfrakturen dreidimensional darstellen, was Hinweise auf Tathergang und -waffe gibt. In der klassischen Autopsie müssen dafür Knochensplinter in Kleinarbeit gesammelt und zusammengesetzt werden. Das CT zeigt auch die genaue Lage von Fremdkörpern wie Kugeln oder Metallsplintern.

shutterstock/Pavaphon Supanantananon



Soll ich mein Revier verteidigen? Die Entscheidung ist nur selten genetisch vorbestimmt.

Sozialisierung oder Gene? Barsche eignen sich viele Verhalten an

Ahnlich wie viele Säugetiere haben manche Arten von Buntbarschen ein ausgeklügeltes Sozialverhalten entwickelt. Die Fische kümmern sich im Familienverbund um die Brut oder wehren sich gemeinsam gegen Feinde. Dass diese Verhaltensweisen kaum genetisch vorbestimmt, sondern vor allem durch die Umwelt beeinflusst sind, haben nun Biologinnen der Universität Bern herausgefunden.

Dazu haben sie über 380 Jungfische der Art *Neolamprologus pulcher* in drei verschiedenen Experimenten beobachtet. Das erste untersuchte das Konkurrenzverhalten: Die Fische mussten dabei ihren Unterschlupf gegen einen Artgenossen verteidigen. Im zweiten Experiment wurde aufgezeichnet, wie gut sich die Fische in eine Gruppe integrierten. Der dritte Versuch ermittelte, wie aktiv sie beim Angriff eines Raubfisches halfen, die Gruppe und die Brut zu schützen. Diese Beobachtungen verknüpften die Biologinnen mit dem Stammbaum der Versuchsfische, um den genetischen Einfluss zu ermitteln.

Das Ergebnis: Nur eine der Verhaltensweisen, nämlich das Helfen beim Raubfischangriff, erwies sich als teilweise erblich. Die anderen zwei - Integrationsfähigkeit und Konkurrenzverhalten - dagegen kaum. «Dass überhaupt ein Aspekt des Sozialverhaltens genetisch bedingt ist, hat uns überrascht», sagt die Erstautorin Claudia Kasper. Eine frühere Arbeit hatte gezeigt, dass auch die Kooperation bei der Brutpflege nur zu einem kleinen Teil in den Genen liegt. «Inzwischen wissen wir, dass komplexe Verhaltensweisen kaum erblich sind, sondern eine spezifische Reaktion auf die Umwelt darstellen», so Kasper. «Nur so können Lebewesen flexibel reagieren.» *Santina Russo*

C. Kasper et al.: Heritabilities, social environment effects and genetic correlations of social behaviours in a cooperatively breeding vertebrate. *Journal of Evolutionary Biology* (2019)

Eine Spirale aus Hefepilz, Immunreaktion und Neurodermitis

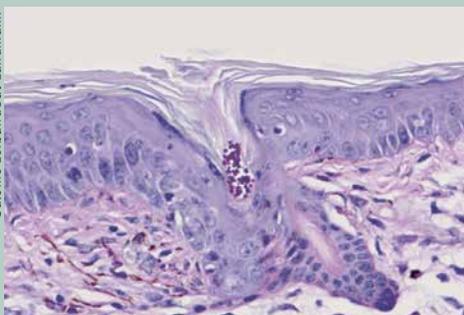
Mit blossen Auge sind sie nicht zu erkennen, und doch wachsen sie millionenfach auf der menschlichen Haut: Pilze, besonders jene der Gattung *Malassezia*. Die Immunologin Salomé LeibundGut-Landmann von der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich hat nun gezeigt, dass dieser Hefepilz eine Immunreaktion auslöst und so Neurodermitis-Symptome verschlimmern kann.

Für diesen Nachweis haben sie und ihre Kollegen ein Tiermodell entwickelt, mit dem sie erstmals das Wechselspiel zwischen Körperabwehr und Pilzen im Detail untersuchen konnten. Dafür besiedelten sie die Haut von Mäuseohren gezielt mit *Malassezia*. Sie stellten fest, dass der Pilz eine vermehrte Ausschüttung des Immunbotenstoffs Interleukin 17 (IL-17) in den Tieren auslöste. Auf der Haut von Nagern, die kein IL-17 produzieren konnten, wucherte der Pilz hingegen unkontrolliert. Dies bestätigte Vermutungen, dass IL-17 in der Maus und wohl auch im gesunden Menschen entscheidend für das Gleichgewicht zwischen Pilz und Körperabwehr ist.

Was aber, wenn die Haut geschädigt ist, wie zum Beispiel bei Patienten mit Neurodermitis? Um das herauszufinden, verletzte LeibundGut-Landmann leicht die Hautoberfläche an den Mäuseohren. Während dies alleine nur eine leichte Entzündung auslöste, verstärkte die anschließende Besiedlung mit *Malassezia* die Immunreaktion deutlich. «Dann verschlimmert jene Reaktion, die normalerweise gegen den Pilz schützt, die Krankheitssymptome», so LeibundGut-Landmann. Künftig möchte sie das Wechselspiel zwischen Pilz, Immunbotenstoff und Neurodermitis in ihrem Tiermodell weiter untersuchen. So könnten langfristig effektivere Therapien gegen die Hauterkrankung entwickelt werden. *Astrid Viciano*

F. Sparber et al.: The Skin Commensal Yeast *Malassezia* Triggers a Type 17 Response that Coordinates Anti-fungal Immunity and Exacerbates Skin Inflammation. *Cell Host & Microbe* (2019)

Fiorella Ruchti und Salomé LeibundGut-Landmann



Im Haarfollikel sitzen Pilzzellen (dunkelrot), die extra auf die Haut einer Maus gebracht wurden.



M. Zollinger et al. BMJ Open (2019)

Von wem möchten Sie behandelt werden?

Weisser Kittel gefragt

«So viel Weiss wie möglich» - so fasst Projektleiter Hugo Sax das Ergebnis seiner Studie zusammen, bei der mehr als 800 ambulante Patientinnen und Patienten des Universitätsspitals Zürich nach ihren Vorlieben zur Kleidung von Ärztinnen und Ärzten befragt wurden. Dafür bewerteten sie auf Fotos verschiedene Outfits mit einem Fragebogen.

Über ein Drittel der Befragten gab an, dass ihnen das Erscheinungsbild ihrer Ärzte wichtig sei. Deutlich am besten - mit Werten über sieben auf einer Skala von eins bis zehn - schnitten dabei Kombinationen von weissen Hosen, Kitteln und weisser Unterkleidung ab. Nach Ansicht der Patienten signalisiert dies Kompetenz, Vertrauenswürdigkeit und Fürsorge. Am wenigsten gern sehen Patienten die Ärzte in legerer Kleidung oder im Businessanzug - hier lagen die Werte nur etwa zwischen fünf und sechs.

Die meisten Patienten scheinen also auch heute noch viel Wert auf traditionelle Kleidung zu legen, obwohl sie Ärzten eigentlich mehr und mehr auf Augenhöhe begegnen wollen. «Der weisse Kittel symbolisiert hier möglicherweise die Professionalität einer Person als Arzt, die sich unterscheidet von der privaten Identität», erklärt Sabina Hunziker, Professorin für medizinische Kommunikation am Universitätsspital Basel. «Er kennzeichnet damit eine fachkundige Person, der sich Patienten als Hilfesuchende anvertrauen können.» Für Studienleiter Hugo Sax bestätigt das Ergebnis, dass ein Spital auf das Erscheinungsbild von Ärzten achten muss: «So wird schon in den ersten Sekunden eine gute Basis für das Vertrauensverhältnis zwischen Arzt und Patient gelegt, das für einen Behandlungserfolg wichtig ist.» *Yvonne Vahlensieck*

M. Zollinger et al.: Understanding patient preference for physician attire in ambulatory clinics: a cross-sectional observational study. *BMJ Open* (2019)

Der Physiker, der alles voraussagen will

Didier Sornette analysiert mit physikalischen Modellen Finanzmärkte, Epidemien und das Risiko von Industrieunfällen. Der Forscher kennt keine Berührungsängste und teilt sogar seine Fitnesstheorie.

Von Daniel Saraga

Die Wände des kleinen Büros sind mit wissenschaftlichen Postern übersät: die Sonne, die Zelle, die Schwangerschaft, eine Grafik zur Executive Strategy, ein Satellitenbild unserer Gletscher. Diese Vielfalt widerspiegelt die Neugierde von Didier Sornette: «Man kann alles verstehen! Ich strebe nach treffenden Vorhersagen. Das zieht sich wie ein roter Faden durch meine Karriere.» Heute ist Sornette Leiter des Lehrstuhls für Entrepreneurial Risks an der ETH Zürich.

Auf dem Sofa liegen ein Helm und Lederhandschuhe. «Ich habe fünf Motorräder, zwei davon echte Monster mit 200 PS», erzählt der Physiker. «Eines beschleunigt in 2,6 Sekunden von 0 auf 100 km/h. Alle sagen mir, dass das paradox ist für einen Risikospezialisten. Aber ich nehme die Gefahr ernst: Helm, Lederhandschuhe. Das ist passives Risikomanagement. Auf dem Motorrad ist auch dynamisches Management gefragt. Nicht fahren, sondern lenken: den Strassenbelag richtig einschätzen, den Wegverlauf der anderen Fahrzeuge antizipieren.» Die Erklärungen kommen Schlag auf Schlag - und bestätigen den ersten Eindruck: Sornette ist mit Leib und Seele Physiker. Auch privat regiert scharfe Logik, doch es bleibt Platz für Humor.

Planet China

Sein aktuellstes und vielleicht grösstes Projekt: ein neues Forschungsinstitut, das er an der technischen Hochschule Sustech in Shenzhen aufbaut - im Herzen des chinesischen Silicon Valley. Das Zentrum vereint alle seine Interessen: Prognosen für Finanzmärkte und Erdbeben, Risikomanagement für Atomenergie und Industrieunfälle, Blockchain-Sicherheit, Modellierung von Epidemien. Und Soziophysik, die Sornettes Ansatz am besten resümiert: Er nutzt Konzepte aus der Physik und modelliert damit gesellschaftliche Phänomene wie die Ansteckung unter Tradern oder die virale YouTube-Videos.

Weshalb China? «Das Land ist wie ein eigener Planet, der alle grossen Probleme in potenziert Form lösen muss: Demografie, Energie, Umweltverschmutzung. Auch unsere Zukunft hängt davon ab: Wenn China es nicht schafft, werden wir scheitern.» Ist es ihm unwohl, eine Regierung zu unterstützen, die ihre Bevölkerung gnadenlos überwacht und Millionen in Umerziehungslager schickt? «Was in Xinjiang geschieht, deckt sich nicht mit

meinen Werten. Doch wir müssen begreifen, was China ausmacht: die Tradition der Dynastien, deren Sozialvertrag mit der Bevölkerung die Stabilität ins Zentrum stellt. Die Regierung will Ereignisse vermeiden, die Unzufriedenheit hervorrufen, und hört deshalb auch auf die Bürgerinnen und Bürger. So erklärte sie die Bekämpfung der Luftverschmutzung zu einer Priorität.»

Didier Sornette gesteht, dass er immer Baguettes bei sich habe, weil sie praktisch zum Essen seien. Und fährt dann gleich mit einem seiner Konzepte fort, das eher orientalistisch anmutet: den Drachenkönigen. Das sind statistisch ebenso seltene wie verheerende Ereignisse, und sie werden durch einen Schneeballeffekt ausgelöst. Sie sind gemäss seinen Arbeiten manchmal vorhersehbar. «Komplexe Systeme sind meist chaotisch, weisen aber Prognosefenster auf. Diese sind jedoch schwer erkennbar, da viele der analysierten Signale nur Rauschen darstellen, das es zu ignorieren gilt. Doch in den Daten lassen sich Muster erkennen, die eine Trendwende ankündigen.»

«Wenn mir ein Thema verleidet, wende ich mich einfach einem anderen zu.»

Der Physiker hat eine Methode entwickelt, mit der sich eine Finanzblase identifizieren lässt, wenn sich ein Wert gemäss dem «log-periodic power law» verhält und einer bestimmten Kurve folgt. Damit lässt sich auch voraussagen, dass sie platzen wird. Zwischen 2009 und 2012 hat er verschlüsselte Prognosen zu Hunderten von Börsentiteln veröffentlicht. Ein in der Wissenschaft aussergewöhnlich transparenter Ansatz, der sowohl von Sornettes intellektueller Redlichkeit als auch von seinem Selbstvertrauen zeugt. Sechs Monate nach der Entschlüsselung erwiesen sich die Vorhersagen in 85 Prozent der Fälle als richtig.

Energie für mehrere Leben

Die Pensionierung empfindet der 62-Jährige als «merkwürdiges Konzept». Das passt zu seinem Portfolio. Neben der Leitung eines Teams von 21 Personen an der ETH Zürich ist er Honorarprofessor in Österreich, China und Japan, zudem berät er Banken, Versicherungen und Industrieunternehmen. Weiter hat er vier Finanz-Start-ups mitgegründet und verwendet

seine Forschungsergebnisse, um sein eigenes Geld an der Börse anzulegen. «Am Anfang war meine Motivation, dass ich alles verstehen wollte: Kenntnisse zusammentragen und Schlussfolgerungen ziehen. Dann reizte es mich immer mehr, auch konkretere Ergebnisse zu sehen. Nicht einfach nur einen weiteren Artikel zu publizieren, sondern Entscheidungsträger mit meinem rationalen Blick auf die grossen Fragen der Gesellschaft zu beraten.»

Hat ein Tag nicht zu wenig Stunden für all diese Engagements? «Ich lade meine Batterien beim Sport wieder auf. Jeden Morgen mache ich zehn Minuten Übungen auf meinem Balkon. In der Sommerhitze ebenso wie im Winter, manchmal mit den Füssen im Schnee!» Dasselbe um 18 Uhr. «Dann habe ich endlich Zeit, allein zu arbeiten, doch die Energie ist weg. Ich mache dann ein High Intensity Interval Training: Dabei strengt man sich während einiger Minuten maximal an. Das entspannt den Körper und versorgt ihn wieder mit Sauerstoff. So komme ich nochmals auf Touren und arbeite bis 20 oder 21 Uhr.» Im Winter fährt Sornette begeistert Skwal - «eine Art Halsbrecherischer Monoski» - und im Sommer Kiteboard oder Wakeboard. Jede Woche lädt er zudem Freunde und Studierende zu einem Ausflug auf dem See ein.

Obwohl er seit 13 Jahren in Zürich lehrt, spricht der Franzose kein Deutsch. «Dafür viele andere Sprachen: Mathematik und Physik, Finanz und Biologie, Geologie. Jede Disziplin hat ihre eigene Kultur. Deshalb verspüre ich keinen Drang nach Ferientouren: Verleidet mir ein Thema, wende ich mich einfach einem anderen zu.»

Daniel Saraga ist Chefredaktor von Horizonte.

Forschungsleiter mit 24 Jahren

Didier Sornette ist 62 Jahre alt, seit 2006 Titularprofessor am Lehrstuhl für Entrepreneurial Risks an der ETH Zürich und Fellow der amerikanischen AAAS. Nach einem Doktorat in Physik an der Universität Nizza und einem Postdoc am Collège de France wurde er mit 24 Jahren Forschungsleiter am französischen CNRS und 1999 Professor für Geophysik an der University of California in Los Angeles. Er hat 10 Bücher und über 700 Artikel publiziert und war Chief Risk Advisor der Bank of America. Sornette ist verheiratet und Vater von zwei Kindern.



Praktische Demonstration: Die Eulersche Scheibe beschleunigt sich beim Drehen, bis sie abrupt stillsteht. Solche Finite-Zeit-Singularitäten zeigen sich auch bei Finanzblasen – einem Studienobjekt von Physiker Didier Sornette.

Teufelskreis aus Wasserdampf

Das Treibhausgas Wasserdampf wirkt stärker auf das Klima als CO₂. Jetzt studieren Forschende seine Verteilung in den verschiedenen Luftschichten und können so die Erderwärmung genauer modellieren. *Von Hubert Filser*

Als die Atmosphärenforschenden der Universität Bern im Jahr 2018 ihre Daten auswerteten, war das Erstaunen gross. Mehr als zehn Jahre lang hatten sie über ihrer Stadt den Wasserdampf in der mittleren Atmosphäre gemessen. Im Unterschied zu den Luftschichten darunter war der Gehalt nicht angestiegen, sondern im Mittel um zwölf Prozent gesunken. «Die Ursachen dafür sind im Moment noch nicht eindeutig klar», sagt Martin Lainer, der inzwischen bei Meteoschweiz in Locarno arbeitet.

Wasserdampf macht nur maximal vier Prozent aller Luftmoleküle aus, ist aber das Gas mit dem grössten Effekt auf das Klima (siehe Kasten rechts). «Atmosphärisches Wasser ist ein entscheidender Parameter für Wetter und Klima», sagt Heini Wernli vom Institut für Atmosphäre und Klima der ETH Zürich. Es kommt in allen Luftschichten vor und trägt in den unteren entscheidend zum natürlichen Treibhauseffekt bei. Lange Zeit war die räumliche und zeitliche Verteilung des Gases nicht genau bekannt. Nun ermöglichen neue Methoden und Instrumente am Boden sowie auf Satelliten, dass der Wasserdampfgehalt besser gemessen werden kann.

Atmosphärisches Rätsel

Der über der Schweiz beobachtete Wasserrückgang in der Mesosphäre, also auf einer Höhe zwischen 60 und 75 Kilometern, ist für die Forschenden überraschend. Da mehr Methan aufgestiegen ist – hauptsächlich aus der Landwirtschaft – und dieses Gas Wasserstoffatome enthält, hätte sich mehr Dampf bilden sollen. Doch das Gegenteil ist der Fall. Das Forschungsteam vermutet, dass sich Luftströmungen in der Mesosphäre geändert haben könnten, die vertikalen wie die horizontalen. Die genauen dynamischen und chemischen Prozesse

geben allerdings Rätsel auf. Umso wichtiger sind die Messungen in dieser Atmosphärenregion.

Die Berner Forschungsstation gehört weltweit zu den wenigen, die grundlegende Informationen über den Dampf in der Mesosphäre analysieren. Die Instrumente geben die Daten an das weltweite Bodenstationsnetzwerk NDACC weiter, das in den 1990er-Jahren wegen des Ozonlochs aufgebaut wurde und langjährige Trends oder zyklische Schwankungen erkennen kann. «Unsere Höhenprofile werden zwar nur regional gemessen, sind aber repräsentativ für Mitteleuropa», sagt Klemens Hocke von der Universität Bern.

«Die wärmere Atmosphäre wird immer mehr Wasserdampf aufnehmen können.»

Harald Kunstmann

In jeder Höhenschicht scheint es dabei unterschiedliche Entwicklungen zu geben. Während der Gehalt in der Mesosphäre sinkt, nimmt er in den beiden untersten Luftschichten zu: der unteren Stratosphäre und der Troposphäre. Diesen Trend bestätigen sowohl die Daten der Berner Station als auch die Messungen, die die Doktorandin Leonie Bernet mobil in der ganzen Schweiz vorgenommen hat.

Vor allem das Wasser in der Troposphäre bestimmt das Klima und das Wetter. Noch wissen die Forschenden nicht genau, wie sich mehr Dampf auf das Tempo der Veränderungen auswirkt. Klar ist: Die von den Menschen verursachten steigenden Emissionen des künstlichen Treibhausgases Kohlendioxid bewirken zunächst eine Erwärmung des Planeten.

Dieser Treibhauseffekt wird durch eine Rückkopplung mit Wasserdampf in den unteren Atmosphärenschichten verstärkt. Er wirkt wie ein Mantel, weil er die langwellige Infrarot-Wärmestrahlung der Erde absorbiert und so die Luft aufwärmt. Die aufgewärmte Luft wiederum kann physikalisch mehr Feuchtigkeit aufnehmen. Deswegen nimmt die Wasserdampfkonzentration in der Schweiz laut Hocke in der unteren Atmosphäre um einige Prozent pro Dekade zu.

Gigantischer Energieverteiler

Die Forschenden wollen nun nicht mehr nur vereinzelte Phänomene in bestimmten Schichten untersuchen, sondern ein globales Bild der atmosphärischen Kreisläufe bekommen. Der Wasserdampfgehalt spielt eine zentrale Rolle für den Strahlungshaushalt der Erde, für Prozesse der Wolkenbildung und damit schliesslich für den Niederschlag. Gleichzeitig ist er für den Transport von Wärme über grosse Distanzen entscheidend. Das natürliche Treibhausgas ist ein gigantischer Energieverteiler und massgebend für die atmosphärische Zirkulation.

In einem gemeinsamen Projekt der ETH Zürich und des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) versuchen Klimaforschende nun, Messdaten unterschiedlicher Verfahren und Auflösung und aus verschiedenen Höhenbereichen zu kombinieren und daraus ein dreidimensionales, zeitlich aufgelöstes Modell atmosphärischer Prozesse zu bilden. Bodenstationen erfassen Daten nur über dem jeweiligen Standort. Flugzeuge und Sonden sind in der Lage, die räumliche Verteilung des Wasserdampfs sehr hoch aufgelöst aufzuspüren. Satelliten messen rund um den Planeten die kumulierte Konzentration in vertikaler Richtung.



Feuchte Luft über der Insel La Réunion: Das Mikrowellen-Radiometer des Instituts für Angewandte Physik der Universität Bern misst den Wasserdampfgehalt der Atmosphäre über dem Indischen Ozean. Die gleiche Technik kommt in der Schweiz zum Einsatz. Bild: Niklaus Kämpfer

Es ist eine Herausforderung, diese Daten zu kombinieren. Dabei kommen zwei neue Techniken zum Einsatz: Bei der GNSS-Vermessung schätzen Antennen auf dem Boden mithilfe der Zeitverzögerung der Mikrowellensignale von Navigationssatelliten die gesamten dazwischenliegenden Wasserdampffelder ab. Beim SAR-Signal dagegen stört das Wasser die Qualität der Radarbilder, woraus sich dessen räumliche Verteilung in der Troposphäre ermitteln lässt. «Die Kombination all dieser Daten ist methodisches Neuland», sagt Harald Kunstmann vom KIT. «Das gelingt nur mit der interdisziplinären Zusammenarbeit von Physikern, Geodäten und Klimaforschenden. Wir betreiben hier grundsätzliche Methodenentwicklung.»

Können die verschiedenen Daten miteinander verknüpft werden, wird dies auch die Klima- und Wettermodellierung voranbringen. In den vergangenen Jahren wurden die Modelle bereits in die Höhe erweitert. Früher gingen sie nämlich nur bis in eine Höhe von 30 Kilometern, mittlerweile liegt die Grenze bei etwa 70 Kilometern.

Es bleibt anspruchsvoll, den atmosphärischen Wasserkreislauf insgesamt zu modellieren, weiss auch ETH-Forscher Heini Wernli. Gemeinsam mit Matthias Schneider in Karlsruhe verfolgt er einen neuen Ansatz: den atmosphärischen Kreislauf mit unterschiedlich schweren Wassermolekülen (Isotopologen) zu untersuchen. Gemäss theoretischen Studien kann ihre Verteilung wichtige Informationen liefern.

Die Ergebnisse dieser Forschungsprojekte ergeben neue Möglichkeiten, die globale Zirkulation des wichtigen Treibhausgases und seine Rolle im Wettergeschehen und beim Klima noch besser zu verstehen. «Im Zuge des Klimawandels wird die wärmere Atmosphäre immer mehr Wasserdampf aufnehmen können, der gesamte Wasserkreislauf ändert sich dadurch», sagt Kunstmann. «Zur besseren Vorhersage brauchen wir künftig mehr Wasserdampfdaten und erweiterte Modelle.»

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

Die wichtigsten Treibhausgase

- **Wasserdampf** hat den grössten Anteil am Treibhauseffekt: etwa 60 Prozent. Er ist aber nicht der Auslöser der aktuellen Erderwärmung. Höhere CO₂-Konzentrationen und damit steigende Temperaturen lassen vor allem in der Troposphäre den Wassergehalt steigen. Die Folge: eine verstärkte Erwärmung.
- **Kohlendioxid** ist der entscheidende Treiber der aktuellen Klimaerwärmung. Seit Beginn der industriellen Revolution ist sein Anteil in der Atmosphäre aufgrund der Verbrennung

fossiler Treibstoffe, durch die Herstellung von Zement und wegen der Abholzung grosser Waldflächen gestiegen.

- **Methan** hat ein hohes Treibhauspotenzial pro Molekül, ist aber weitaus seltener als CO₂. Sein Anteil in der Atmosphäre ist heute zweieinhalb Mal höher als in der vorindustriellen Zeit. Es kommt vorwiegend aus der Landwirtschaft – und entweicht aktuell aufgrund der Klimaerwärmung auch aus aufgetauten Permafrostböden.

- **Ozon** spielt in der Troposphäre eine wichtige Rolle in der Strahlungsbilanz der Erde. Es entsteht dort aus Kohlenmonoxid und Methan. Der Ozongehalt ist seit der vorindustriellen Zeit um fast 40 Prozent gestiegen.
- **Industrielle Gase** wie Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) befinden sich zwar nur in geringen Anteilen in der Atmosphäre, sind jedoch sehr langlebig und haben einen starken Treibhauseffekt.

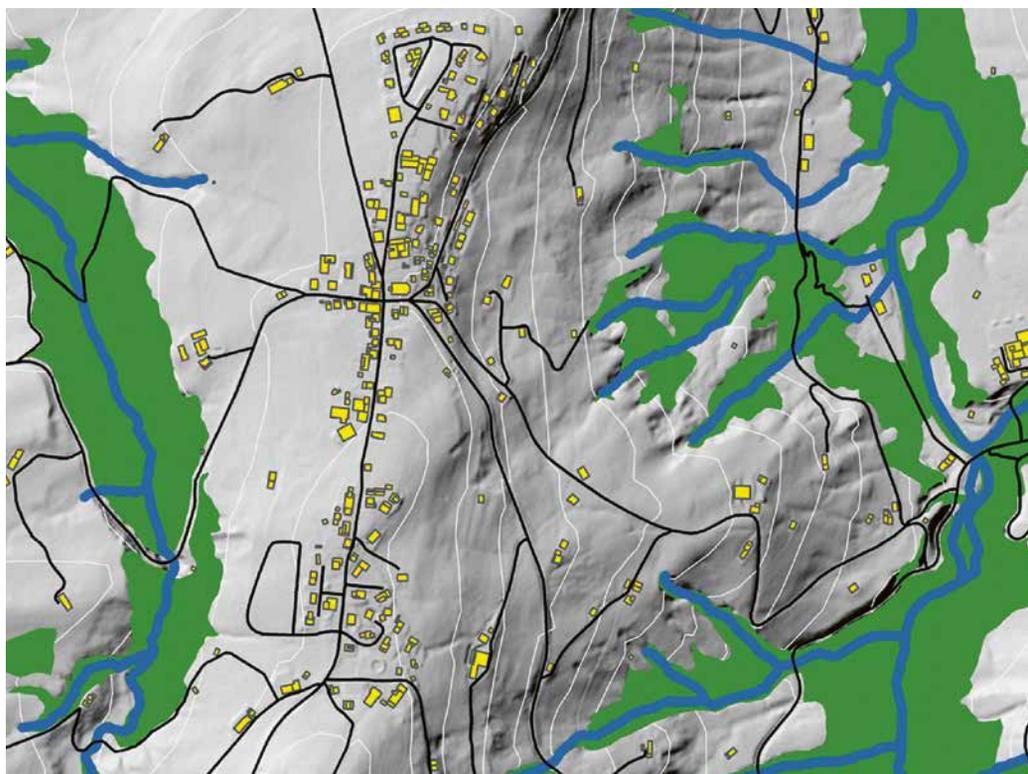
Das Hemberg-Experiment

Die Energiewende steht und fällt mit den Städten. Ein Forschungsteam wollte in Erfahrung bringen, wie das Wachstum das Energiesystem beeinflusst. Dazu wurde erst einmal die Zukunft des kleinen Dorfes Hemberg (SG) simuliert.
Von Geneviève Ruiz

Die Städte werden in den nächsten Jahren enorm wachsen und sollten die Umstellung auf grüne Energie vorantreiben. Wie sie sich planerisch entwickeln, hat auch einen wesentlichen Einfluss auf ihr Energiesystem: die Integration erneuerbarer Energien, die Wärmeeffizienz von Gebäuden und den Energieverbrauch. Dies zeigt eine Studie von Nahid Mohajeri am Labor für Solarenergie und Gebäudephysik der EPFL. Sie hat zunächst einmal am Beispiel eines Dorfes die Auswirkungen von zwei Wachstumsszenarien auf das Energiesystem verglichen: das Szenario Verdichtung, insbesondere mit höheren Gebäuden, und das Szenario Ausdehnung - in die Umgebung.

Das Besondere am Vorgehen: Die Forschenden führten 2017 und 2018 eine umfassende Datensammlung einer ganzen Gemeinde durch. Im sankt-gallischen Hemberg wurde jedes der 150 Gebäude, in denen insgesamt 920 Personen wohnen, einzeln untersucht. «Mit Softwaretools wie QGIS oder CitySim haben wir dann verschiedene Entwicklungsszenarien in den nächsten 30 Jahren erstellt», erklärt die ehemalige EPFL-Postdoc, die heute an der Oxford University tätig ist. «Wir analysierten zuerst die Entwicklung der Bevölkerung und der Gebäude, dann die Entwicklung der Energieeffizienz der Gebäude und schliesslich die Produktion erneuerbarer Energien in Verbindung mit den Kosten der Technologien. Dann kombinierten wir diese Ergebnisse, um die Auswirkungen der jeweiligen Siedlungsform auf das gesamte Energiesystem zu berechnen. Das ist eine Premiere, da bisherige Arbeiten die Siedlungsformen in Verbindung mit nur einem einzigen Aspekt des Energiesystems analysierten.»

Die Simulationen zeigen beispielsweise, dass 2050 in Hemberg voraussichtlich 1300



Mit 150 Gebäuden und 920 Einwohnern diente das toggenburgische Hemberg Forschenden als Testfall für eine Simulation des Energieverbrauchs im Jahr 2050. Bild: N. Mohajeri et al. (2019)

Personen leben und diese den Strom und die Heizenergie zu über 75 Prozent aus einem Mix aus lokaler Wind- und Solarenergie beziehen werden. Durch die Klimaerwärmung wird demnach die Nachfrage nach Gebäudekühlung um 115 Prozent zunehmen, gleichzeitig sinken die Kosten für die Energietechnologien um 50 Prozent.

Die Verdichtung zeigt sich dabei - kaum überraschend - als beste Lösung. «Der grosse Unterschied besteht im wesentlich geringeren Energiekonsum als beim Szenario Ausdehnung», präzisiert Nahid Mohajeri. «Mit einer verdichteten Bauweise lässt sich insbesondere die Wärme besser in den Gebäuden halten. Der Schwachpunkt hingegen besteht darin, dass auf den Dächern weniger Platz für Solarpanels zur Verfügung steht. Jede Siedlungsform hat ihre Vor- und Nachteile, die es gegeneinander abzuwägen gilt. In gewissen Städten mit sehr hohen Gebäuden ist aufgrund des Schattens oder des knappen Raums für Solarpanels eher eine Ausweitung zu empfehlen.»

Energiefrage vor Design

Dem stimmt auch Christian Schaffner zu, Leiter des Energy Science Center der ETH Zürich. Die übrigen Vorteile der Verdichtung dürfe man aber nicht ausser Acht lassen, insbesondere mit Blick auf die Mobilität oder den geringeren Bodenverbrauch.

Ausserdem könne man Solarpanels auch ausserhalb der Stadt platzieren - sogar in den Alpen.

Viel Potenzial liege in der gleichzeitigen Berücksichtigung der Stadtausdehnung und der Änderungen am Energiesystem. «Dies kann den lokalen Verantwortlichen bei Entscheidungen helfen. Derzeit wird die Frage nach der Energieversorgung häufig zu spät gestellt: Die Planung fängt zuerst mit den Gebäuden und den Strassen an. Das müsste aber genau umgekehrt sein.» Lösungen für die Energiewende müssen multidisziplinär erarbeitet werden, wie in der Studie Hemberg: «Es braucht Fachpersonen aus den Disziplinen Psychologie, Soziologie, Wirtschaft, Stadtplanung und Architektur, die mit Ingenieuren zusammenarbeiten. Technische Lösungen existieren, aber die Umsetzung bleibt komplex.»

Inzwischen entwickelt Nahid Mohajeri ihr Simulationsmodell weiter. «Wir wollten anhand eines Dorfes zeigen, dass es robust ist. Nun werden wir es an grösseren Städten testen.» Eine wesentlich aufwendigere Arbeit mit immensen Datenmengen. Die Forscherin ist zuversichtlich: «Ich bin überzeugt, dass dies den Städten helfen wird, grüner zu werden.»

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



Wenn Hummeln durch den Korridor fliegen, studieren Forschende ihren Orientierungssinn.

Hummeln inspirieren Drohnen

Eine schweizerisch-schwedische Studie hat die Mechanismen entschlüsselt, mit denen sich Hummeln im Flug orientieren. Die Forschenden zeigen, dass die aus Tausenden Facetten zusammengesetzten Augen visuelle Informationen erstaunlich effizient verarbeiten. Wenn sich ein Tier fortbewegt, wandern Objekte in der Umgebung umso schneller über das Gesichtsfeld, je näher sie sich befinden. So erkennt es die Distanz von Hindernissen und passt die Flugbahn an.

«Wir dachten bisher, dass die Hummel den Durchschnitt der von den Augen übermittelten Informationen berechnet», erklärt Emily Baird, Biologin an der Universität Lund. «Wahrscheinlich berücksichtigt sie aber nur das Objekt, das sich am schnellsten bewegt.» Da die Reize jeder Facette von einer eigenen Neuronengruppe verarbeitet werden, kann sich das Nervensystem auf einen winzigen Teil des Gesichtsfeldes konzentrieren und aufwendige Berechnungen vermeiden.

Die Forschenden haben mithilfe dieser Erkenntnisse Computermodelle zum Insektenflug entwickelt und die neuen Berechnungen mit Beobachtungen von Hummeln in einem künstlichen Parcours verglichen. «Diese Arbeiten eröffnen interessante Perspektiven für Drohnen», erklärt Dario Floreano, Robotiker an der EPFL und Co-Autor der Studie. «Prototypen mit künstlicher Intelligenz müssen bisher ziemlich gross sein, um die erforderlichen Rechensysteme zu tragen. Durch die Imitation der Art, wie die Hummel visuelle Informationen verarbeitet, können kleine und agile autonome Drohnen entwickelt werden.» Das Team testet bereits einen Prototypen. *Lionel Pousaz*

J. LecoEUR et al.: The role of optic flow pooling in insect flight control in cluttered environments. *Scientific Reports* (2019)

Wie die Schneedecke die Schmelze der Polkappen beeinflusst

Die Klimaerwärmung lässt das Eis an den Polkappen schmelzen. Computermodelle rechnen hoch, wie viel Polareis noch da ist, und prognostizieren, wie schnell es verschwindet. Doch die verwendeten Modelle sollten genauer werden, vor allem beim Schnee: Dieser liegt über dem Polareis wie eine Isolierdecke und beeinflusst stark, wie schnell das Eis schmilzt. Darum haben Forschende des Instituts für Schnee und Lawinenforschung (SLF) in Davos und der EPFL zusammen mit Kollegen aus Deutschland ein Modell entwickelt, das den Einfluss des Schnees detailliert miteinbezieht.

«Schnee ist viel komplexer als Eis», erklärt Michael Lehning, Gruppenleiter am SLF. Einerseits verlangsamt der Schnee die Eisschmelze, weil er das Sonnenlicht stärker reflektiert als Eis. Andererseits wirkt die Decke aber isolierend: Sie hält Wärme im Eis zurück und verhindert, dass mehr Meerwasser zu Eis gefriert. Zudem bildet Schnee Schichten mit unterschiedlichen Mikrostrukturen, die Wärme verschieden stark leiten - und das Eis unterschiedlich beeinflussen. Schliesslich kann Schnee die Eisbildung auch fördern: Einfach wegen seines Gewichts, das die schwimmenden Eisplatten tiefer ins Meer drückt, sodass mehr Wasser gefriert.

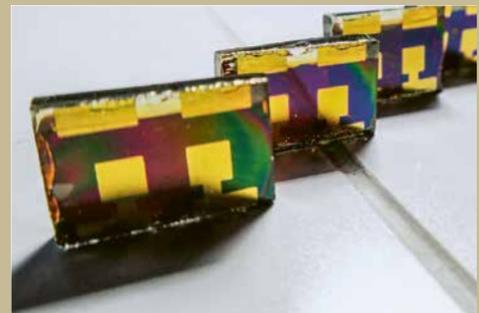
Um diese Komplexität abzubilden, wählten die Forschenden ein umgekehrtes Vorgehen als bisher üblich: Anstatt den Schnee in ein bestehendes Eismodell einzubauen, erweiterten sie ihr Modell für Schnee namens Snowpack um ein Modul für Meereis. Dazu haben sie unter anderem Messdaten von Wetterbojen im antarktischen Weddell-See verwendet.

«Das neue Modell gibt nun den Einfluss des Schnees auf das Polareis genauer wieder», sagt Lehning. Zurzeit ist sein Team daran, Snowpack in ein globales Wettermodell einzubauen. «Damit lässt sich dann zum Beispiel eine Simulation der gesamten Antarktis erstellen.» *Santina Russo*

N. Wever et al.: Version 1 of a sea ice module for the physics based, detailed, multi-layer SNOWPACK model. *Geoscientific Model Development* (2019)



Wetterbojen im antarktischen Weddell-See lieferten die Daten für ein neues Klimamodell.



Hoffnungsträger der Energiewende: Noch sind Perowskit-Solarzellen Labor-Prototypen.

Neues Material schützt Solarzellen aus Perowskit gegen Feuchte

Sie versprechen einen hohen Wirkungsgrad bei gleichzeitig niedrigen Herstellungskosten: Perowskit-Solarzellen. Sie haben aber einen Nachteil: Unter realen Bedingungen büssen sie schnell an Effizienz ein, unter anderem durch Luftfeuchtigkeit. Nun ist es Forschenden der EPFL gelungen, die Stabilität der Zellen deutlich zu verbessern. Sie kombinierten das Perowskit-Material, das Sonnenlicht effizient absorbiert und in Strom umwandelt, mit einer neuartigen behandelten Schicht desselben Minerals.

In dieser Schicht liegen zwischen hauchdünnen Lagen von Kristallen, sogenannten 2D-Perowskiten, eigens entwickelte, positiv geladene Moleküle. Da diese wasserabweisend sind, wird verhindert, dass Feuchtigkeit zum lichtabsorbierenden Material vordringt und dieses schädigt. Nach 1000 Stunden Betrieb bei simuliertem Sonnenlicht und in feuchter Luft büsste die Zelle nur 10 Prozent ihrer anfänglichen Effizienz ein. «Bei reinen 3D-Perowskiten betragen die Verluste im gleichen Zeitraum rund 60 Prozent», erklärt Yuhang Liu, Erstautor der publizierten Studie.

Zu Beginn wandelt die Zelle 22 Prozent der eintreffenden Solarenergie in Strom um und gehört damit zu den effizientesten Zweischicht-Perowskiten weltweit. «Dies ist allerdings ein Laborwert. Und er kommt noch nicht an denjenigen von Siliziumzellen heran. Aber im Vergleich zu anderen neuartigen Technologien, etwa Farbstoffzellen, ist die Effizienz deutlich höher», so Liu.

Den hohen Wirkungsgrad führen die Forschenden ebenfalls auf die wasserabweisende Eigenschaft des neuartigen Perowskit-Materials zurück. Sie begünstigt die Extraktion von positiven Ladungen vom lichtabsorbierenden Perowskit in diejenige Schicht, welche die positiven Ladungen bewegt und ebenfalls wasserabweisend ist. *Irene Bättig*

Y. Liu et al.: Ultrahydrophobic 3D/2D fluoroarene bilayer-based water-resistant perovskite solar cells with efficiencies exceeding 22%. *Science Advances* (2019)

Bitte hier klicken!

Befragungen werden zunehmend online statt per Telefon durchgeführt. Funktioniert das wirklich?

Text: Benjamin Keller

Infografik: CANA atelier graphique



Erstmals vor eidgenössischen Wahlen werden die politischen Präferenzen der Schweizer Bevölkerung mit Online-Befragungen erhoben - und nicht mehr per Telefon.

Befragungen über das Internet haben einen grossen Vorteil: Sie sind deutlich günstiger. Fragebögen, die auf Internetportalen von Medien aufgeschaltet und von den Surfern selbst ausgefüllt werden, vereinfachen das Sammeln von Daten. So gehen innerhalb weniger Tage Tausende von Antworten ein.

Doch vielleicht hat der Telefonhörer noch nicht definitiv ausgedient. Urs Bieri, Co-Leiter des Instituts GfS Bern, ist der Ansicht, dass Telefoninterviews «zu Unrecht als veraltet gelten», da «praktisch die gesamte Bevölkerung» auf diesem Weg erreichbar sei. Seit der Verwendung von Mobiltelefonnummern sei zudem die Abdeckung besser geworden.

Bieri ist erstaunt, dass in der Schweiz im Gegensatz zu anderen Ländern über dieses Thema debattiert wird. Er betont, dass Telefonbefragungen insbesondere in Deutschland nach wie vor die Norm sind und auch die Meinungsforschungsinstitute in den USA nach einem vorübergehenden Hype um Online-Befragungen wieder zum Telefon greifen. Anders als bei den Wahlprognosen verwendet sein Institut bei Abstimmungen über Initiativen und Referenden eine Mischung aus beidem.

SO FUNKTIONIERT EINE ONLINE-BEFragung



Ein Medienunternehmen gibt bei einem Meinungsforschungsinstitut vor den eidgenössischen Wahlen eine Umfrage in Auftrag. Dieses veröffentlicht einen Fragebogen auf den Websites des Mediums. Das ist die einzige **Datenquelle** der Umfrage.

Manche Forschende prüfen andere potenzielle **Quellen**, insbesondere die sozialen Medien. Pablo Barberà, Politologe von der London School of Economics, hat gezeigt, dass man die ideologische Positionierung der User

von Twitter bestimmen kann, indem man analysiert, welchen Konten sie folgen. Doch für eine Wahlprognose muss man auch wissen, ob sie diese tatsächlich wählen. Dafür braucht es eine Befragung.

Die Umfragekönige

Leewas

Die von den Politologen Lucas Leemann und Fabio Wasserfallen in Zürich gegründete Leewas führt seit 2014 im Auftrag der Tamedia-Gruppe Online-Befragungen für die eidgenössischen Abstimmungen und künftig auch für die Wahlen durch. Diese Infografik basiert auf ihrer Methodologie.

Sotomo

Die 2007 in Zürich vom Geografen Michael Hermann gegründete Sotomo kümmert sich anlässlich der eidgenössischen Wahlen 2019 erstmals um die Wahlbarometer der SRG, mit Online-Befragungen. Zuvor wurden die Erhebungen von GfS Bern per Telefon durchgeführt.

GfS Bern

Die 1959 gegründete Gesellschaft für Sozialforschung führt die Befragungen vor Volksabstimmungen für die SRG durch, sowohl per Telefon als auch online. Am Tag der eidgenössischen Wahlen erstellt sie auf Basis der Ergebnisse von 300–400 Gemeinden (etwa jede sechste Schweizer Gemeinde) auch Hochrechnungen.



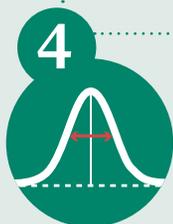
2 Beat Amstutz liest die Zeitung auf dem Handy, sieht die Befragung und entschliesst sich teilzunehmen. Er macht Angaben zu seiner Person (Geschlecht, Alter usw.) und sagt, für welche **Partei** er stimmen würde – wenn die Wahlen an diesem Tag wären. Eine Datenbank sammelt diese Informationen.

Parteien wie die SVP sind eine Knacknuss für Befragungsinstitute. 2011 hatten sie die Sitzverluste im Nationalrat nicht kommen sehen, vor den Zürcher Wahlen vom März 2019 prognostizierte Sotomo einen Wählerverlust von 1,8 Prozentpunkten, der Rückgang betrug dann aber 5,6 Punkte. Urs Bieri von GfS Bern vermutet: Manche SVP-Wähler seien nicht sehr politisiert, sondern wählen eher aus Protest. Sie entscheiden sich kurzfristig, an die Urne zu gehen. Lucas Leemann von Leewas schliesst eine Überraschung bei den Wahlen vom Oktober nicht aus.



3 14 000 Antworten wurden innerhalb von zwei Tagen gesammelt. Die Befragung ist beendet, und die **Datenanalyse** beginnt. Eine Hochrechnung auf Basis dieser Stichprobe soll nun die Absichten aller Wählenden bestimmen.

Zuerst werden die **Daten** bereinigt und nur die zuverlässigsten behalten. Rund 15 Prozent werden ausgeschieden, zum Beispiel wegen Unvollständigkeit oder mangelnder Qualität. Die Politologen wenden dann die sogenannte Methode der Multilevel Regression with Post-stratification an. Sie ordnen die Wahlabsichten der Befragten nach demografischen Parametern (Alter, Ausbildung usw.) und generieren Modellantworten für bestimmte Typen. Zum Beispiel: junge Frauen, die in einer städtischen Gemeinde des Kantons Zürich leben. Schliesslich werden die Absichten dieser Typen gewichtet. Die Gewichtung basiert auf dem Anteil der jeweiligen Typen an der tatsächlichen Wahlbevölkerung gemäss offiziellen Statistiken.



4 Nach diesen Hochrechnungen stellen die Politologen die Ergebnisse in einem Bericht zusammen, der an die Medien verschickt wird – mit Angabe der **Fehlermarge** von 1,5 Prozent.

Eine **Fehlermarge** von 1,5 Prozent bedeutet, dass das tatsächliche Ergebnis einer Partei um plus oder minus 1,5 Prozentpunkte vom Ergebnis der Befragung abweichen kann. Präziser ausgedrückt, liegen die tatsächlichen Ergebnisse nur in 95 Prozent der Fälle innerhalb der Fehlermargen. Sie sind zudem abhängig von der Zahl der befragten Personen, aber auch von ihrer Verteilung: Wenn zum Beispiel nur Männer mit Hochschulabschluss teilnehmen, ist sie sehr hoch.



5 Die Journalistin Anna Müller bereitet einen Artikel über die Befragung vor. Sie ruft die Autoren an, weil sie Fragen zur Verlässlichkeit der Umfrage hat: **Stellt die Tatsache, dass nur Personen teilgenommen haben, die Medien online lesen, nicht eine Verzerrung dar?**

Dass vor allem Leute an der Umfrage teilnehmen, die am aktuellen Geschehen interessiert sind, sieht Lucas Leeman von Leewas eher als Vorteil denn als **Verzerrung**. «Diese gehen auch am häufigsten wählen. Es handelt sich also um eine Art Selbstselektion, die uns hilft. Schlecht wäre hingegen, wenn die Leute, die am häufigsten abstimmen, nie an Umfragen teilnehmen. Das ist aber sehr unwahrscheinlich.» Aus diesem Grund hält er es auch nicht für notwendig, die Teilnahmequote zu schätzen.

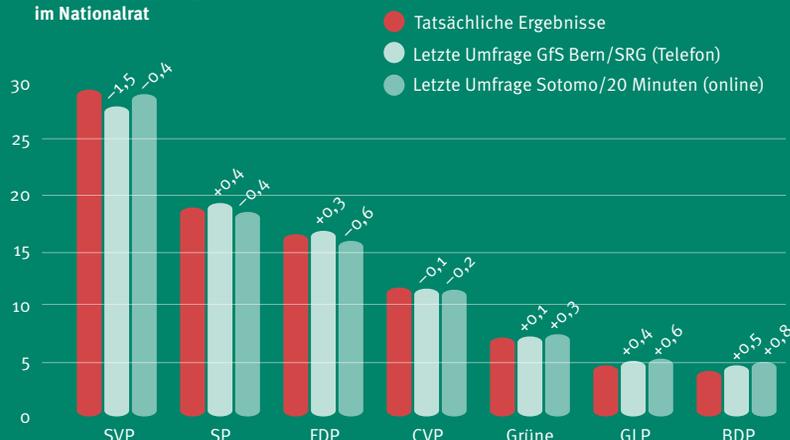


6 Die Medien publizieren die Umfrageergebnisse, zusammen mit Reaktionen der Parteien und mit politischen Analysen. Beat Amstutz sieht, dass die Partei, die er wählen will, gemäss den Prognosen 1,5 Prozentpunkte verlieren wird. Dies hat keinen **Einfluss** auf seine Wahlabsicht.

Es wurde mit vielen Studien untersucht, ob Umfrageergebnisse die Wahlen **beeinflussen**. Alle kommen zum Schluss, dass diese Effekte vernachlässigbar sind. Im schlimmsten Fall heben sie sich gegenseitig auf: Manche Personen werden in die eine und andere in die andere Richtung beeinflusst. Sowohl Urs Bieri von GfS Bern als auch Luca Leemann von Leewas können die Schlussfolgerungen dieser Forschungsarbeiten bestätigen.

Genauigkeit der Wahlprognosen bei den eidgenössischen Wahlen 2015

Wählerstärke in Prozent im Nationalrat



Quellen: BFS, GfS Bern, 20 Minuten

Das Dilemma der Biopics

In Filmbiografien werden komplexe Figuren häufig zu Helden stilisiert. Eine Filmwissenschaftlerin analysiert das Genre anlässlich des baldigen Erscheinens von «Bruno Manser – Die Stimme des Regenwaldes». Von Judith Hochstrasser

Grosser, weisser Mann. Hinter ihm eine Reihe asiatischer Männer, Frauen und Kinder. Alle nackt bis auf Lendenschurze. Die Szene stammt aus dem Trailer zu «Bruno Manser – Die Stimme des Regenwaldes», einem Film von Regisseur Niklaus Hilber, der diesen Herbst in die Kinos kommt. Die Szene zeigt eine Strassenblockade und ist Teil der Geschichte des seit 2000 verschollenen Basler Aktivisten, der auf der südostasiatischen Insel Borneo zusammen mit dem vor Ort lebenden Volk der Penan gegen die Abholzung des Regenwaldes gekämpft hat.

Der Berner Ethnologe Adrian Linder, der lang auf Borneo gelebt hat, hat die Filmcrew einige Zeit als sogenannter Location Scout und später informell die Drehbuchentwicklung begleitet. Er kritisiert gewisse Schlüsselszenen. Von der Blockade weiss er: «Die Filmcrew hat sie mithilfe von Fotos der echten Blockade nachgebaut. Darauf sehen die Menschen aber nicht viel anders aus als anderswo bei Demonstrationen: Gewöhnliche Leute in Kleidern. Nur wenige Männer haben sich als Krieger verkleidet.»

Diese Alltäglichkeit sei vom Filmteam ausgeblendet worden. «Man hat die Leute alle in Lendenschurze gesteckt und den Schauspieler Sven Schelker vorangestellt. Der Schweizer, der das naive Urvolk anführt. Das ist eine extreme Verfälschung. Auch davon, was Bruno Manser wichtig war.» Der Aktivist habe sich von solchen Situationen ferngehalten. Weil es sonst geheissen hätte, die Leute seien von ihm aufgehetzt worden.

Idealisierung statt Mosaik

Linder stört sich an diesen Abweichungen, weil der Film als authentisch beworben wird. So schreiben etwa die Produktions- und die Vertriebsfirma von einer «wahren Geschichte». Die Produzenten wollten zu der Diskrepanz und dem wissenschaftlichen Hintergrund nicht Stellung nehmen.

Laut Filmwissenschaftlerin Margrit Tröhler von der Universität Zürich ist diese Spannung aber typisch bei Biopics. Diese wollen zwar glaubwürdig sein, aber auch Spektakel bieten. So werde oft idealisiert. Sie verweist etwa auf «Schindlers Liste» von 1993. Das Werk von Steven Spielberg erzählt die Geschichte des Industriellen Oskar Schindler, der während der Nazizeit über 1100 jüdische Menschen vor der Deportation bewahrte. «Es gab damals eine grosse Kontroverse: Der Film konstruierte einen deutschen Helden und relativiere den Holocaust. Es geht um ethische Fragen: Wo sind die Grenzen, wenn man nahe

bei den historischen Tatsachen bleiben und packend erzählen möchte?»

Weil Biopics meistens runde Geschichten präsentieren, gingen die Ambivalenzen der Figuren verloren, sagt Tröhler. Eine Ausnahme sei etwa «I'm not there», die Filmbiografie über Bob Dylan von Regisseur Todd Haynes aus dem Jahr 2007, in der fünf Schauspieler und eine Schauspielerin den Musiker mimen. «Man wollte eine Lebenshaltung und Stimmungen einfangen, nicht Echtheit.» Ein ganzes Leben zu erzählen, gelinge fast nur als Mosaik.

«In den Drehbuchversionen, die ich zu lesen bekam, sprachen alle bösen Menschen Englisch.»

Adrian Linder

Es erstaunt Tröhler auch nicht, dass Linder während der Drehbuchentwicklung des Bruno-Manser-Films kolonialistische Stereotype wie «der westliche Held und der edle Wilde» beobachtet hat. Das sei ein Klassiker, wenn Indigene und Weisse filmisch aufeinandertreffen, Biografie oder

nicht. Selbst dem Blockbuster «Dances with Wolves» von 1990, von und mit Kevin Costner, der die einseitigen Indianerfilme wiedergutmachen wollte, sei nicht viel mehr gelungen. Darin werde die weisse Hauptfigur John Dunbar zum besseren Indianer als die Indigenen selbst. Und das Gut-böse-Schema werde einfach umgedreht, indem ausser Dunbar alle Weissen böse seien. Auch hier scheint das Manser-Biopic in die Fussstapfen seiner Geschwister aus Hollywood zu treten. Linder sagt: «In den Drehbuchversionen, die ich zu lesen bekam, sprachen alle bösen Menschen Englisch.»

Der neue Manser-Film läuft erst an. Eine abschliessende Meinung wird man sich erst dann bilden können. Das gilt auch für Linder und Tröhler. Doch wie Tröhler sagt: «Um Stereotypen aufzubrechen, müssen sowohl Biopics als auch Filme mit Indigenen von Anfang an genau darauf angelegt sein. Das verlangt bereits lange vor dem Dreh ein hohes Reflexionsniveau.» Denn: «Die Bilder im Kopf, die kulturellen Klischees und Erzählweisen zirkulieren und prägen alle Kulturen. Neue Bilder können nicht aus dem Nichts erfunden werden.»

Judith Hochstrasser ist Redaktorin bei Horizonte.



1989, Blockade der Penan: Die Leute tragen Kleidung, Bruno Manser ist nicht da. Der Trailer zum Biopic über den Schweizer Aktivisten zeigt die Szene anders: Alle tragen Lendenschurze, und Manser führt sie an. Bild: BMF/Jeff Libmann

Raum für subjektive Erinnerungen

Wenn Historikerinnen Zeitzeugen befragen, machen sie Geschichte sichtbar, die bisher nirgendwo aufgezeichnet wurde. Das nationale Netzwerk Oral History berät Forschende, damit sie nicht über methodische Fallstricke stolpern, erklärt Co-Präsident Dominik Streiff Schnetzer.

Interview: Judith Hochstrasser

Dominik Streiff Schnetzer, stellen wir uns vor: Eine Zeitzeugin wurde diskriminiert oder als Angehörige einer Minderheit verfolgt. Warum braucht es die Oral History, um solche Themen aufzuarbeiten?

Sie sind Journalistin, ich Kurator im Historischen Museum Thurgau. Wir gehören zu einer Elite, die sich Öffentlichkeit verschaffen kann. Ein zentraler Kern der Oral History ist nun eben, Gruppen eine Stimme zu geben, die sonst keine haben. Diese brauchen eine Instanz, die sie nicht instrumentalisiert.

Wer würde sie denn instrumentalisieren?

Nehmen Sie beispielsweise den aktuellen Thurgauer Forschungsfall Roland Kuhn, unter dessen Ägide ab den 1950er-Jahren in der damaligen Psychiatrischen Klinik Münsterlingen Medikamentenversuche an Menschen durchgeführt wurden. Als Journalistin könnten Sie nun mit der These ins Interview gehen, dass Kuhn alles richtig gemacht habe, und den Zeitzeugen entsprechende Fragen stellen. Eine Oral Historian hingegen instrumentalisiert diese nicht für eine These, sondern zeichnet die Vielschichtigkeit der Erinnerung auf.

Was können subjektive Quellen über die Vergangenheit allgemein aussagen?

Oral History erhebt nicht den Anspruch, ganze Epochen abzubilden. Durch Anwendung der Methode entstehen allerdings neue Quellen. Historikerinnen und Historiker arbeiten diese auf und vergleichen sie mit anderen Zeugnissen aus derselben Zeit; etwa mit Urkunden, Fotografien oder Gerichtsakten. Danach ziehen sie ihre Schlüsse. Es gibt keine objektiven Quellen.

Werden Menschen mit verletzenden Erfahrungen durch solche Interviews nicht retraumatisiert?

Das ist ein Dilemma. Tatsächlich fokussieren wir in der Geschichtswissenschaft gern auf Konfliktfelder und Brüche. Menschen



So entstehen neue Quellen: Historiker Dominik Streiff Schnetzer (rechts) befragt den Journalisten Stefan Keller für das Oral-History-Projekt Journalistry. Sein Ziel ist es, ein audiovisuelles Archiv zum Qualitätsjournalismus ab den 1960er-Jahren zu erstellen. Bild: Peter Hammann

mit schwierigen Erfahrungen sind gleichzeitig besonders schützenswert. Uns Historikern fehlt aber die fachliche Kompetenz, solche Menschen psychologisch versiert zu befragen. In diesem Bereich hat die Oral History noch Entwicklungspotenzial, denn die Zusammenarbeit mit der Psychologie wird selten gesucht.

Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit ein Oral-History-Interview wissenschaftlich korrekt durchgeführt wird?

Es braucht drei Teilprojektgruppen: Eine leitet die Vorbefragungen, um herauszufinden, wer überhaupt für ein Interview geeignet ist. Eine andere führt das eigentliche Interview durch, sonst denkt die befragte Person ständig: Das habe ich schon erzählt! Schliesslich wertet eine dritte Facheinheit das Interview aus. Die Interviewführenden können das nicht tun, weil sie durch die Nähe zum Zeitzeugen persönlich befragt sind. Zudem muss man sich bewusst sein: Subjektive Erinnerungen sind immer beeinflusst von Diskursen und kollektiver Erinnerung. Unter anderem auch deshalb wird die Oral History im deutschsprachigen Raum zögerlich angewendet. Im angelsächsischen Raum gibt es weniger Beisshemmung.

Das klingt kompliziert.

Oral History ist sehr anspruchsvoll. Auch technisch gesehen. Die Interviews sollten wegen Gestik und Mimik audiovisuell aufgenommen werden, was manche Forschende an den Anschlag bringt.

Videodateien müssen schliesslich transkribiert und nachhaltig gespeichert werden, am besten in einem Archiv. Wegen all dieser ressourcenintensiven Bedingungen findet sich die professionell angewandte Oral History eher bei grossen Projekten wie Archimob (siehe Kasten unten). Ernst nehmen sollen Projektleitende die Oral History aber immer. Schliesslich gehören Zeitzeugenerinnerungen zu unserem kulturellen Gedächtnis.

Judith Hochstrasser ist Redaktorin bei Horizonte.

Mündliches festhalten

Oral History, also die systematische Befragung von Zeitzeuginnen und Zeitzeugen für geschichtswissenschaftliche Zwecke, entstand im englischsprachigen Raum in den 1930er-Jahren. Die Methode macht Erfahrungen sichtbar, die nicht schriftlich festgehalten wurden.

Auf dem europäischen Kontinent setzt sich die Methode seit etwa 20 Jahren durch. Der Verein Archimob realisierte das bisher grösste mit öffentlichen Geldern geförderte Oral-History-Projekt der Schweiz. Von 1999 bis 2001 wurden 555 Interviews zu Erfahrungen im Zweiten Weltkrieg auf Video aufgezeichnet. Der SNF unterstützt derzeit rund 30 Forschungsprojekte, welche die Methode anwenden.



«Die Boxer.» Trifft die Beschreibung dieses Bild?

Generisches Maskulinum überfordert Kinder

Wenn wir «die Musiker» hören, denken wir zuerst an Männer, die Instrumente spielen, nicht an eine Gruppe Männer und Frauen. Diese Neigung ist in der frühen Kindheit verankert. Schon zwischen drei und fünf Jahren gehen Kinder nämlich davon aus, dass mit der männlichen Form auch tatsächlich Männer gemeint sind. Dies zumindest zeigt die Forschung des Psychologen Pascal Gygax von der Universität Freiburg.

Sein Team untersuchte, wie 52 französischsprachige Kindergartenkinder aus Genf und Lausanne mit der Doppeldeutigkeit der grammatikalisch männlichen Form umgehen. Die Forschenden zeigten den Kindern jeweils zwei Zeichnungen: entweder ein Paar mit zwei Jungen oder ein Paar mit einem Mädchen und einem Jungen. Sie forderten die Kinder auf: «Schau die Boxer an!» – «Schau die Coiffeure an!» – «Schau die Musiker an!» Die Paare trugen jeweils die Attribute, die diesen Berufsgruppen zugeschrieben werden. Die Forschenden beobachteten die Augenbewegungen mit einem Eyetracker.

Bei stereotypen männlichen Berufszeichnungen wie Boxer blickten die Kinder eher auf das Jungenpaar, bei stereotypen weiblichen wie Coiffeure eher auf das gemischte Paar. Bei einem neutralen Berufsbild wie Musiker dagegen dominierte das grammatikalische Geschlecht ihre Reaktion. Obwohl die Kinder noch keinen Grammatikunterricht hatten, also nicht gelernt haben, was die männlichen und was die weiblichen Endungen und Adjektive sind, verstanden sie die männliche Form spezifisch, nicht generisch.

«Das ist nicht sehr ermutigend», sagt Gygax. «Es bedeutet, dass Kinder schon in diesem Alter anfangen, eine voreingenommene Perspektive auf die Gesellschaft zu haben.» Besonders stark war diese Tendenz übrigens bei Mädchen. Gygax erklärt: «Weil sie normalerweise mit der weiblichen Form angesprochen werden, ist für sie die männliche Form diejenige, die sie nicht betrifft.» Judith Hochstrasser

Pascal Gygax et al.: Exploring the Onset of a Male-Biased Interpretation of Masculine Generics Among French Speaking Kindergarten Children. *Frontiers in Psychology* (2019)

Steinzeitbauern halfen einander

Schicht für Schicht sind Archäologen bereits in die Geschichte des Schweizer Mittellands vorgedrungen. Auf dem Schuttkegel des Mühlebachs in Oberbipp liegen heute der historische Dorfkern, die Vorgängerbauten der Kirche aus dem 8. Jahrhundert, ein frühmittelalterliches Gräberfeld und Überreste eines römischen Gutshofs. Als ein störender Steinblock auf der Wiese nahe des Bahnhofs entfernt wurde, kam eine rund 5000 Jahre alte, zwei Quadratmeter grosse Steingrabkammer mit sorgfältig ausgelegten Bodenplatten aus Jurakalkstein zum Vorschein. Die anschliessenden Ausgrabungen förderten über 2000 menschliche Knochenfragmente zutage.

Neue anthropologische Untersuchungen von Forschenden der Universität Bern ermöglichen nun einmalige Einblicke ins Leben der jungsteinzeitlichen Bauern am Jurasüdfuss. «Dolmengräber finden wir in der Schweiz und angrenzenden Gebieten einige, jedoch selten mit derart umfangreichen Skelettresten», sagt Studienleiterin Sandra Lösch. Anhand der Knochen- und Zahnfunde konnte sie zusammen mit Inga Siebke und einem interdisziplinären Team mindestens 42 Frauen und Männer aller Altersklassen identifizieren, die ausgewachsen durchschnittlich 155 Zentimeter gross waren.

Die Analysen von Knochenveränderungen, verheilten Brüchen und Gelenkdeformationen liefern Hinweise über den Gesundheitszustand. Aus den Verletzungswunden schlossen die Forschenden auch auf das Sozialverhalten der damaligen Zeit: Die Betroffenen mussten im Alltag Hilfe von der Gemeinschaft erhalten haben. Anzeichen von Gewalttaten fehlen ganz. Kariesschäden an rund acht Prozent der Zähne liefern Hinweise zur Ernährung: Die Bauerngemeinschaft hat kohlenhydratreiche Kost zu sich genommen. Laufende Analysen sollen Aufschluss über die genauere Zusammensetzung des Speiseplans liefern. *This Rutishauser*

Siebke et al.: Who lived on the Swiss Plateau around 3300 BCE? Analyses of commingled Human Skeletal Remains from the Dolmen of Oberbipp. *International Journal of Osteoarchaeology* (2019)



In Oberbipp (BE) wurden diese 5000 Jahre alten menschlichen Knochenfragmente gefunden.



Die Hochebene Greina wäre Teil des abgelehnten zweiten Nationalparks Parc Adula gewesen.

Warum Parc Adula gescheitert ist

Ein zweiten Nationalpark wird es in der Schweiz vorerst nicht geben. Acht von 17 Tessiner und Bündner Gemeinden sprachen sich gegen das Projekt Parc Adula aus. Von 397 bis 3402 Meter über Meer durchzieht das Gebiet eine einzigartige Vielfalt an Landschaften und Ökosystemen – dazu gehört auch die Hochebene Greina. 16 Jahre akribische Planung wurden im November 2016 mit einem Referendum auf Gemeindeebene zunichte gemacht.

Warum das Projekt scheiterte, untersuchten Annina Helena Michel und André Bruggmann vom Geographischen Institut der Universität Zürich. Sie benutzten ethnografische Methoden wie etwa Beobachtungen, Gespräche mit der Bevölkerung sowie Interviews mit allen Akteuren. Bei der Datenanalyse verwendeten die Forschenden nebst qualitativen auch quantitative Methoden, die die Glaubwürdigkeit ihrer Ergebnisse stärken sollten.

Michel und Bruggmann wollten die Diskussionsebenen zwischen den Protagonisten besser verstehen, damit sie alle Schwachstellen in der Kommunikation orten konnten. Die Lücke zwischen Wissenschaft und Politik war besonders auffällig. Aus diesem Grund war es den Politikern auch nicht möglich, die betroffene Bevölkerung restlos zu überzeugen, dass dieser Park zu ihrem Vorteil ist. Die Planung eines Naturschutzgebietes verlangt eine subtile Kommunikation, die alles berücksichtigt, auch den Einfluss unterschiedlicher Sprachen wie in der Region des Parc Adula oder das Verständnis der Bevölkerung für Naturschutz. Kurzum, einer guten Kommunikation sollte es gelingen, sogar Gerüchte und Missverständnisse aufzulösen. Diese Studie kann wegweisend sein für die Kommunikation zukünftiger Projekte. *Franca Siegfried*

A. H. Michel und A. Bruggmann: Conflicting Discourses: Understanding the Rejection of a Swiss National Park Project Using Data Analysis Triangulation. *Mountain Research and Development* (2019)

Diese Diversität ist nicht bedroht

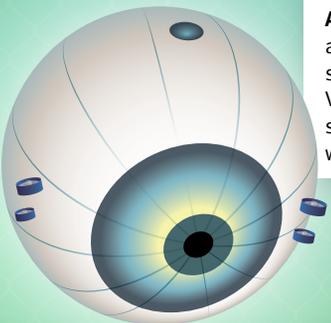
Furchtlos, zutraulich, robust: Der Vielfalt von Drohnen, die von zahlreichen Schweizer Spin-offs auf den Markt gebracht werden, ist kaum Grenzen gesetzt. Eine muntere Auswahl – zur Sicherheit in die Volière gesperrt.

Text: Florian Fisch

Illustration: ikonaut

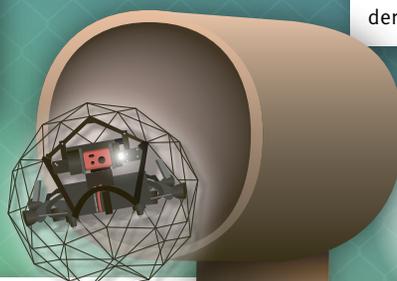


Skypull liebt die luftigen Höhen in 400 Metern und überträgt die Energie des Windes via ein Seil an einen Stromgenerator am Boden. Herkunft: ETH Zürich. Ein anderer Stromproduzent: Twingtec von der Empa, FHNW und ETH Zürich.



Aerotain ist sehr zutraulich und lässt sich an Grossveranstaltungen via Smartphone steuern. Macht auf Kommando Fotos und Videos und trägt stolz sein Werbekleid mit sich herum. Schon viele Farben und Formen wurden beobachtet. Herkunft: ETH Zürich.

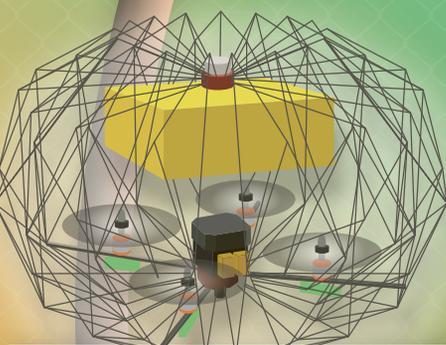
Wingtra ist ein selbstbewusster Senkrechtstarter, der überall landen kann. Dank den horizontalen Flügeln kann er schnell weite Gebiete überfliegen. Mit seiner hohen Bildauflösung gut geeignet für die Kartenherstellung. Herkunft: ETH Zürich. Ein anderer Horizontalflieger: Sensefly von der EPFL.



Flyability begibt sich furchtlos in gefährliche Gebiete, die von Menschen gemieden werden. Die schützende Hülle und die GPS-unabhängige Stabilisierung erlauben es, ihn selbst durch enge Gänge zu navigieren. Herkunft: EPFL.



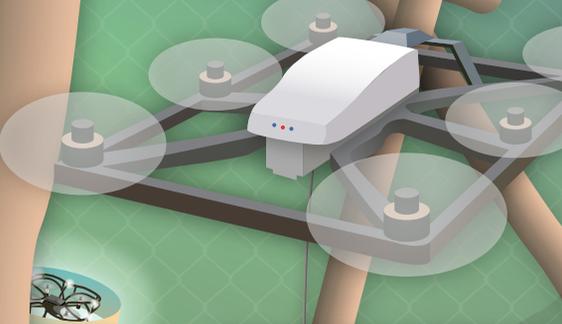
Verity ist stets in grossen Schwärmen unterwegs und ist bekannt für seine pompösen Lichtshows. Kann dank Ultra-Wideband-Lokalisierung durch Innenräume navigieren und ist dank seiner Klein- und Leichtigkeit ungefährlich. Herkunft: ETH Zürich.



Dronistics beisst nicht, ist benutzerfreundlich und lässt sich dank spezieller Faltechnik in den Rucksack stecken. Überwindet zum Schluss die letzten Meter in die unwegsamsten Gebiete bis in die Hand des Empfängers. Herkunft: EPFL.



Gamaya ist flugunfähig und haftet sich gerne an Langdistanzflieger über landwirtschaftlichen Flächen. Seine Hyperspektralkameras nehmen gleichzeitig unterschiedlichste Wellenlängen wahr, die er dank seinem grossen Erfahrungsschatz analysieren kann. Herkunft: EPFL. Andere Bildanalysen für Drohnen: Pix4D von der EPFL und Skybotix von der ETH Zürich.



Fotokite ist robust, selbstständig und zuverlässig. Schwebt gerne ruhig und ohne einen Piloten über unübersichtlichen Unfallorten. Liefert dank seinem Stromkabel und integrierter Wärmekamera über lange Zeit Luftbilder an Einsatzkräfte am Boden. Herkunft: ETH Zürich.

Fertig mit unkündbaren Stellen

Von Antonio Loprieno

Es ist bekannt: Festanstellungen gibt es in der akademischen Welt nur auf der Ebene der Professuren. Und eine solche Tenure wird als höchstes Gut gehandelt. Der Schweizerische Wissenschaftsrat empfiehlt deswegen, auch Mittelbaustellen zu entfristen, und die Erhöhung der Zahl von Professorinnen gehört zu den Grundsätzen der Hochschulpolitik. Dabei gäbe es eine wirksame Methode, um sich diesen beiden Zielen anzunähern: auf allen Stufen der akademischen Karriere die Möglichkeit der Verstetigung, aber auch der Aufhebung des Arbeitsverhältnisses vorzusehen.



Andri Pol

Seit den Universitätsreformen des 19. Jahrhunderts, die etwa von Humboldt in Deutschland oder Newman in England angestossen wurden, hat sich in der Wissenschaft das Prinzip der Unkündbarkeit einer Professur etabliert. Dieses einmalige Privileg stützt sich einerseits da-

rauf, dass wir dem Risiko eines Verlustes ablehnender begegnen als der Möglichkeit sogar eines höheren Gewinns. Andererseits soll es vor der Gefahr politischer Manipulationen schützen.

Das Tenure-Prinzip hat sich bewährt, und jede Universität, die jetzt darauf verzichtete, würde sich in eine nachteilhafte Position hineinmanövrieren: Eine Tenure-Track-Stelle wird jedem finanziell attraktiven, aber befristeten Angebot vorgezogen. Aber die Beschränkung dieses Privilegs auf die Stufe der Professoren saturiert den Markt künstlich: Das Angebot (an potenziellen Professoren) übersteigt die Nachfrage nach wissenschaftlicher Kompetenz. So entsteht die in anderen Berufen unübliche Situation, dass wir gleichzeitig wettbewerbsähnliche und kartellähnliche Zustände erleben.

«Eine solche Liberalisierung könnte den neoliberalen Wettbewerb entschärfen.»

Doch je mehr in der Akademie die Partnerschaft mit der Privatwirtschaft gefördert oder sogenannte Champions-League-Professoren aus Harvard geholt werden, die nach fünf Jahren nach Oxford gehen, desto schwieriger dürfte es werden, eine Professorin unkündbar anzustellen, während ein Assistent, der ein Start-up gegründet hat, nach fünf Jahren vom universitären Dienst verabschiedet wird.

Die aktuelle Flexibilisierung der Arbeitswelt wird dazu führen, dass sich auf allen Stufen der akademischen Karriere eine höhere Risikobereitschaft und eine Aufhebung des Tenure-Prinzips durchzusetzen verspricht. Eine solche Liberalisierung könnte den neoliberalen Wettbewerb entschärfen. Das wird von vielen jungen Forschenden angesichts des herrschenden Leistungsdrucks zur Erlangung einer Professur zu Recht gewünscht. Warum sollte eine hervorragende Soziologin zur Umschulung gezwungen werden, während sich ihr Professor seinen nächsten temporären Mitarbeiter in Ruhe aussuchen kann?

Antonio Loprieno ist Präsident der Akademien der Wissenschaften Schweiz.

Ergebnisse werden marktfähig

Erfreuliche Zwischenbilanz des Programms Bridge von SNF und Innosuisse: In den ersten zweieinhalb Jahren hat es 95 Projekte an der Schnittstelle von Grundlagenforschung und Innovation finanziert. Gefördert werden zum einen junge Forschende, die Resultate marktfähig machen. Aus den bisherigen Projekten sind bereits 27 Start-ups entstanden. Zum andern erhalten erfahrene Forschende Geld, um das Innovationspotenzial von Resultaten auszuloten. Von 2017 bis 2020 verfügt Bridge über siebzig Millionen Franken.

Nur die Idee zählt

Mit dem neuen Instrument Spark fördert der SNF besonders vielversprechende oder gewagte Ideen. Die bisherigen Leistungen der Forschenden spielen für die Vergabe der Beiträge keine Rolle. «Es ist explizit erwünscht, dass sie Risiken eingehen», erklärt Matthias Egger, Präsident des Nationalen Forschungsrats. «Scheitern ist von Anfang an eine Option.» Denn auch nicht eindeutige oder negative Resultate bringen Erkenntnisgewinn. Für die erste Ausschreibung von Spark im Jahr 2019 setzt der SNF zehn Millionen Franken ein.

Diskutieren statt marschieren

Der internationale «Marsch für die Wissenschaft» hat sich seit 2017 etabliert. In der Schweiz ist jedoch ein anderes Format gefragt: Forschende aus Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften suchen am 6. und 7. September 2019 das Gespräch mit Menschen - auf dem Berner Waisenhausplatz. Bis zu 40 Forschende diskutieren mit der Bevölkerung über alltagsnahe Themen wie Wohnen, Mobilität, Gesundheit, Digitalisierung und Familie. Träger dieses «Rendezvous mit der Wissenschaft» ist + zusammen mit dem Verein Reatch und der Stiftung Science et Cité.

Vier Prioritäten 2021-2024

Die Schweizer Forschung ist zwar führend, steht aber vor Herausforderungen. «Sie braucht grössere Vielfalt, mehr interdisziplinäre Zusammenarbeit, bessere Dateninfrastrukturen und eine engere Vernetzung mit Wirtschaft und Gesellschaft», sagt Matthias Egger, Präsident des Nationalen Forschungsrats. Im Mehrjahresprogramm 2021-2024 setzt der SNF diese vier Prioritäten. Zudem wird er seine Förderung noch effizienter, fairer und wirkungsvoller ausgestalten.

Charmeoffensive mit Posts und Videos

SNF/MinuteEarth



Die ergebnisoffene Forschung ist eine Investition in die Zukunft. Deshalb hat der SNF eine Social-Media-Kampagne durchgeführt. In Videos erzählen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, warum sie Grundlagenforschung betreiben. Zudem vermitteln Posts mit kompaktem Storytelling, welche wissenschaftlichen Erkenntnisse hinter bekannten Anwendungen oder Errungenschaften stecken. Übrigens: Grob 80 Prozent der SNF-Mittel fliessen in die Grundlagenforschung.

Schneller zum Doktorat

Wer eine Dissertation in den Geistes- und Sozialwissenschaften verfasst, kann sich um einen Doc.CH-Beitrag des SNF bewerben. Eine Studie der Universität Bern belegt: Das 2013 eingeführte Instrument ist effizient und entspricht einem Bedürfnis. «Empfängerinnen und Empfänger von Doc.CH-Beiträgen gelangen durchschnittlich schneller zum Abschluss», betont Fritz Schlunegger vom Nationalen Forschungsrat. Aufgrund der Studie wird der SNF das Instrument weiterentwickeln.

Engagiert für MINT

SCNAT



Auszeichnung für eine vorbildliche Kultur der Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT): 23 Gymnasien haben sich um ein solches Label der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) beworben. Eine Jury hat ihr Engagement im MINT-Bereich beurteilt. 18 Schulen erhielten das Label zugesprochen – sie alle durften sich im Juni 2019 am Paul-Scherrer-Institut feiern lassen. Bei dieser Veranstaltung formierte sich auch ein Netzwerk zur Förderung interkantonalen Zusammenarbeit. Weitere Bewerbungen sind für 2020 vorgesehen.

Horizonte

Das Schweizer Forschungsmagazin erscheint viermal jährlich auf Deutsch und Französisch. Die Online-Ausgabe erscheint auch auf Englisch. 32. Jahrgang, Nr. 122, September 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
Florian Fisch (ff)
Judith Hochstrasser (jho)
Franca Siegfried (fs)
Yvonne Vahlensieck (yv)

Gestaltung und Bildredaktion

2. stock süd netthoevel & gaberthüel,
Valérie Chételat

Übersetzung

Weber Übersetzungen

Korrektorat

Anita Pfenninger
Birgit Althaler

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

58 000 deutsch, 17 000 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 unbedingt die Meinung der Herausgeber SNF und Akademien wieder.

Der SNF

Der Schweizerische Nationalfonds (SNF) fördert im Auftrag des Bundes die Forschung in allen wissenschaftlichen Disziplinen. Er investiert jährlich rund 1 Milliarde Franken. Ende 2018 waren 6500 Projekte im Gang, an denen 16 300 Forschende beteiligt waren. Damit ist der SNF der wichtigste Forschungsförderer der Schweiz.

Die Akademien

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

«Die Reise in die Forschung soll
nicht schon nach der Doktorarbeit
zu Ende sein.»

Volker Thiel Seite 9

«Ein Spital, das keine Autopsien
durchführt, weiss nicht,
woran seine Patienten sterben.»

Alexandar Tzankov Seite 36

«Wir geben denen eine Stimme,
die sonst keine haben.»

Dominik Streiff Schnetzer Seite 47



Genau wie die Schule
selbst verändert sich
der Schultek dauernd.
Was dagegen seit seiner
Verbreitung Ende des
19. Jahrhunderts gleich
blieb: der Stolz, mit dem
ihn die Kinder am ersten
Schultag tragen.

Bild: shutterstock/Quick-Sale.de