



Immer, wenn das Wochenende kommt, regnet es.

Denken in Zahlen: Die Statistik 10

Mit Stammzellen	Plagiate und das	Zu sauber? Das Kino ist
gegen Inkontinenz .. 28	Zögern der Unis 38	nun digitalisiert 40

Die Selbstkorrektur ins 21. Jahrhundert retten

Schelmereien, Betrug und Machtgerangel werden wie andere menschliche Verhaltensweisen auch stets Teil der Wissenschaft sein. Die Frage ist, wie die Wissenschaft damit umgeht. Sie beansprucht zu Recht, selbstkorrigierend zu sein. Wer sonst könnte die komplexen Fälle beurteilen? Tatsächlich haben die Hochschulen vor einigen Jahren begonnen, Regelwerke und Verfahren gegen Fehlverhalten und zur Förderung der wissenschaftlichen Integrität zu installieren. Es ist viel passiert. Dass immer mehr Fälle von Schlampereien und Betrugereien – vom Stammzellenpionier Hwang Woo-suk bis zum Sozialpsychologen Diederik Stapel – in die Öffentlichkeit gelangen und dass die Zahl zurückgezogener Fachartikel steigt, kann als Resultat des Selbstkorrektivs der Wissenschaft gelesen werden.

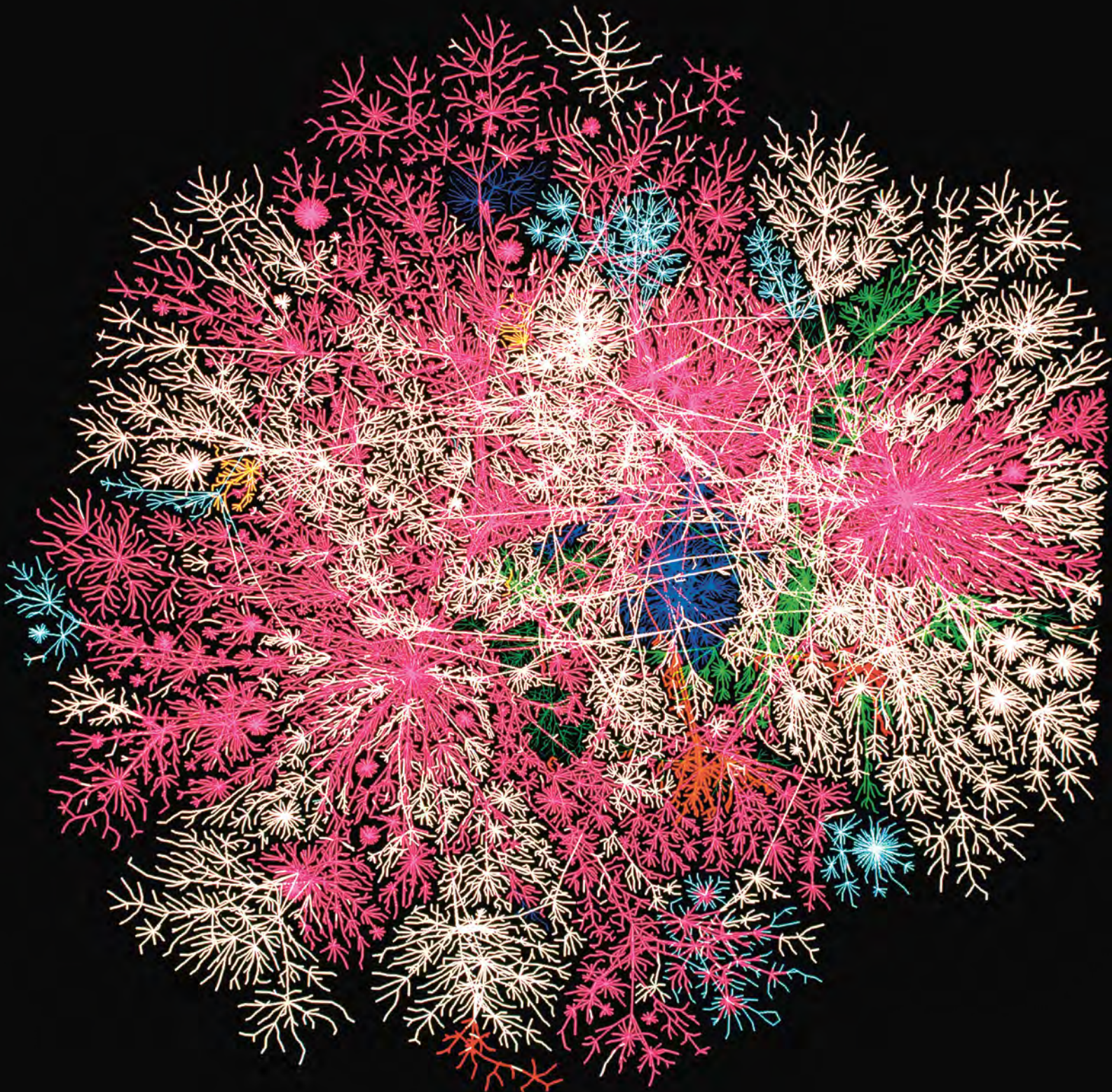
Aber genügt dieses Selbstkorrektiv? Ist es nicht störend, dass ein Forscher, der an seiner Hochschule des unsauberen Arbeitens überführt wurde, an einer anderen seine Karriere unbehelligt fortsetzen kann? Dass davon auszugehen ist, dass die Institutionen mit einem grossen, internationalen Betrugsfall überfordert wären? Dass die Dunkelziffer ein x-Faches der gemeldeten Fälle beträgt? Dass es einen von Journalisten gegründeten Blog braucht, um Transparenz über zurückgezogene Fachartikel zu schaffen? Dass einige Hochschulen nicht einmal bereit sind, die Anzahl der behandelten Fälle publik zu machen? Wissenschaftliche Integrität wird gern mit Benimmregeln verwechselt. Dies ist eine eklatante Verharmlosung. Wissenschaftliches Fehlverhalten hat handfeste Konsequenzen, die von verschwendeten Geldern bis zu Fehlbehandlungen von Kranken reichen. Geht die Wissenschaft mit ihren Fehlern nicht überzeugend um, leidet auch ihre Glaubwürdigkeit.



Die Wissenschaft tut also gut daran, Fehlverhalten vorzubeugen oder rasch auszubügeln. Sie ist dabei stärker gefordert als früher. Die Welt ist heute vernetzter – durch internationale Forschungsprojekte, mobile Forscher und soziale Medien. Die Wissenschaft ist zudem kompetitiver geworden, der Publikationsdruck steigt. Dieses Umfeld drängt einige Forschende dazu, Kontrollversuche auszulassen, Daten zu beschönigen oder gar zu erfinden. Die Wissenschaft muss ihr Korrektiv deshalb an die Realitäten des 21. Jahrhunderts anpassen.

Marcel Falk, Redaktion

horizonte





Schwerpunkt Statistik

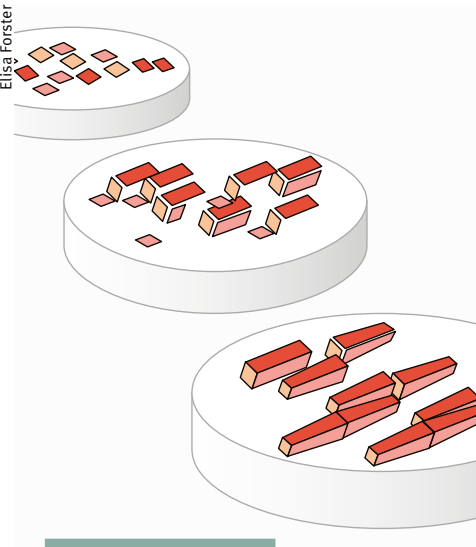
10

Denken in Zahlen

Die Statistik hat sich sowohl in den Wissenschaften als auch im Alltag etabliert. Indem sie riesige Datenmengen verarbeitet, soll sie der Realität auf den Grund gehen und plausible Prognosen ermöglichen. Oft aber verstellt das statistische Paradigma den Blick auf die Wirklichkeit.

◀ Der globale Internetverkehr: Die Farben der Linien verweisen auf verschiedene Nationen, Rosa auf die Vereinigten Staaten, Dunkelblau auf Grossbritannien, Hellblau auf Italien, Hellgrün auf Schweden, Weiss auf nichtidentifizierte Länder (Cooperative Association for Internet Data Analysis, University of California). Bild: CAIDA/Keystone/Science Photo Library

28



Biologie und Medizin

28

Der Inkontinenz den Riegel schieben

Stammzellen sollen geschwächte Schliessmuskeln stärken und damit unerwünschte Harnflüsse aufhalten.

30

Kurios und forschungsrelevant

Wissenschaftliche Sammlungen gelten zu Unrecht als verstaubt.

32

Dreieinigkeit auf alten Bäumen

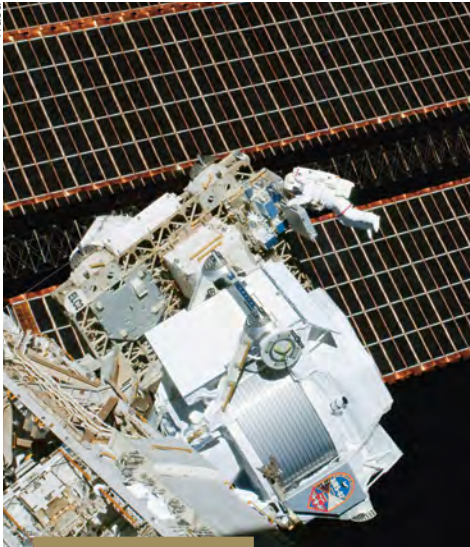
Die Lungenflechte, eine einst weit verbreitete Lebensgemeinschaft, ist vom Aussterben bedroht.

33

Reparierter Herzschaden Die Tricks der Gentauschprofis Voreingenommene Pathologen

34

Nasa



http://de.guttenplag.wikia.com/wiki/GuttenPlag_Wiki

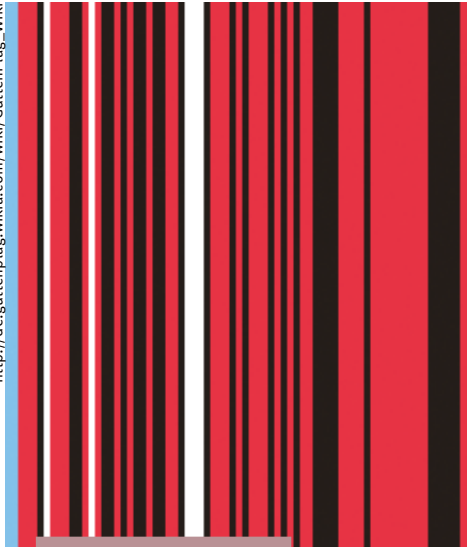
Umwelt und Technik

34
Dunkle Materie bald erhellt?
Neue Messungen bestätigen eine alte Vermutung: In unserer Galaxie existieren Quellen von Antimaterie.

36
Die Nulltoleranz überdenken
Vulkanasche stellt eine grosse Gefahr für Flugzeuge dar. Dank Simulationen sind nun die Risiken besser abschätzbar.

37
**Klimaerwärmung und Hochwasser
Inspiriert durch Kiefernzapfen
Optimierte Solarzelle**

38



Kultur und Gesellschaft

38
Integre Chefs?
Die Hochschulen bekämpfen wissenschaftliches Fehlverhalten, sind aber kaum gegen grosse Betrugereien gewappnet.

40
Vom leichten Flattern des Bildes
Die Ära des analogen Films neigt sich dem Ende zu. Schafft die Digitalisierung der Kinobranche die Traumwelt des Kinos ab?

42
Forschung am Gesetz
Rechtswissenschaftler haben das Obligationenrecht modernisiert. Jetzt liegt der Ball beim Bundesrat.

44
Die Währung der Wissenschaft
Forschungsgelder und Forschungsstellen bekommt nur, wer fleissig publiziert. Der Fokus auf lange Publikationslisten schafft aber Probleme.

45
**Schweizer Städtebilder
Wie viel ist zu viel?
Auf der Suche nach dem Volk**

Im Bild

6
Maria, die Muslimin

Konferenz

8
Interpretieren oder rechnen? Qualitative versus quantitative Sozialforschung

Nachgefragt

23
Herr Rheinberger, was passiert mit dem Wissen von gestern?

Porträt

24
Olga Sorkine-Hornung, Informatikerin

Vor Ort

26
Mächtige Männchen auf Borneo

Im Gespräch

46
Gerichtspsychiater Marc Graf über Sexualstraftäter

Wie funktioniert?

49
LED, die Revolution des Lichts

Für Sie entdeckt

50
Unzerstörbare Energie

SNF und Akademien direkt

51
Mit Software Plagiate aufdecken





Maria, die Muslimin

Vertraut und doch fremd – Maria auf dem Esel mit dem neugeborenen gekrönten Kind auf dem Schoss, gefolgt und begleitet von dem zu Fuss gehenden Josef; wie die drei Weisen aus dem Morgenland oben rechts sehen wir die heilige Familie auf der Flucht nach Ägypten. Seltsam aber muten die asiatischen Gesichtszüge des Paares und dessen Kleidung an: Josef trägt einen Turban und eine Art Kimono; die Mutter Gottes ist in Grün gewandet, mit weissem, über Brust und Schultern gezogenem Kopftuch, das den Mundbereich ihres Gesichts bedeckt. Während wir das christliche Motiv klar zu erkennen glauben, irritiert dessen künstlerische Ausgestaltung, weil sie sich einer fremd anmutenden Ikonografie bedient: Die persische Miniatur aus dem 17. Jahrhundert zeigt Maria als muslimische Frau.

Wider die Tendenz, unter den Vorzeichen des angeblichen *Clash of Cultures* die kulturelle und religiöse Differenz zwischen Christentum und Islam zu betonen, trifft der an der Universität Lausanne lehrende Theologe Jean-Claude Basset auf biblische Figuren und Motive im Koran. Dabei entdeckt er Erstaunliches: Maria wird in der heiligen Schrift der Muslime öfter erwähnt als im neuen Testament. Jesu Mutter gilt in der islamischen Tradition als Vorbild an Reinheit und Demut für alle Gläubigen.

Susanne Leuenberger

Bild: Roland and Sabrina Michaud/akg-images

Interpretieren oder rechnen?

In den Sozialwissenschaften streiten Forschende sich um die bessere Methode. Manche arbeiten vor allem quantitativ-statistisch, andere qualitativ-hermeneutisch. Letztere sind angesichts der fortschreitenden Mathematisierung der Sozialwissenschaften in der Defensive. Was spricht für die qualitative, was für die quantitative Sozialforschung?

Valérie Chételat (Fotomontage)



Es gibt in den Sozialwissenschaften Problemstellungen, die sich nur mit quantitativen Methoden bearbeiten lassen, zum Beispiel die Einkommensverteilung. Bei andern Fragen indes drängt sich entweder ein Methodenmix oder eine qualitative Forschungsweise auf. Die von rein quantitativ operierenden Forschenden erhobene Forderung nach der «Einheit der Sozialwissenschaften» im Geist der Statistik ist problematisch, weil ihre Umsetzung einem Kahlschlag gleichkäme: Ins Abseits gedrängt sähen sich nicht nur die diversen Traditionen einer «verstehenden» Soziologie, sondern die Geistes- und Kulturwissenschaften insgesamt.

Qualitative Sozialforschung zielt auf die deutende Bestimmung von etwas Allgemeinem im Besonderen. Das Besondere kann beispielsweise der Rundbrief eines Heimleiters sein; das zu bestimmende Allgemeine der «Geist», von dem das pädagogische Handeln in der Institution durchdrungen ist. Durch die blosse Bündelung und inhaltliche Verdichtung ausgewählter Statements des Heimleiters erschliesst sich dieser Geist keineswegs. Ihn in seiner «qualitativen Färbung» (Max Weber) zu bestimmen bedarf einer methodengeleiteten hermeneutischen Anstrengung, die auf eine eigenständige Begriffsbildung der Forschenden angewiesen ist. Ähnlich wie qualitativ Forschende in den Sozialwissenschaften verfahren Historiker, wenn sie

Quellen analysieren, oder Ethnologinnen, wenn sie Alltagspraktiken oder ausseralltägliche Rituale interpretieren, um deren Eigensinn zu bestimmen.

Gegen diese Art des Forschens bringen quantitativ Forschende üblicherweise die folgenden Einwände vor: Wenn überhaupt etwas erfahrungswissenschaftlich Fass-

Qualitative Sozialforschung zielt auf die deutende Bestimmung von etwas Allgemeinem im Besonderen.

Peter Schallberger

bares, werde da erstens einzig etwas Einzelfallspezifisches bestimmt. Weil der Einzelfall rein zufällig ausgewählt worden sei, gebe es zweitens keine Garantie dafür, dass er repräsentativ für eine Gruppe anderer Fälle sei. Und drittens seien die allenfalls gewonnenen Erkenntnisse das Ergebnis einer rein subjektiven Interpretation und deshalb weder intersubjektiv überprüfbar noch durch Folgeuntersuchungen replizierbar.

Diese Einwände sind nicht stichhaltig. Erstens handelt es sich bei dem erzieherischen Geist, der gestützt auf das Rund-

schreiben rekonstruiert wurde, insofern um etwas Allgemeines, als dieser Geist allen pädagogischen und professionellen Interaktionen im Heim ein spezifisches Gepräge verleiht. Repräsentativ für irgend etwas oder irgendjemanden muss zweitens der untersuchte Einzelfall deshalb nicht sein, weil qualitativ Forschende Aussagen über die Beschaffenheit und nicht über die Häufigkeit oder die Streuung sozialer Erscheinungen anstreben. Zielt ihre Forschung auf die Bestimmung unterschiedlicher Muster von Heimerziehung, werden sie im Anschluss an die erste weitere Fallanalysen durchführen – dies so lange, bis sich ihnen in den untersuchten Fällen nichts Neues respektive kein neuer pädagogischer «Geist» mehr zeigt. Wie bei allen wissenschaftlichen Operationen handelt es sich drittens auch bei der Interpretation von Texten um eine diskursive Angelegenheit, wobei die entsprechenden Begründungsverpflichtungen unter strenger Bezugnahme auf das Datenmaterial einzulösen sind. Übrigens: Auch quantitativ Forschende interpretieren in der Regel ihre Daten. Ob sie dabei methodengeleitet oder spekulativ verfahren, ist nicht immer eindeutig bestimmbar.

Peter Schallberger ist Soziologe und Professor an der FHS St. Gallen, Hochschule für Angewandte Wissenschaften.



«**Q**ualitativ» versus «quantitativ» – dieser Dämon verfolgt mich seit vielen Jahren. Die Soziologie in Bern, wo ich Mitte 1990er Jahre studiert und später als Assistent gearbeitet habe, war geprägt durch zwei Ausrichtungen, die sich diametral gegenüberstanden. Auf der einen Seite die qualitativ-interpretative Soziologie von Claudia Honegger, auf der andern Seite die quantitativ-formale Soziologie von Andreas Diekmann. Die Trennung war nicht nur inhaltlicher Natur. Beide Lager waren durch ihre Anordnung um den «Bärengraben» in der Mitte des Instituts auch einer geografischen Segregation unterworfen. Diesen Graben zu überwinden fand ich auf persönlicher Ebene leicht, inhaltlich war der Brückenschlag nur schwer zu vollziehen.

Die qualitative Seite konnte mich nie überzeugen. Zwar klangen die Themen der qualitativen Studien meistens beeindruckend interessant, die wissenschaftliche Ausbeute erschien mir jedoch äusserst mager: nicht viel mehr als Aneinanderreihungen von transkribierten Zitaten aus qualitativen Interviews, ergänzt mit hochtrabenden philosophisch-zeitkritischen Schlussfolgerungen, von denen mir unklar war, wie sie sich aus den Interviews hatten gewinnen lassen. Die «Qualis» schienen mir eher der schöngeistigen Prosa verpflichtet als einer wissenschaftlichen Erkenntnis, die sich

zumindest ansatzweise auf nachvollziehbare Kriterien stützte.

Zugegeben, mein Erfahrungshorizont in Sachen qualitativer Forschung ist klein und selektiv. Wahrscheinlich gibt es sehr wohl gehaltvolle qualitative Sozialforschung, die meine Worte Lügen straft, nur ist es mir Kraft meiner quantitativ geprägten Ignoranz nicht gelungen, sie wahrzunehmen. Apropos Ignoranz: Die Prominenz der Diskussion um qualitative und quantitative

Für den wissenschaftlichen Fortschritt braucht es die Koordination der Forschungsbestrebungen.

Ben Jann

Methoden ist wohl auch auf die Attraktivität vereinfachender Dichotomien zurückzuführen, welche Ignoranz fördern, da sie einem erlauben, ganze Bereiche auszublenden, ohne sich um die Details zu kümmern. Die Details sind in der Wissenschaft jedoch zentral. Nüchtern betrachtet kann ich auch der quantitativen Sozialwissenschaft kein viel besseres Zeugnis ausstellen. Zu verlockend ist es, seine Fragestellungen nur an der Verfügbarkeit von Daten zu orientieren. Zu verlockend ist ein empiristisches Vorgehen, bei dem Theorien erst nach der

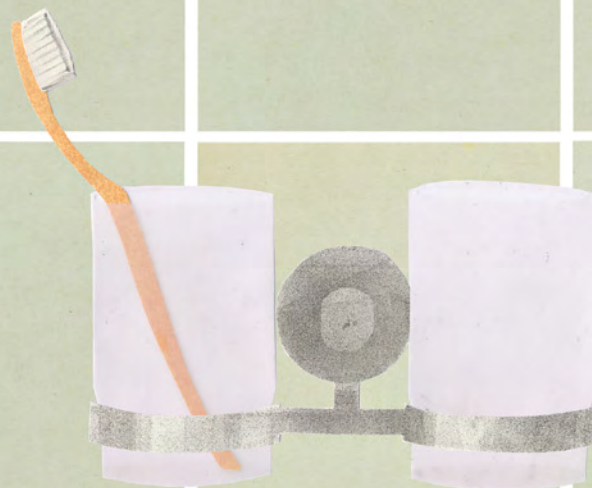
Datenanalyse zurechtgezimmert werden. Zu stark sind in der gegenwärtigen Publikationskultur zudem die Anreize für wissenschaftliche Schnellschüsse ohne Rücksicht auf die Details.

Sozialforschung ist aufgrund der Eigenheiten des Untersuchungsgegenstands kein einfaches Unterfangen, und die sozialwissenschaftlichen Disziplinen stehen meines Erachtens nach wie vor erst am Anfang kumulativer Erkenntnisgewinnung. Qualitativ oder quantitativ spielt per se keine Rolle, die Eignung einer Methode kann immer nur in Bezug auf ein gegebenes Erkenntnisziel bewertet werden. Viel wichtiger ist es, klare Erkenntnisziele und Forschungsfragen zu formulieren und durch transparentes methodisches Vorgehen eine kumulative Wissenschaft zu ermöglichen. Methoden unterschiedlicher Provenienz können bei der Bearbeitung einer Fragestellung zum Einsatz kommen, von der gängigen Jekami-Mentalität sollte man sich aber verabschieden. Wissenschaftlicher Fortschritt ist nur durch Spezialisierung möglich, gepaart mit Mechanismen zur Gewährleistung der gegenseitigen Kommunikation und Koordination der Forschungsbestrebungen.

Ben Jann ist Professor für Soziologie an der Universität Bern.

30,3

Prozent der
Bevölkerung
über 15 Jahren
in der Schweiz
fühlen sich
einsam.



1776

war das letzte Jahr,
in dem keine Nation
mit einer anderen
Krieg führte.



Treffende Zahlen – treffliche Zahlen? Johanna Schaible, Hochschule Luzern, Design & Kunst.

80 000

Twitter-Follower
hat Justin Bieber verloren,
als er sich eine
neue Frisur zulegte.



Denken in Zahlen

Die Statistik hat sich sowohl in den Wissenschaften als auch im Alltag etabliert. Indem sie riesige Datenmengen verarbeitet, soll sie der Realität auf den Grund gehen und plausible Prognosen ermöglichen. Oft aber verstellt das statistische Paradigma den Blick auf die Wirklichkeit.

Die Welt im Diagramm: Kuchen-, Balken- und Säulendiagramme stellen Mengenverhältnisse anschaulich dar, Infografiken vereinfachen komplexe Sachverhalte. In Medienerzeugnissen und wissenschaftlichen Abstracts erfassen wir Zusammenhänge auf einen schnellen Blick. Doch Grafiken sind weder neutral noch objektiv. Sie geben unser Wirklichkeitsverständnis vor, oft ohne ihre Prämissen offenzulegen. Davon handeln die künstlerischen Illustrationen auf diesen und den folgenden Seiten. Sie fordern unseren Glauben heraus, dass die Welt im Diagramm komplikationslos darstellbar und verständlich sei.



Ein Beruf hat Konjunktur:
der Statistiker, die Statistikerin.
Auf sie warten unermessliche
Datenmengen, die intelligent
ausgewertet werden sollen.
Doch im deutschen Sprach-
raum gilt die Statistik noch
immer als notwendiges Übel.
Von Valentin Amrhein

Die Kunst der Vermutung

«Der sexy Job der nächsten zehn Jahre wird Statistiker sein.» So sprach im Jahr 2008 Hal Varian, Professor für Informationstechnologie und Chefökonom von Google. Wir stehen in der Tat vor einem unvorstellbar grossen Datenberg. Die amerikanische Library of Congress speichert alle öffentlich verbreiteten Twitter-Nachrichten als Grundlage für Studien des menschlichen Sozialverhaltens. Der Datensatz beträgt zurzeit angeblich 170 Milliarden Tweets.

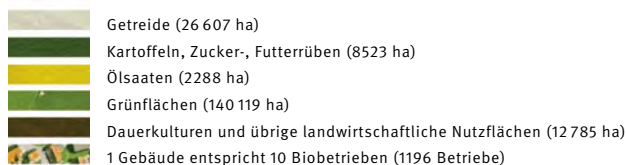
National Security Agency, Google, Migros und Coop: Für sie alle waren Informationen noch nie so leicht zu bekommen. Denn wir legen bereitwillig unsere Kundenkarten vor und lassen unsere Smartphones kommunizieren. Und das automatisierte Speichern von Daten wird immer billiger. Auch in den Laboren der Forschenden gilt: Die Kunst ist nicht mehr, Daten zu bekommen, sondern die richtigen Daten zu sammeln, sie richtig zu sammeln, eine sinnvolle Auswertung zu machen und die Resultate zuverlässig zu interpretieren und verständlich darzustellen. All dies ist Aufgabe und Kompetenz von Statistikerinnen und Statistikern. Die Unternehmensberatung McKinsey schätzt, dass allein in den USA bis zum Jahr 2018 fast 200 000 statistisch ausgebildete Fachleute fehlen werden.

«Leider sehen viele Leute in der Statistik eher ein notwendiges Übel als ein geniales Werkzeug», sagt Beat Hulliger, Professor für Wirtschafts- und Sozialforschung an der Fachhochschule Nordwestschweiz. Im deutschen Sprachraum hätten die Men-

schen offenbar Mühe, mit Phänomenen umzugehen, bei denen Unsicherheit und Wahrscheinlichkeit im Vordergrund stünden. Dabei sind Menschen eigentlich wandelnde Vorhersagemaschinen: Wir müssen abschätzen, wann das Wasser kocht, wie viel Zeit wir für den Einkauf brauchen und ob unsere Kunden das Produkt noch mögen, wenn es etwas teurer ist. Bei all diesen Entscheidungen bringen wir Daten über unser theoretisches Wissen, unsere praktische Erfahrung und die aktuellen Umstände zusammen, um daraus eine Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen eines Sachverhalts abzuleiten. Und das ist ein statistischer Prozess. «In den Vereinigten Staaten ist zum Beispiel Business Analytics das grosse Thema, also die Auswertung der Geschäftsdaten eines Unternehmens mit fortgeschrittenen statistischen Methoden. Die Ergebnisse fliessen dann in die Geschäftsplanung ein», meint Beat Hulliger. In der Schweiz sei das für viele Unternehmen noch weit weg.

Dabei liegt einer der Ursprünge der modernen Statistik in der Schweiz. Der Basler Mathematiker und Physiker Jakob Bernoulli begründete Ende des 17. Jahrhunderts die Wahrscheinlichkeitstheorie. Anlässlich des 300. Geburtstags der Publikation seines Hauptwerks veranstaltet die Swiss Statistical Society Mitte Oktober einen Kongress in Basel; das Jahr 2013 ist gar als Internationales Jahr der Statistik ausgerufen worden (www.statistics2013.org). Der Titel von Bernoullis Hauptwerk lautet «Ars Conjectandi» – die Kunst der Vermutung.

Die fiktive Flugaufnahme zeigt, wie der Kanton Bern seine Fläche landwirtschaftlich nutzt. Statistische Montage von Tobias Gutmann, Hochschule der Künste Bern.



Die Erde ist rund ($P < 5\%$)

Wozu brauchen wir welche Statistik, und was bedeutet das Wort «signifikant»? Während die Statistik des 20. Jahrhunderts an ihre Grenzen stösst, sind die 250 Jahre alten Ideen eines englischen Pfarrers wieder aktuell. *Von Valentin Amrhein*

Wie kommt eine Ärztin zu ihrer Diagnose? Die Abschätzung eines Krankheitsrisikos oder des Verlaufs einer Krankheit erfolgt auf Grundlage von Daten früherer Patienten. «Alle klinischen Entscheidungsprozesse basieren auf Statistik», sagt Andreas Papassotiropoulos, Leiter der Abteilung für molekulare Neurowissenschaften an der Universität Basel – um sogleich anzufügen: «Es gibt immer noch erschreckende Lücken im statistischen Wissen sowohl der Ärzte als auch der medizinisch und biologisch Forschenden.» Er nennt das Beispiel eines Forschers, der in einem Vortrag Messwerte einer genetisch veränderten und einer normalen Maus zeigte. Auf die Frage, wie viele Mäuse er denn gemessen habe, sagte der Forscher: «Nur diese zwei; man sieht ja, dass es einen Unterschied gibt.»

Warum bräuchte es in diesem Fall statistische Beratung? Nehmen wir an, wir interessieren uns für die Frage, ob Schweizer Männer grösser sind als Schweizer Frauen. Die einfachste Antwort erhalten wir, wenn wir wie beim Mäusebeispiel einen beliebigen Schweizer Mann und eine Schweizer Frau betrachten. Vielleicht wäre dieser Mann aber zufällig nicht grösser, sondern kleiner als die Frau. Wir würden dann aus unserer Beobachtung fälschlicherweise schliessen, dass Männer generell kleiner als Frauen sind. Üblicherweise nehmen Forschende deshalb grössere Stichproben und messen zum Beispiel die Körpergrösse von je 50 zufällig ausgewählten Männern und Frauen. Wie aber könnte man die Messwerte miteinander vergleichen? Es ist kaum sinnvoll, sich jeden Datenpunkt einzeln anzuschauen. Wir müssen die Daten vereinfachen, etwa indem wir den Durchschnitt der Männer und der Frauen vergleichen.

Im Durchschnitt tot

Nun ist der Durchschnitt ein statistisches Modell und entspricht nicht der Wirklichkeit. Keine einzige Person in der Schweiz wird tatsächlich auf den Nanometer genau so gross sein wie der Durchschnitt. Ein Sprichwort bringt es auf den Punkt: Wenn der Jäger am Hasen einmal links und einmal rechts vorbeischießt, dann ist der Hase im Durchschnitt tot. «Man kann einem Patienten aufgrund des durchschnittlichen Verlaufs ähnlicher Krankheitsfälle nicht

sicher sagen, wie es ihm morgen gehen wird», sagt Andreas Papassotiropoulos.

Der Umgang mit dieser Tatsache erfordert ein gewisses statistisches Bewusstsein sowohl auf Seiten des Arztes wie auch des Patienten. Der Durchschnitt ist zwar ein gutes Modell, aber Ärzte müssen das Modell immer auch mit individuellen Daten über den einzelnen Patienten ergänzen. Und mit der aufkommenden personalisierten Medizin werden diese Daten immer umfangreicher. Weil Statistik in Forschung und medizinischer Praxis ständige Begleiterin ist und lebenslanges Lernen erfordert, müsse die Statistik-Ausbildung an den Hochschulen und Universitäten während des ganzen Studiums erfolgen, sagt Papassotiropoulos.

Wenn Statistik Spass macht

Schliesslich kann Statistik sogar Spass machen. Das merkt man spätestens, wenn man in einem Forschungsprojekt um die statistische Auswertung nicht mehr herum kommt. Und Statistik ist viel mehr als das Errechnen von durchschnittlichen Körpergrössen und die übersichtliche Präsentation der Daten. Solcher beschreibenden Statistik steht die so genannte schliessende Statistik gegenüber, in der es zum Beispiel darum geht, wissenschaftliche Hypothesen zu überprüfen und zu quantifizieren, wie «signifikant» ein Resultat ist. Was aber bedeutet statistische Signifikanz?

Zurück zum Beispiel mit den Körpergrössen. Das Grundproblem der Stichproben ist der so genannte Stichprobenfehler: Vielleicht haben wir ja rein zufällig grosse Männer und kleine Frauen ausgesucht. Ein einfacher statistischer Test kann zeigen, ob der Unterschied in den Mittelwerten der 50 Frauen und Männer so zuverlässig ist, dass wir tatsächlich auf die Gesamtheit der Menschen in der Schweiz Rückschlüsse ziehen können.

Um das Konzept der Signifikanz zu verstehen, muss man ein paarmal um die Ecke denken. Eine statistische Analyse geht

Unfallstatistik der Stadt Bern, 2008.
Ausschnitt aus einem Leporello.
Kaspar Allenbach, Hochschule der Künste Bern.

üblicherweise von der so genannten Nullhypothese aus – in unserem Fall: dass Männer und Frauen genau gleich gross sind. Mit einem statistischen Modell kann man dann simulieren, wie gross die Unterschiede in den Mittelwerten der Körpergrösse von Männern und Frauen wären, wenn wir beliebig viele hypothetische Stichproben von je 50 Männern und Frauen nähmen. Wenn dabei der Grössenunterschied, den wir tatsächlich gefunden haben, in weniger als fünf Prozent der Fälle auftritt, sagt man, das Ergebnis sei signifikant: Der von uns gefundene Grössenunterschied wäre sehr unwahrscheinlich, gegeben, dass in Wirklichkeit Männer und Frauen gleich gross sind.

Die meisten natur-, sozial- oder wirtschaftswissenschaftlichen, psychologischen oder medizinischen Studien haben nur dann eine Chance auf Veröffentlichung, wenn die Ergebnisse signifikant sind. Aus Sicht vieler Forschender ist das wohl ein Hauptgrund dafür, dass es Statistik braucht. Das Problem ist nur: Ein signifikantes Ergebnis beantwortet leider nicht unsere Forschungsfrage. Denn mit einem Signifikanztest haben wir nur geprüft, wie wahrscheinlich unser Unterschied in den Mittelwerten ist, gegeben, dass die Nullhypothese zutrifft, nämlich dass Frauen und Männer in Wahrheit gleich gross sind. Wie für die meisten Nullhypothesen war auch für diese von vornherein klar, dass sie nicht zutrifft: Wann sind schon zwei Gruppen von Lebewesen exakt gleich gross? Zudem waren wir nicht an der Nullhypothese interessiert, sondern an der Hypothese, dass Männer grösser sind als Frauen. Leider liefert uns aber die klassische Nullhypothesen-Statistik keine Information, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Hypothese zutrifft.

Dem P-Wert verfallen

Schliessende Statistik macht also in den meisten Fällen nicht, was sie soll. Trotzdem sind Forschende und Laien, Journalistinnen und Zeitungsleser dem Wort signifikant hörig und dem sogenannten P-Wert verfallen, der eben kleiner als fünf Prozent sein muss, um signifikant zu sein (P steht für «probability» und bezeichnet die Wahrscheinlichkeit unseres Ergebnisses oder eines noch extremeren Ergebnisses, gegeben, dass die Nullhypothese zutrifft). Die Kritik

an Nullhypothesentests ist fast so alt wie der P-Wert selber, der Anfang des 20. Jahrhunderts erfunden wurde. Am schönsten hat den Unsinn des P-Werts sowie die Tendenz der Wissenschaftler, P-Werte zu wichtig zu nehmen, der grosse Psychologe und Statistiker Jacob Cohen auf den Punkt gebracht, der seine 1994 in «American Psychologist» veröffentlichte Nullhypothesenkritischen Publikation «The earth is round ($P < 5\%$)» betitelte.

«Man kann mit Bayesianischer Statistik viel komplexere Modelle rechnen.»

Penelope Vounatsou

Die klassische Statistik entfernt sich daher vom Testen von Nullhypothesen und konzentriert sich eher darauf, Muster in den Daten zu identifizieren, um zum Verständnis der zugrunde liegenden Prozesse beizutragen. Es gibt schon seit etwa 250 Jahren eine Alternative zu den Signifikanztests: Die Bayesianische Statistik, die auf den englischen Mathematiker und Pfarrer Thomas Bayes zurückgeht. Diese Art der Statistik hat drei grosse Vorteile: Erstens kann man früheres Wissen in die Berechnungen einbeziehen, man muss also nicht bei jeder Datenerfassung so tun, als hätte noch nie jemand das Gleiche untersucht. Zweitens erhalten wir damit, was wir wirklich wollen, nämlich eine Angabe über die Wahrscheinlichkeit, dass unsere Hypothese zutrifft.

Den dritten Vorteil erklärt Penelope Vounatsou, Statistikerin am Schweizerischen Tropen- und Public-Health-Institut in Basel: «Man kann mit Bayesianischer Statistik viel komplexere Modelle rechnen als mit den klassischen statistischen Methoden.» In den statistischen Modellen des Tropeninstituts wird zum Beispiel für jedes einzelne von 10 000 Dörfern geschätzt, wie viele Menschen zu einer gewissen Zeit vermutlich an einer bestimmten Krankheit leiden, womit die klassischen statistischen Methoden überfordert wären. «Auch

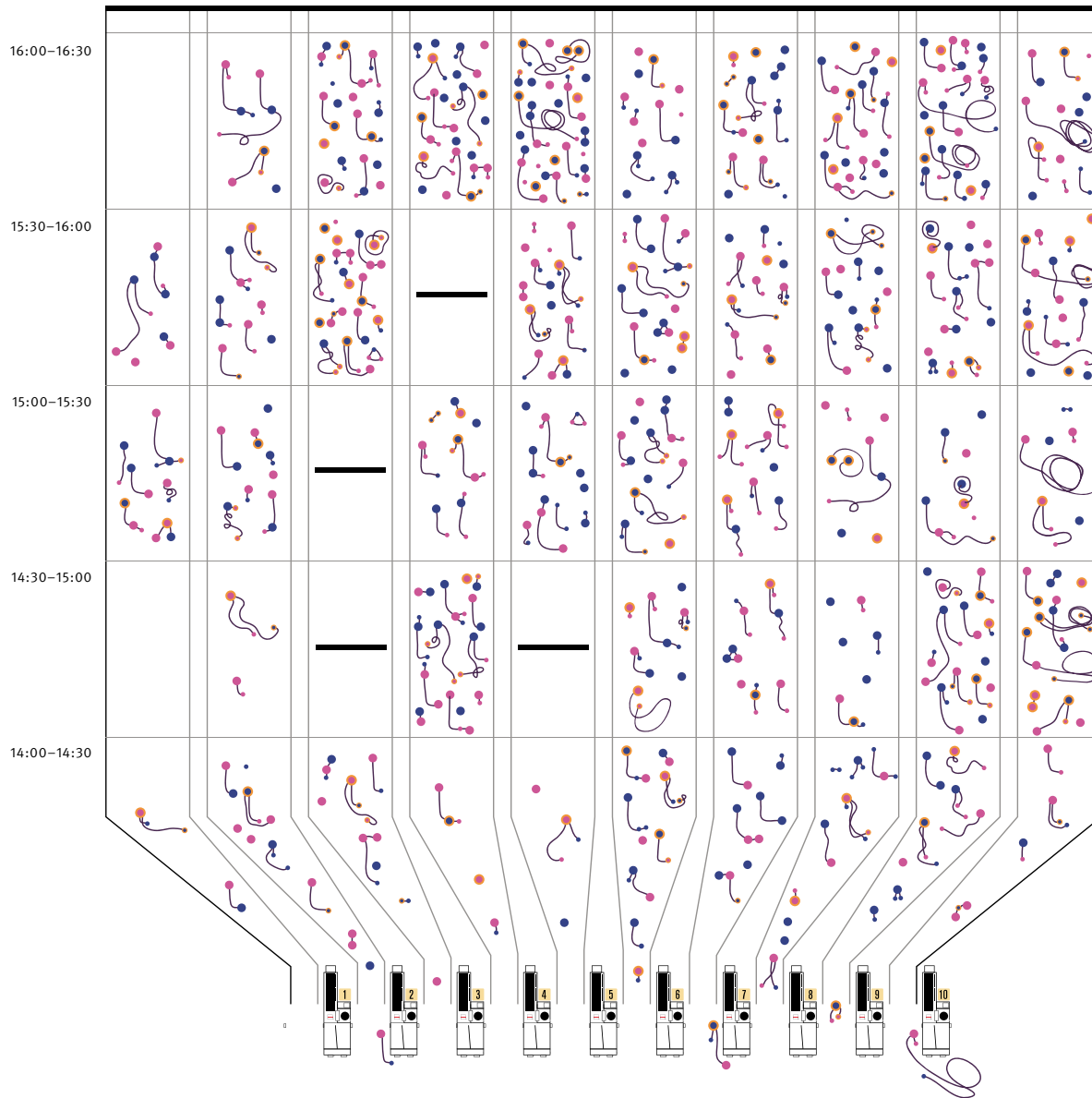
in den «Omiks» ist Bayesianische Statistik die Zukunft», sagt Penelope Vounatsou. Sie meint damit zum Beispiel die Proteomik oder Genomik, die sich mit den Funktionen und dem Zusammenwirken aller Proteine oder Gene einer Zelle oder eines Organismus befassen.

Mathematisch kaum lösbar

Warum hat sich die Bayesianische Statistik nicht schon vor 250 Jahren durchgesetzt? Das Problem ist, dass Bayesianische Modelle aufgrund der komplizierten Integrale mathematisch oft kaum mehr lösbar sind. Erst durch die Entwicklung von Simulationstechniken in den 1970er Jahren in Kombination mit dem Aufkommen von leistungsstarken Personalcomputern wurden die Methoden allgemein anwendbar. Folglich wird über einige Methoden noch diskutiert, etwa über die korrekte Einbeziehung früheren Wissens in die Berechnungen. Auch sind die Methoden oft noch wenig standardisiert, sodass es noch keine statistische Software gibt, in denen mit ein paar Klicks ein Bayesianischer Test durchzuführen wäre. Die Frage ist auch, ob es das jemals geben wird, da für viele Analysen Spezialisten erforderlich sind. Also schreiben die Forschenden um Penelope Vounatsou die benötigten Computerfunktionen in verschiedenen Programmiersprachen selber.

Auch Andreas Papassotiropoulos hat an der Abteilung für molekulare Neurowissenschaften für die Bayesianischen Analysen einen Mathematiker angestellt. Trotzdem schliesst er sein Plädoyer für eine lebenslange statistische Weiterbildung möglichst der ganzen Bevölkerung mit den Worten: «Auch wenn wir die Auswertungen in Zukunft den Spezialisten überlassen werden: Das entbindet Forscher, Ärzte und andere Auftraggeber nicht davon, die Methoden zu verstehen. Denn wir sind es schliesslich, die die Ergebnisse interpretieren und darauf aufbauend unsere Entscheidungen treffen müssen.»

Warteschlangen an der Supermarktkasse, beobachtet an Samstagen zwischen 14 und 16.30 Uhr, 2009.
Timo de Wit, Hochschule der Künste Bern.

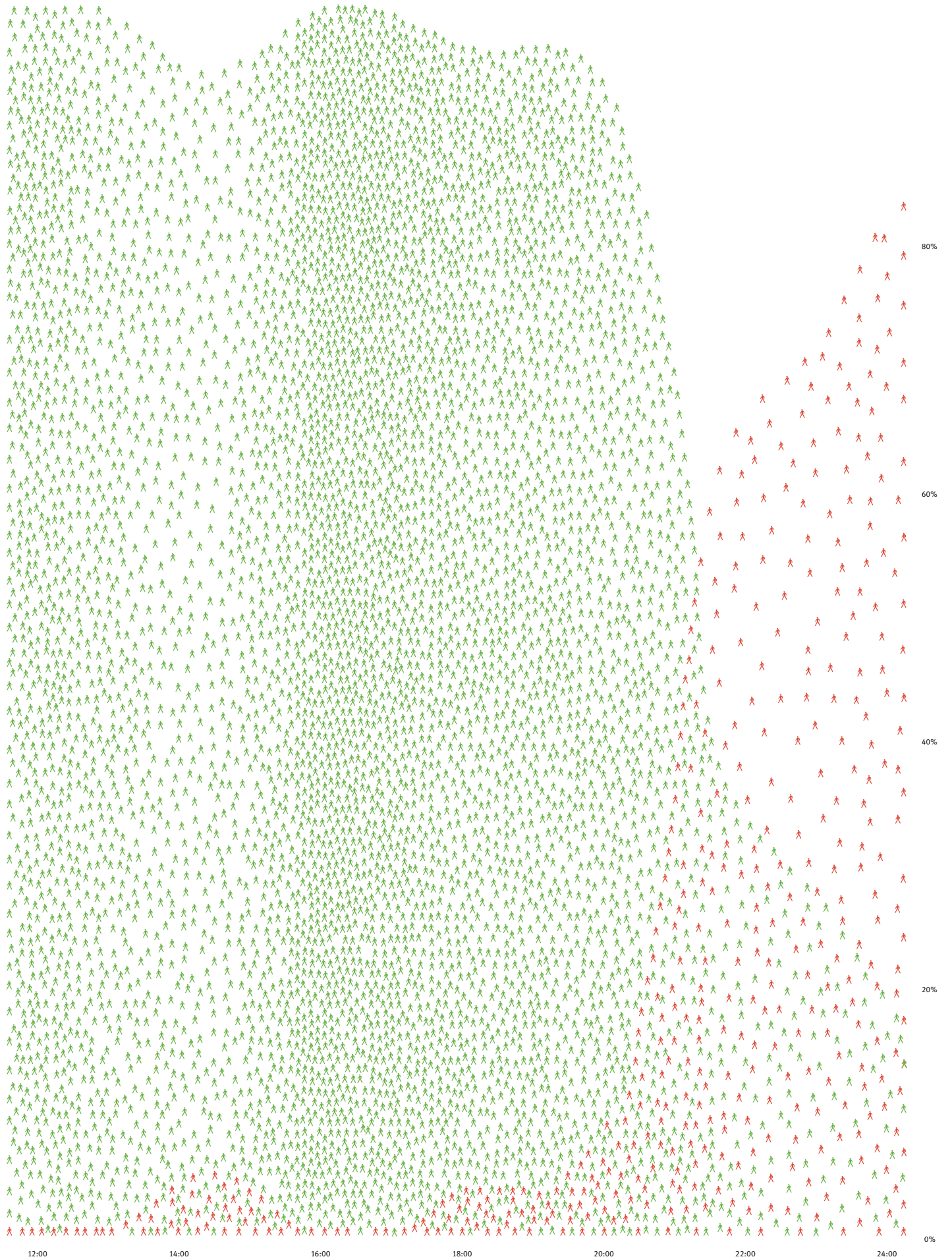


Legende

● männlich ● weiblich ● Nervosität und Aufregung (Zusammengehörigkeit & Interaktion ● Alter 0-18 ● Alter 18+

Ausgewählte Beispiele

● verärgerte Frau rügt Ehemann ● Vater und Sohn bezahlen, Mutter und Tochter packen ein ● befreundete Mütter mit Kinderwagen
 ● Junge auf Rutsche, Mutter an Kasse ● eingespieltes Paar ● Junge imponiert zwei Mädchen (kauft Eis) ● Vater bezahlt, Mutter und Tochter lustwandeln
 ● Jugendlicher als Mediator ● Vater besorgt um davonsputende Kinder ● knutschende Eltern, Tochter packt ein



Ausgetüftelt von Gelehrten der frühen Neuzeit, hat die Statistik einen Siegeszug angetreten. Bei all seiner Nützlichkeit für die sozialstrukturelle Durchdringung der Gesellschaft: Das statistische Denken verdeckt oft die Sicht auf die Realität. *Von Urs Hafner*

Jenseits der qualitativen Färbung

Wie der «Blick» kürzlich unter Berufung auf die Schweizerische Depeschagentur gemeldet hat, bringen laut einer neuen Studie Länder, deren Bewohnerinnen und Bewohner viele Milchprodukte konsumieren, überproportional viele Nobelpreisträger hervor. An der Spitze der Rangliste rangiert Schweden, am Schluss steht China. Die humorige Spekulation des Forschers: Milch enthalte viel Vitamin D und werde häufig in Kombination mit Schokolade konsumiert, deren hoher Gehalt an Flavonoiden die geistigen Fähigkeiten ebenfalls steigere.

Obschon die in einer renommierten Zeitschrift publizierte Studie als Kritik an der einfältigen Verwendung statistischer Daten gelesen werden könnte, wurde sie von einigen Medien dahingehend zitiert, dass der angedeutete Zusammenhang tatsächlich bestehe, dass also – dieser Schluss liesse sich ziehen – die Chinesen im Schnitt dümmer sind als die Westeuropäer. Die mediale Rezeption führt die Plausibilität der Ergebnisse auf die Autorität der Zahlen zurück. Damit stützt die Studie ein Bild der Wirklichkeit, von dessen Wirkmächtigkeit sie zugleich zeugt: Real ist, was sich numerisch belegen, was als Durchschnitt, als repräsentativ gilt.

Zuhinterst die Rumänen

Dass die statistische Sicht der Dinge nicht Klischees über die Chinesen reproduziert, sondern sozialkritisch ausfällt, ist kein Garant dafür, dass sie reflexiv erfolgt. Eine Unicef-Studie zitierend, hat die «Frankfurter Allgemeine Zeitung» kürzlich berichtet, es gehe den deutschen Kindern und Jugendlichen materiell gut, doch sie würden «immer unglücklicher». Gemessen am durchschnittlichen Lebensstandard, an den Bildungsmöglichkeiten, der Gesundheit und der Umwelt rangierten sie auf Platz 7 – Rang 1 nehmen die niederländischen Kinder ein, das Schlusslicht bilden die rumänischen mit Rang 29 –, doch gemäss der Einschätzung ihrer Befindlichkeit landeten sie nur auf Rang 22. Auf dem letzten Platz stehen wiederum die Rumänen.

Die Studie verweist damit auf ein grosses gesellschaftliches Problem: Dass Kinder sich trotz Wohlstand unwohl fühlen und die Lebensbedingungen für osteuropäische Jugendliche massiv schlechter sind als für nordeuropäische.

Auch die Unicef-Studie operiert mit quantitativen Daten und gibt die standardisiert und daher nur oberflächlich erfassten subjektiven Einschätzungen der Kinder als Durchschnittswerte wieder. Das Resultat ist zweischneidig: Was einerseits von den schwierigen Lebensbedingungen in Rumänien zeugt, zementiert andererseits das – letztlich abwertende – Vorurteil über die Armseligkeit seiner Bewohner. Dem durchschnittlichen rumänischen Kind geht's schlecht – obschon es dieses Kind gar nicht gibt. Indem die Statistik alle Untersuchten in den gleichen Topf wirft, schafft sie eine eigene Realität.

Die Prognosen und das Ergebnis

Die meisten Medien pflegen ein inniges Verhältnis zum Register des Statistischen oder Vulgarstatistischen. Meldungen und Berichte, die mit quantitativen Daten aufwarten, erhöhen ihre Glaubwürdigkeit. Umgekehrt fühlen sich die Konsumenten in ihrer Sicht der Dinge bestärkt, wenn diese von der medialen Instanz geteilt wird. Im Fall der omnipräsenten repräsentativen Meinungsumfragen schliesst sich der Kreis: Die Medien produzieren tendenziell an Inhalten, was die Konsumenten sich wünschen, und die Konsumenten wünschen sich, was die Medien produzieren. Meinungsumfragen sind für Medien im Vorfeld von Volksabstimmungen besonders wichtig. Stetig begleiten sie den politischen Kampf, schrittweise steigern sie die Spannung. Zugleich aber gleichen die statistisch erhobenen Prognosen sich an das zu erwartende Ergebnis an. Die Statistik nimmt die Realität vorweg.

Auch in der Politik und in der Verwaltung spielt die Statistik eine wichtige Rolle. Kaum ein Entscheid beispielsweise der Migrationspolitik oder der Gesundheitspolitik kommt ohne Bezug auf Statistiken aus. Diese Politiken legitimieren sich, indem

Verhalten der Passanten an einem Fussgängerstreifen zwischen Mittag und Mitternacht. Die Illustration gibt wieder, wie viele Menschen die Strasse zu welcher Zeit bei Grün respektive bei Rot überqueren. Sabine Affolter, Hochschule der Künste Bern.

Die Bücher drücken die Anzahl Ausleihen und Besucher sowie das Medienangebot von neun öffentlichen Bibliotheken der Kantone Uri, Wallis, Aargau, Neuenburg, Luzern, Basel-Land, Basel-Stadt, Bern und Genf aus (von links nach rechts), 2009. Katja Rüfenacht, Hochschule der Künste Bern.

sie sich an sozialstrukturellen Kennzahlen ausrichten, etwa am Anstieg oder an der Abnahme der Asylgesuche oder dem Zusammenhang zwischen Lebensstil und Sterberisiko. Der politische Streit entzündet sich in der Regel an der Interpretation der Zahlen und den daraus abzuleitenden Massnahmen, nicht aber an den Zahlen selbst und am Wert, den man ihnen beimisst: einen bevorzugten Zugang zur Realität zu verschaffen.

Das statistische oder eben vulgärstatistische Denken ist zur dominanten Erkenntnisweise aufgestiegen. Sie prätendiert, objektiv zu sein (oder zumindest objektiver als andere Deutungsweisen). Ihren einzigartigen Status habe die Statistik durch eine «eigenartige Interaktion zwischen zwei ansonsten deutlich verschiedenen Autoritätsformen» erreicht, nämlich der Autorität der Wissenschaft und der des Staates, schreibt Alain Desrosières in seiner «Politik der grossen Zahlen». Seit dem 17. Jahrhundert emanzipierte sich die Philosophie von der Autorität der Religion und der Fürsten und entwickelte Denkweisen, mit denen zukunftsbezogene Entscheidungen untermauert und – mit Hilfe der Fehlerrechnung – die Grade der Zuverlässigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse bestimmt werden konnten.

Staatenkunde

Gleichzeitig gewannen zur Zeit des Absolutismus die Fürsten an Einfluss auf ihre Territorien und deren Verwaltung. Sie benötigten eine Statistik, die laut Desrosières als «kognitiver Äquivalenzraum» zur Wirklichkeit konstruiert war, mit dem Gesellschaften beschrieben, verwaltet und geformt werden sollten. In der Herausbildung dieser Statistik war Deutschland mit seinen unzähligen Fürstentümern führend. Der Begriff Statistik – also Staatenkunde – ist denn auch eine Wortschöpfung des deutschen Juristen und Historikers Gottfried Achenwall (oder eines seiner Kollegen). In England dagegen entwickelten sich die politische Arithmetik und Rechen-techniken, während Frankreich gelehrte empirische Beschreibungen und Enquêtes hervorbrachte.

Diese statistischen Stränge bestanden zunächst nebeneinander und waren keinesfalls unangefochten. Die deutsche Statistik etwa stiess zu Beginn des 19. Jahrhunderts in den «Göttingischen Gelehrten Anzeigen», einer damals führenden wissenschaftlichen Zeitschrift, auf harsche Kritik: «Diese armen Narren verbreiten die verrückte Idee, dass man die Macht eines Staates durch die Kenntnis seiner Fläche, seiner Bevölkerung, seines Nationaleinkommens und der Anzahl Tiere erfassen kann, die seine Weiden ringsumher abgrasen.» Dass die statistische Erkenntnisweise eine Angelegenheit Verrückter sei, hätte bereits in der Jahrhundertmitte kaum noch jemand behauptet, jedenfalls keiner der Angestellten der vielen neu entstandenen staatlichen Statistikdienste. Das Eidgenössische Statistische Bureau – das heutige Bundesamt für Statistik – entstand im internationalen Vergleich spät, erst 1860. Die republikanische und föderale Schweiz war anfänglich gegenüber der numerischen Aufschlüsselung der Gesellschaft zurückhaltend.

Organisierter Kapitalismus

Der Durchbruch der modernen Statistik, wie sie heute in Wissenschaft und Politik angewendet wird, erfolgte ausgehend von den Vereinigten Staaten um die Mitte des 20. Jahrhunderts. Das statistische Feld wurde unter dem Paradigma der Mathematik international vereinheitlicht: Meinungsumfragen auf der Grundlage repräsentativer Stichproben, volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, der Einsatz des Computers. Eine grosse Bedeutung hatte die Statistik beim sozialpolitischen Kampf um den Ausbau des organisierten Kapitalismus mit seinen Wohlfahrtseinrichtungen, weil man nun die Zahl der Bedürftigen und deren zur Existenz benötigte Mittel berechnen und darüber streiten konnte. Aber auch der politisch nicht weniger umstrittene Rückbau des Sozialstaats, der seit einigen Jahren im Gang ist, beruft sich auf statistisches Wissen.

Dieses wird nicht nur von der mathematisch ausgeklügelten Wissenschaft der Statistik produziert, die in der Schweiz an

den Eidgenössischen Technischen Hochschulen stark vertreten ist und deren Operationen nur den Spezialisten verständlich sind. Unter der Ägide der *hard sciences* und neuerdings der *big data* haben sich in den meisten Wissenschaften quantifizierende Methoden etabliert. Während die Naturwissenschaften traditionell statistische Ansätze benutzen, halten diese seit einigen Jahrzehnten in den Sozialwissenschaften Einzug.

Die Politikwissenschaften, die Psychologie, die Ökonomie und Teile der Soziologie orientieren sich mittlerweile strikt am Erkenntnismodell der Naturwissenschaften. Unüberhörbar ist dabei ihr Stolz, die ehemals weichen, «unpräzisen» Disziplinen in «richtige» Wissenschaften transformiert zu haben. Das bedeutet freilich auch, dass sie nur jene Bereiche der sozialen Wirklichkeit angemessen erfassen, die quantifizierbar und experimentell reproduzierbar sind. Der grosse Rest – was Max Weber die «qualitative Färbung der Vorgänge» genannt hat – bleibt unsichtbar: Mentales, Deutungen, Gefühle, aber auch Handlungen, ja die gerinnende und sich verflüssigende soziale Realität.

Die Statistik ist die Leitdisziplin der sozialtechnologischen Planung und Steuerung der heutigen Gesellschaften. Dadurch wird von den Instanzen der Medien, der Politik und der Wissenschaften eine bestimmte Art von Wirklichkeit produziert – die Welt als eintöniges Aggregat von Zahlen und Mengenverhältnissen. Statistisch angeleitet, sucht die Gesellschaft sich diesem Aggregat anzugleichen.

Zwischen Abstraktem und Wirklichem

Modelle an die Wirklichkeit anpassen, obschon diese nicht erreicht werden kann: Daran arbeiten Statistikerinnen und Statistiker. *Von Simon Koechlin*

«**S**tatistik ist eine Art Detektivarbeit. Man sucht Daten nach Anhaltspunkten ab, um zu verstehen, was man sieht», sagt Anthony Davison. Er ist demnach ein Datendetektiv. Als Professor für Statistik an der ETH Lausanne untersucht er unter anderem Extremereignisse. Aussergewöhnliche Vorfälle treten in vielen Bereichen auf: Hitzewellen und Starkregen gehören ebenso dazu wie Sportrekorde oder Börsencrashes. Davison entwickelt Methoden, mit denen man die Häufigkeit oder das Risiko von seltenen Ereignissen mit Hilfe statistischer Modelle verstehen kann.

Dabei gibt es kein Patentrezept. «Es gibt viele Arten, solche Ereignisse zu modellieren», sagt Davison. «Aber wenn man mit der Arbeit beginnt, rücken die Methoden in den Vordergrund, die dazu je passende mathematische Eigenschaften haben.» Ist eine geeignete statistische Struktur gefunden, folgt der Härtestest: Die Formeln werden darauf untersucht, ob sie mit den Hitzewellen- oder Niederschlagsdaten kompatibel sind. Dann beginnt das Ganze meist von vorn: Das Modell wird angepasst, verbessert, verfeinert. «Entscheidend ist, dass das Modell die Daten angemessen wiedergibt», sagt Davison.

Fast optimal

Und an Daten herrscht kein Mangel. «Früher mass man vielleicht Blutdruck und Puls», sagt Sara van de Geer, Professorin für Statistik an der ETH Zürich. «Heute werden in einer medizinischen Studie schnell einmal bei jeder Versuchsperson 20 000 Gene bestimmt, und dann will man wissen, welche davon auf eine Krankheit Einfluss haben.» Die Kunst der Statistiker besteht dann darin, jene Parameter zu finden, die für eine bestimmte Fragestellung von Belang sind. Van de Geer forscht an einer Methode namens Lasso, die in den letzten Jahren populär geworden ist. «Man kann mit Lasso Vorhersagen machen, die fast optimal sind», sagt sie. Aber eben nur fast: Wird ein Experiment wiederholt, das die Daten für ein Lasso-Modell liefert, ändert sich auch die Vorhersage ein wenig. Die Aufgabe der Statistiker ist es, solche Variabilitäten zu schätzen. Es habe sich allerdings gezeigt, dass dies für Lasso mathematisch unmöglich sei, sagt die Forscherin. «In meiner Detektivarbeit muss ich mir

«Zur Statistik gehört, dass immer eine Unsicherheit bleibt.»

Sara van de Geer

also andere Ziele setzen – ich nehme zum Beispiel statt der 20 000 Parameter nur einzelne unter die Lupe.»

Die Hilfsmittel sind immer dieselben: Methoden entwickeln, programmieren und mathematische Beweise führen. Doch Statistiker müssten auch mit Leuten zusammenarbeiten, die sonst kaum mit Mathematik zu tun haben, sagt Anthony Davison. Denn Anwendungen aus anderen Fachgebieten beeinflussen auch die Arbeit der Grundlagenstatistiker – «und sie regen zu neuen Projekten an», sagt er. Viele grundlegende Ideen in der Statistik seien aus einer Anwendung entstanden. Ein berühmtes Beispiel ist das Prinzip der Randomisierung. Der britische Forscher Ronald A. Fisher erfand dieses Verfahren ursprünglich für Experimente in der Agrarwirtschaft. Heute findet es in den meisten Wissenschaftszweigen Anwendung – vor allem in der Medizin, wo zum Beispiel Versuchspersonen nach dem Zufallsprinzip unterschiedlichen Behandlungsgruppen zugeordnet werden.

Zur Statistik gehöre allerdings auch, dass immer eine Unsicherheit bleibe, sagt van de Geer. Ein Modell ist auch im besten Fall nur eine Annäherung an die Wirklichkeit. Und Davison ergänzt: «Wir nehmen zum Beispiel für Klimaprognosen oft an, dass sich die Zukunft grundsätzlich ähnlich verhalten wird wie die Vergangenheit. Aber ob das so ist, weiss niemand. Wenn nicht, müsste man überdenken, wie die bisher gesammelten Daten für Vorhersagen genutzt werden sollen.»

Trotzdem ist es gerade das Zusammenspiel zwischen dem Abstrakten und dem Wirklichen, das Davison an seinem Gebiet reizt. Da arbeite er zum Beispiel an einem Modell, das die Ausbreitung und den Verlauf von heftigen Regenstürmen beschreibt. «Und dann merke ich, dass sich die reale Welt tatsächlich ähnlich verhält wie das Modell. Das ist faszinierend.»

«Entschleunigung täte gut»

Im Idealfall geht altes Wissen im neuen auf. Dieser Fall ist aber nicht die Norm, sagt der Wissenschaftshistoriker Hans-Jörg Rheinberger.

Die Wissenschaften leben davon, dass viele Leute intensiv nachdenken und Annahmen überprüfen, doch weil nur das Neuste zählt, liegen unzählige kluge Gedanken brach.

Was passiert mit dem Wissen von gestern?

Das ist eine spannende, aber auch eine grosse Frage. Wissen verjährt auf verschiedenen Wegen. Im optimalen Fall liefert das alte Wissen das Werkzeug für neue Fragen. Die zweite Möglichkeit: Wissen wird marginalisiert, ohne dass es widerlegt oder falsifiziert würde. Der Grossteil des wissenschaftlich erzeugten Wissens endet so, was aber nicht heisst, dass es unwichtig wäre oder nicht wieder relevant werden könnte. Die dritte Möglichkeit: Wissen geht vergessen, fällt aus dem Kontext – oft zu Unrecht.

Manche neuen Diskussionen in der Hirnforschung muten wie Wiederholungen der Debatten des 19. oder gar 18. Jahrhunderts an, ohne dass sie darauf Bezug nehmen.

Die Memorierungszyklen der Wissenschaften werden kürzer. In den Naturwissenschaften sind zitierfähige Schriften höchstens noch fünf bis zehn Jahre alt; was weiter zurückliegt, wird entweder nicht erwähnt oder läuft unter «man weiss, dass ...» – was ein Zeichen dafür ist, dass das alte Wissen im neuen aufgegangen ist. Es gibt in den Wissenschaften eine Amnesie, die mit ihrem Innovationsdiskurs zusammenhängt.

Was würden Sie gegen diese Amnesie verordnen?

Für die Wissenschaften und besonders die Naturwissenschaften sollte vermehrt gelten, was etwa für die Künste selbstverständlich ist: Dass sie eine Geschichte haben. Diese unter Dauerreflexion zu stellen sollte eigentlich zu den Kernbeständen



Fernanda Solinger

unserer Kultur gehören. Nicht nur die Geistes- und Sozialwissenschaften, sondern auch die Naturwissenschaften sollten sich stärker bewusst sein, dass sie selbst ein integraler Bestandteil dieser Kultur sind. Und mit Blick auf die hohen Publikationskadenzen täte grundsätzlich allen Wissenschaften eine Entschleunigung gut.

«Es gibt in den Wissenschaften eine Amnesie, die mit ihrem Innovationsdiskurs zusammenhängt.»

Unter dem Innovationsregime scheint die Produktivität der Biologie viel höher zu sein als etwa der Philosophie, die teils zu ähnlichen Antworten kommt wie vor zweitausend Jahren.

Ich würde die empirisch verfahrenenden Lebenswissenschaften nicht unmittelbar mit der Reflexionswissenschaft Philosophie vergleichen. Die Geschichte der Geisteswissenschaften zeigt jedoch, dass es auch hier zu Neuerungen kommt, etwa in der Medientheorie und der historischen Epistemologie, um nur auf das letzte halbe Jahrhundert zu blicken, oder gar zu koper-

nikanischen Wenden. Man denke an Kant, der die Philosophie kritisch erneuerte.

Kant arbeitete in seinem kleinen Königsberger Kosmos. Kann es zu grossen Wenden auch durch Anstösse von aussen kommen?

Ein Beispiel ist das Humangenomprojekt, das vom US-Kongress finanziert wurde. Das politisch vorgegebene Ziel lautete, das Buch des Lebens zu entschlüsseln, doch zur grossen Überraschung der Wissenschaftler stiessen diese nicht auf die geschätzten 100 000 Gene auf dem menschlichen Genom, sondern nur auf etwa 20 000 – sowie auf ein grosses unbekanntes Terrain. Daraus ist die Epigenetik entstanden. Das unantizipierte Ergebnis der Forschung hat den Fokus der Frage verschoben. Das Beispiel zeigt, dass sich die Grenze zwischen einer von innen – von den Wissenschaftlern – und einer von aussen – der Politik – angestossenen Erneuerung nicht sauber ziehen lässt. *Interview uha*

Hans-Jörg Rheinberger ist Direktor am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin und Honorarprofessor für Wissenschaftsgeschichte an der TU Berlin. Er studierte Philosophie und Molekularbiologie. 2006 erhielt er den Cogito-Preis. Rheinberger publiziert auch Gedichte.

Schwierigkeiten spielend meistern

Die Informatikerin Olga Sorkine-Hornung vereinfacht mathematische Formeln. Damit schenkt sie Trickfilmfiguren lebensechte Grimassen und verhilft Hörbehinderten zu individuell abgestimmten Geräten. *Von Leonid Leiva*

Als Olga Sorkine-Hornung das erste Mal einen Computer sah, besuchte sie als sowjetische Jungpionierin die zweite Schulklasse. «Es war der Kinderzukunftstag, und mein Vater führte mich durch das Moskauer Physikinstitut, an dem er forschte. Plötzlich standen wir vor einer riesigen Arbeitsstation, auf deren Bildschirm nur zwei Farben schimmerten: Schwarz und Grün.» Die Begegnung mit dem Rechner und der Hinweis des Vaters, darauf könne man dank Mathematik Bilder zeichnen, prägten das damals achtjährige Mädchen.

Der nächste biografische Einschnitt ereignete sich fünf Jahre später: Ihre Eltern beschlossen, aus Russland auszuwandern. Sie wollten, nicht zuletzt ihrer Tochter zuliebe, in Israel ein neues Leben anfangen. Doch für die heranwachsende Olga war die Wahlheimat ihres jüdischen Vaters eine Herausforderung. Als «Nerd» – wie sie sich selbst bezeichnet – und aufgrund ihres mit weichen russischen Konsonanten gespickten Hebräisch fiel es ihr schwer, sich in der Schule zu integrieren.

Ihr Rettungsanker waren ihre überdurchschnittlichen schulischen Leistungen. «Schulerfolg wird in Israel hoch geschätzt», sagt Olga Sorkine-Hornung. Als 15-Jährige begann sie, Vorlesungen an der Universität in Tel Aviv zu besuchen, und sie setzte ihr Studium der Mathematik und Informatik selbst während der in Israel auch für Frauen obligatorischen Militärdienstzeit fort, so dass sie mit 19 Jahren ihren ersten Hochschulabschluss in der Tasche hatte.

Der Frühstart war der Anfang einer internationalen Forscherkarriere, die nach Aufenthalten in Berlin und an der New York University zu einer Assistenzprofessur an der ETH Zürich geführt hat. Mit dem Wechsel vom Big Apple an die Limmatstadt zog Olga Sorkine-Hornung in die Nähe ihres Partners und gleichzeitig an ein Institut, das sie zu den weltweit führenden auf dem Gebiet der Computergrafik zählt.

Mit 32 Jahren hat sie ihre Leidenschaft für computergenerierte Bilder zum Beruf gemacht. Ihre Arbeit trägt dazu bei, dass Zeichentrickfilme immer echter wirken. Im Mittelpunkt ihres Interesses steht die Haut, wie sie sich etwa beim Grimassenschneiden verformt. Die Aufgabe ist nur scheinbar simpel, denn die Verformungen der Haut werden durch komplizierte Differenzialgleichungen beschrieben.

Mit Walt Disney zusammenarbeiten

In Zusammenarbeit mit Filmindustrie-Giganten wie Walt Disney giesst das Team um Olga Sorkine-Hornung solche Gleichungen in Modelle um, die den Zeitaufwand für die Berechnungen reduzieren. Um den Computer zu entlasten, können die Forschenden aber nicht einfach beliebige Berechnungsschritte auslassen, denn so leicht lasse sich das Auge nicht täuschen, sagt die Forscherin. Vielmehr müsse das Modell die wesentlichen Elemente einer Pose erfassen, damit diese realistisch wirke. Am Ende entscheiden die Zuschauer, ob das grüne Monster oder das zierliche Mädchen ihren optischen Erwartungen genü-

Valérie Chételat





«In Israel ist es üblich, dass Frauen eine Forscherlaufbahn mit der Gründung einer Familie in Einklang bringen.»

gen. Das mache ihre Arbeit noch spannender, weil sie die Disziplingrenzen sprengt, sagt Sorkine-Hornung.

Für ihre Forschung brauche es neben mathematischem Geschick auch das Wissen um die technischen Ressourcen der Rechner. Ein Zauberwort lautet Parallelisierung. Dafür wird eine aufwendige Berechnung in viele kleine Teile zerstückelt, die parallel von mehreren Prozessoren abgewickelt werden. Das ist ein cleverer Trick, weil die Prozessoren gegenwärtig kaum mehr schneller werden, aber ihre Anzahl pro Chip immer noch steigt.

Von Olga Sorkine-Hornungs Forschung profitiert nicht nur die Unterhaltungsindustrie. Mit einer neuen Software greift sie Architekten unter die Arme, wenn der Entwurf eines Gebäudes, das ohne Bindemittel wie Mörtel auskommen soll, so modifiziert werden muss, dass er den Gesetzen der Statik genügt. Die Software berechnet innerhalb weniger Sekunden die beste statisch kompatible Annäherung an die geplante Form. Einzig an der Interaktivität des Programms müssten sie und ihr Team noch arbeiten, denn bisher biete es keine intuitive Benutzeroberfläche an.

Frauen und Computer

Vor kurzem hat sich Olga Sorkine-Hornung ein weiteres Feld für ihre Kreativität erschlossen. Hörgerätehersteller passen ihre Produkte der Form der Gehörgänge ihrer Patienten an. Das setzt voraus, dass sie die Gänge exakt vermessen, was eine derart komplexe Datenmenge generiert, dass die Erzeugung des dreidimensionalen Modells, mit dem das Hörgerät fabriziert wird, viel

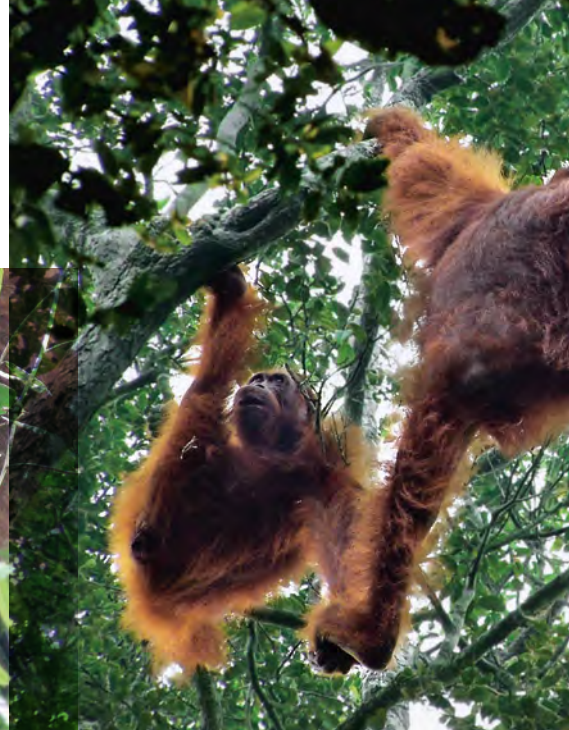
Zeit in Anspruch nimmt. Die neue Software soll diese Zeit und das Warten der Patienten verkürzen.

Neben ihrer Forschertätigkeit setzt sich Olga Sorkine-Hornung dafür ein, den Anteil der Frauen in den Computerwissenschaften zu erhöhen. Sie ist an einem Programm der ETH Zürich beteiligt, das Maturandinnen ein Schnupperstudium bietet und nicht nur Lehrveranstaltungen, sondern auch Besuche bei Firmen wie Google oder Microsoft umfasst. Die Computergrafikerin weist mit Stolz darauf hin, dass viele der Informatik-Doktorandinnen der ETH Zürich an diesem Schnupperstudium teilgenommen haben.

Trotzdem sind immer noch nur 13 Prozent der Studienanfänger weiblichen Geschlechts. Daran müsse sie weiter arbeiten, aber gefordert sei die Gesellschaft als Ganze, sagt Olga Sorkine-Hornung: «In Israel ist es üblich, dass Frauen eine Forscherlaufbahn mit der Gründung einer Familie in Einklang bringen. In der Schweiz fällt dies vielen Frauen nicht leicht.»

Olga Sorkine-Hornung

Olga Sorkine-Hornung, 1981 in Moskau geboren, leitet seit 2011 das Interactive Geometry Lab der ETH Zürich. Vorher hatte sie eine Assistenzprofessur am Courant Institute of Mathematical Sciences der New York University inne und forschte an der Technischen Universität Berlin. Sorkine-Hornung studierte an der Universität Tel Aviv Mathematik und Informatik.



Das Monopol der mächtigen Männchen

Lynda Dunkel bricht jede Nacht um vier Uhr in den Dschungel auf, um Orang-Utans zu beobachten. Das Paarungsverhalten der Menschenaffen hängt stärker von der Umwelt ab als bisher vermutet.

«Hier auf Borneo ist der Regenwald schon oft gerodet worden, deshalb sind die Bäume kleiner als auf Sumatra, der zweiten Heimatinsel der Orang-Utans oder Waldmenschen, wie ihr malaiischer Name übersetzt heisst. Die Männchen bewegen sich hier oft auf dem Boden fort, wodurch sie leicht aus den Augen zu verlieren sind. Darum stehen wir um drei Uhr morgens auf und passen sie ab, bevor sie ihren Schlafplatz verlassen. Dann folgen wir ihnen und beobachten sie den ganzen Tag, bis sie sich am Abend wieder ein neues Nest oder Bett aus Ästen, Zweigen und Blättern bauen.

Wir arbeiten in mehrtägigen Schichten, sind eine Woche im Dschungel unterwegs und ruhen uns dann einige Tage im Camp aus. Das bedingt, dass wir uns beim Datensammeln gegenseitig helfen und im Regenwald nicht nur die eigenen Fragen, sondern auch solche anderer Projekte verfolgen. Damit wir unsere Beobachtungen teilen können, geben wir allen Orang-Utans einen Namen – etwa Niko oder Otto. Wir sammeln ihre Fäkalien ein, um sie genetisch zu identifizieren, doch im Alltag erkennen wir vor allem die Männchen aufgrund ihrer krumm verheilten Finger oder der Narben, die sie sich beim Kämpfen zugezogen haben.

Auf Borneo kämpfen die Orang-Utan-Männchen viel öfter miteinander als auf Sumatra, weil im hiesigen Wald weniger essbare Blätter und Früchte wachsen. Um genügend Nahrung zu finden, streifen sie meistens einzeln durch ein grösseres Gebiet, das nicht klar abgegrenzt ist. Und

unklare Verhältnisse führen – auch bei so friedlichen Tieren wie den Orang-Utans – oft zu mehr Streit. Die Organisation dieser Menschenaffen ist variabler, als wir bisher angenommen haben. Mich fasziniert zu sehen, wie die natürliche Selektion nicht nur das Aussehen der Lebewesen formt, sondern auch das Sozialverhalten an die lokalen Umweltbedingungen anpasst.

Auf Sumatra ist die soziale Struktur gefestigter und die Rangordnung unter den Männchen stabiler als hier auf Borneo. Die dominanten Männchen müssen für die Nahrungssuche nicht viel Aufwand betreiben und haben daher genügend Zeit, um die paarungswilligen Weibchen in ihrer Nähe zu bewachen – und sexuell zu monopolisieren. Wo sowohl der Regenwald als auch das Monopol der mächtigen Männchen intakt sind, bleiben viele andere Männchen in ihrer Entwicklung stecken: Sie sind zwar zur Fortpflanzung fähig, also sexuell reif, aber sie sind kleiner und bilden keine sekundären Geschlechtsmerkmale wie Wangenwülste und grosse Kehlsäcke aus. Auf den ersten Blick sind sie nicht von den Weibchen zu unterscheiden. Weil sie dadurch öfter der Aufmerksamkeit des dominanten Männchens entgehen, gelingt es ihnen eher, mit einem Weibchen zu kopulieren, als den Männchen mit Wangenwülsten. Diese werden meist vom Alphamännchen vertrieben, bevor sie sich paaren können.

Hier auf Borneo hingegen ist der Einflussbereich der dominanten Männchen geringer. Die Nahrung reicht für ein lückenloses Machtmonopol nicht aus. Die meisten Männchen bilden ihre Wangenwülste





viel früher aus, weil sie sich nicht vor einem dominanten Tier verstecken müssen. Wenn diese Nebenbuhler auf Weibchen treffen, versuchen sie oft, die Gunst der Stunde zu nutzen. Manchmal wehren sich die Weibchen dagegen, aber nicht immer mit Erfolg. Es gibt Momente, in denen ich am liebsten aus meiner Rolle als Beobachterin schlüpfen und in das Geschehen eingreifen möchte. Am schwierigsten war es für mich, als Niko einmal einem Weibchen mit einem Kind begegnete. Er riss die Mutter vom Baum herunter und nötigte sie zum Geschlechtsverkehr. Das geschah nicht nur vor meinen Augen, sondern auch vor den ihres Kleinen. Wer weiss, ob Orang-Utans durch solche Situationen traumatisiert werden? Diese Schlussfolgerung liegt zwar nahe, ist aber vielleicht trügerisch, weil wir Menschen dazu neigen, unser Verhalten auf das der Tiere zu projizieren.

Dass es unter Orang-Utans sexuelle Nötigungen gibt, darf sie für uns Menschen aber nicht zu Monstern machen. Ein solch einseitiges Bild würde die Bestrebungen unterlaufen, die stark gefährdeten Menschenaffen zu schützen. Dies sind wir ihnen aber schuldig. Je länger ich das Verhalten der friedfertigen und intelligenten Waldmenschen erforsche, desto mehr Respekt und Ehrfurcht flössen sie mir ein.»

Aufgezeichnet von Ori Schipper



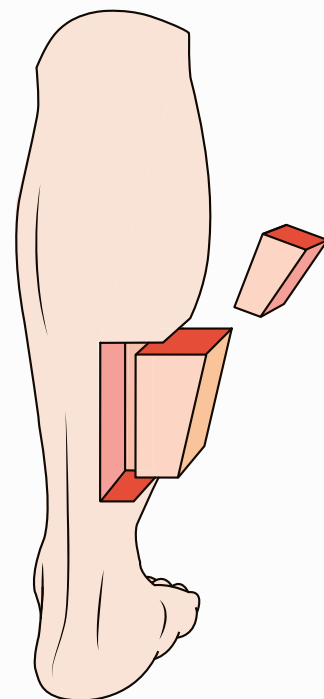
Geschlechterkämpfe im Dschungel: Ein männlicher Orang-Utan drangsaliert ein Weibchen (oben Mitte). Die dominanten Männchen besitzen auffällige Wangenwülste (oben links), die anderen (oben rechts) sind kaum von den Weibchen zu unterscheiden. Während ihrer Feldforschungen lebt Lynda Dunkel (links) im Camp auf Borneo (oben). Bilder: AIM (Anthropological Institute & Museum), UZH; Sherly Manjin

Literatur

L.P. Dunkel, N. Arora, M.A. van Noordwijk, S.S. Utami Atmoko, A. Prathama Putra, M. Krützen, C.P. van Schaik (2013). Variation in developmental arrest among male orangutans: a comparison between Sumatran and a Bornean population. *Front Zool.* 10: 12.

Der Inkontinenz den Riegel schieben

Schon lange träumen Ärzte davon, beschädigtes Gewebe mit frischen Zellen reparieren zu können. Nun sollen geschwächte Schliessmuskeln mit neuen Muskelzellen gestärkt und damit unerwünschte Harnflüsse gestoppt werden. *Von Ori Schipper*



Für Daniel Eberli beginnt die «nächste medizinische Revolution» schon bald, sehr bald. Sie steht quasi vor der Tür, die er und andere Forschende in den letzten Jahren weit aufgestossen haben. Der Urologe des Universitätsspitals Zürich hat sich dem Kampf gegen Inkontinenz verschrieben, gegen ein Leiden, das weltweit 200 Millionen Menschen plagt. Beharrlich hat Eberli seine therapeutische Idee zuerst an Ratten und dann an Hunden getestet und so Schritt für Schritt die Grundlagen geschaffen, die es ihm vielleicht noch dieses Jahr erlauben, die Früchte seiner Saat endlich zu ernten: Stammzellen sollen dem Schliessmuskel zu neuer Frische verhelfen, damit er die Harnröhre, um die er gewickelt ist, wieder verlässlich abklemmen kann.

Durch die Harnröhre gelangt der Urin von der Blase nach aussen – ausser er wird vom angespannten Schliessmuskel oder Sphinkter daran gehindert. Doch der Harnröhrensphinkter wird oft in Mitleidschaft gezogen, wenn Frauen gebären. Diese Quetschungen und die Abnutzung im Alter führen dazu, dass etwa jede vierte Frau über fünfzig Jahre Harn verliert, wenn sie lachen, niesen oder husten muss. Auch Männer werden im Alter oft inkontinent, insbesondere nach der Entfernung der Prostata. Die aktuell verfügbaren Therapien richten sich alle gegen die Symptome, ohne etwas an der Ursache – am schwächernden Schliessmuskel – zu ändern.

«Unser Ansatz ist ganzheitlicher», sagt Eberli. Mit seinem Team möchte er sei-

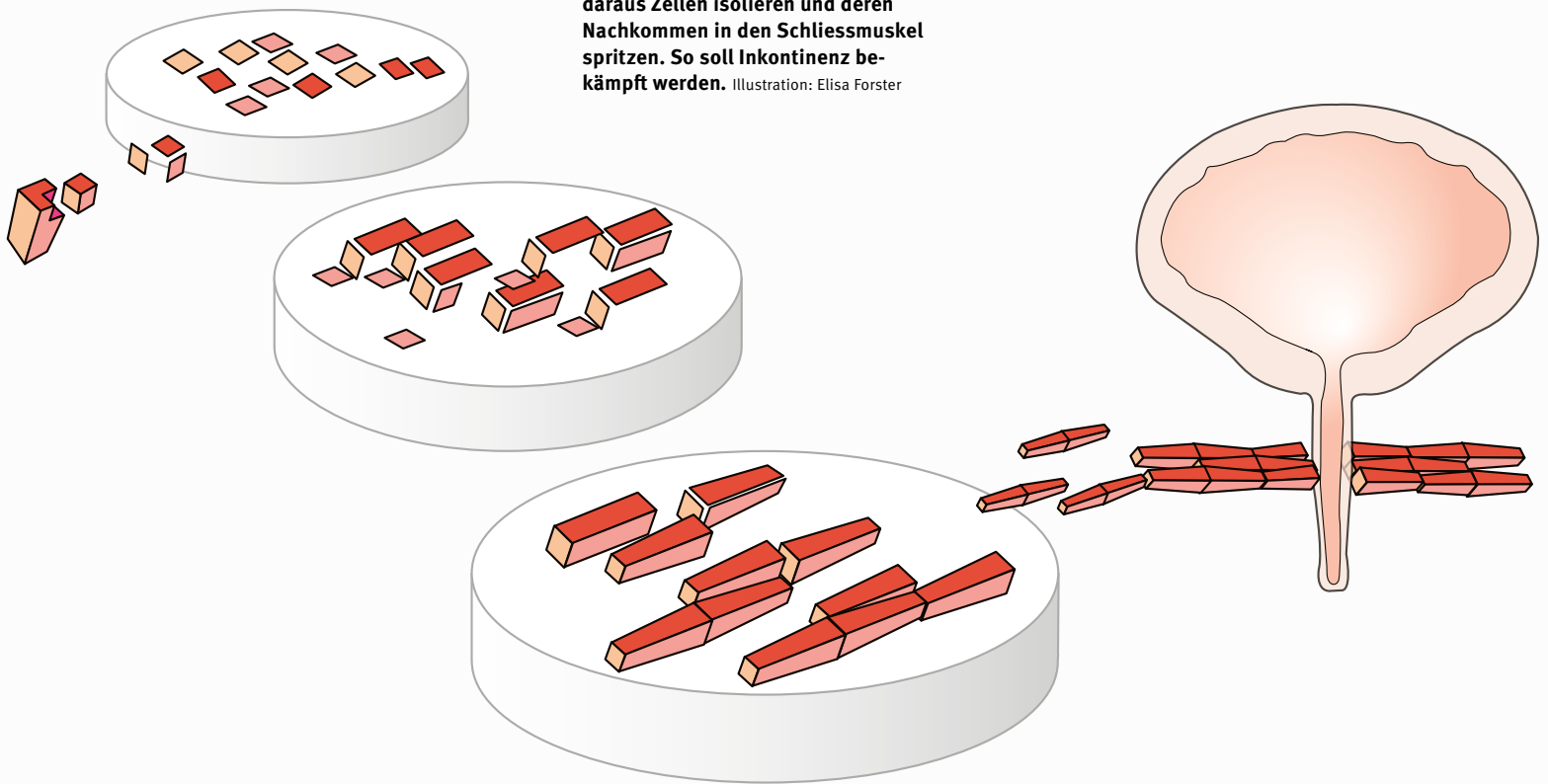
nen Patientinnen in naher Zukunft einem Wadenmuskel ein kleines Stück Muskelmasse entnehmen, daraus im Labor die Muskelvorläuferzellen isolieren und deren Millionen Nachkommen drei Wochen später in den Schliessmuskel spritzen, so dass einige von ihnen neue Schliessmuskelfasern bilden. «Die Idee ist einfach, doch die Biologie ist kompliziert», sagt Eberli.

Biologische Wunderkinder

Tatsächlich ist das Feld, auf dem sich die Stammzellen als biologische Wunderkinder und Alleskönner tummeln, in den letzten Jahren nicht nur enorm gewachsen, es hat sich auch stark verzweigt. Heute gibt es viele Arten von Stammzellen. Dabei gilt: Je früher und unreifer das Stadium einer Zelle, desto grösser ihr Entwicklungspotenzial – und desto mächtiger die Hoffnungen, die auf ihr ruhen. Neben den embryonalen und induzierten pluripotenten Stammzellen, die sich in praktisch jede Zelle verwandeln können, gibt es auch spezialisierte Vorläuferzellen, deren Entwicklungspotenzial jedoch eingegrenzt ist. Als Macher setzt Eberli auf Letztere.

Seine Wahl hat zwei Gründe: Erstens stehe für ihn als Arzt das Wohl der Patienten im Vordergrund. Er wolle das mit den unreifen Zellen verbundene Krebsrisiko nicht in Kauf nehmen, sagt Eberli. Die Muskelvorläuferzellen können sich zwar teilen und also selbst erhalten, sind in ihrer Entwicklung jedoch schon so weit bestimmt, dass sie sich nur in Muskelzellen verwandeln und keine bösartige Wuche-

Einfache Idee, komplizierte Biologie:
Der Wade Muskelmasse entnehmen,
daraus Zellen isolieren und deren
Nachkommen in den Schliessmuskel
spritzen. So soll Inkontinenz be-
kämpft werden. Illustration: Elisa Forster



rung ausbilden. Mit Versuchen an Mäusen hat Eberlis Gruppe zudem gezeigt, dass die Vorläuferzellen im Schliessmuskel Botenstoffe aussondern und ihre unmittelbare Umgebung so beeinflussen, dass sie sich ungestört entwickeln können. Dadurch bremsen sie sogar Tumorzellen aus.

Zweitens seien Muskelvorläuferzellen einfach zu finden, weil sie in jedem Muskel peripher an den Fasern angelagert sind, sagt Eberli: «Die Vorläuferzellen sind das natürliche Reserverad des Muskels. Es ist ihr Job, defekte Muskelfasern zu reparieren und zu ersetzen. Das machen sie auch, wenn wir sie nicht züchten.» Weil Eberli zudem alle zukünftigen Patientinnen und Patienten mit ihren eigenen Stammzellen behandeln möchte, wird deren Immunsystem die neuen Zellen nicht abwehren. Die Behandlung mit Immunsuppressiva würde entfallen.

Den Druckanstieg ausgleichen

Als Spendergewebe ist ein kleiner Wadenmuskel – der Schollenmuskel, *Musculus soleus* – vorgesehen: «Ein evolutionäres Relikt, das der Medizin heute schon als Ersatzteillager dient, wenn etwa eine neue Sehne her muss», sagt Eberli. Dieser Muskel hilft, das Gleichgewicht zu halten. Er besteht hauptsächlich aus langsamen Muskelfasern, die auch den Grossteil des Harnblasensphinkters ausmachen. Dieser muss zwar schnell reagieren und etwa beim Husten den raschen Druckanstieg in der Blase ausgleichen können, doch im Grund setzt seine Funktion langsame Fasern voraus, die sich

«Der Schollenmuskel ist ein evolutionäres Relikt, das der Medizin heute schon als Ersatzteillager dient.»

Daniel Eberli

über mehrere Stunden hinweg zusammenziehen und kontinuierlich Kraft ausüben können.

Auf dem Weg zur Frischzellentherapie gegen Inkontinenz hat Eberlis Gruppe kürzlich eine weitere Hürde genommen. Im Labor werden die Stamm- oder Vorläuferzellkulturen normalerweise mit einer Nährlösung versorgt, die unter anderem das Serum von Kälberblut enthält. Würden so gezüchtete Zellen therapeutisch verwendet, böte sich in Kühen vorkommenden Viren möglicherweise ein ideales Einfallstor in den menschlichen Körper. Deshalb haben die Forschenden um Eberli eine so genannte xeno-freie Nährlösung entwickelt, die ausschliesslich aus Zutaten besteht, die vom Menschen stammen. «Das war eine mühsame Arbeit. Während zweier Jahre sind uns immer alle Zellen abgestorben, bis wir endlich den Trick herausfanden», sagt Eberli.

Auch anderweitig hat Eberli die Bahn freigemacht für seine Therapie mit den Muskelvorläuferzellen. Im Spital hat er ein Speziallabor für die sterile Zellenzucht eingerichtet und Mitarbeiter eingestellt, die jeden Produktionsschritt akribisch festhalten. Denn auch wenn die Zellen jeweils von unterschiedlichen Patienten stammen, müssen sie standardisiert gezüchtet werden, wenn sie für den ärztlichen Gebrauch zugelassen werden sollen. Die Akten für die behördliche Genehmigung füllen unterdessen drei Bundesordner. «Bald haben wir alles beisammen», sagt Eberli. Wenn die Studie bewilligt wird, kämen die Vorläuferzellen in der Schweiz erstmals beim Menschen zum Einsatz.

Geplant ist die experimentelle Behandlung von zwanzig Patientinnen. Eberli hat die dafür anfallenden Kosten hochgerechnet: Nötig sind zweieinhalb Millionen Franken, also mehr als 100 000 Franken pro Patientin. Mit der Zeit, schätzt Eberli, würde sich die Methode verbreiten und würden die Kosten sinken. «Videokassetten haben anfänglich hundert Dollar gekostet, am Schluss nur noch einige Cents», sagt er. Die Finanzierung seiner klinischen Studie hat Eberli allerdings noch nicht gesichert. Doch so kurz vor dem Ziel aufzugeben kommt für ihn nicht in Frage. Jetzt, wo die Stammzellensonne aufgeht, wird auch Eberli einen Weg finden, um die in greifbare Nähe gerückte medizinische Revolution mit einzuläuten.

Kuriositätenkabinette oder Forschungsbiotope?

Wissenschaftliche Sammlungen gelten als verstaubt und irrelevant für den Forschungsbetrieb. Viele Sammlungen sind das aber nicht. Dennoch drohen sie entsorgt zu werden. *Von Roland Fischer*

«Auch die Uni Basel hat Mörgeli-Probleme», titelte die «Schweiz am Sonntag» kürzlich. Ein interner Bericht zeige, dass für die wissenschaftlichen Sammlungen der Universität akuter Handlungsbedarf bestehe. Ohne den Fall Mörgeli hätte der Bericht wohl kaum Medienaufmerksamkeit bekommen, aber nun taugte das Thema gar für Schlagzeilen.

Dass wissenschaftliche Sammlungen mit Problemen kämpfen, ist Experten schon länger bewusst – und hat weiter reichende Gründe als beim exemplarischen Fall des medizinhistorischen Museums der Universität Zürich. Eines der grössten Probleme: der fehlende Überblick. An den Universitäten und ihren Institutionen gibt es Objektkollektionen aller Art, die keineswegs immer an Museen angeschlossen sind; oft weiss niemand genau, was da alles aufbewahrt wird. Laut dem Uni-Basel-Bericht haben weniger als ein Viertel der rund dreissig Sammlungen ein akkurates Inventar.

Eingelegt und ausgestopft

Viele wissenschaftliche Sammlungen sind alt – und manche reflektieren damit ein altes Forschungsverständnis. Am Plakatisten hat man die museale Verstaubtheit wohl bei den botanischen und zoologischen Sammlungen sowie in der Medizin vor Augen. «In den Naturwissenschaften hat es mitunter tatsächlich einen Relevanzverlust gegeben», hält Flavio Häner fest, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Pharmazie-Historischen Museum Basel und Mitautor des Berichts. Manche Sammlungen reichen in die Zeit zurück, als Forscher an Herrscherhäusern Kuriositätenkabinette aufbauten. Eingelegte Organe und ausgestopfte Tiere, die eine Aura des Exotischen umgibt: Damit glauben Molekularbiologen nichts anfangen zu können. Aber es wäre gefährlich, von diesen Beispielen darauf zu schliessen, dass Sammlungen grundsätzlich eine überholte Sache wären.

«Die Wissenschaft hat sich nicht von Sammlungen wegentwickelt», sagt Anke te Heesen, Wissenschaftshistorikerin an der TU Berlin mit Schwerpunkt Sammlungsgeschichte. Natürlich seien Sammlungen in manchen Fällen obsolet geworden, in manchen aber überhaupt nicht. Nie in Frage stand die Bedeutung von Belegsammlungen in der Archäologie oder der Ethnologie. Und auch botanische und zoologische Sammlungen haben einen Wert, der sich mitunter erst auf den zweiten Blick erschliesst, beispielsweise in der Biodiversitätsforschung oder mit langen Bestandsfolgen auch bereits ausgestorbener Arten, aus denen mit etwas Glück sogar noch DNA-Proben gewonnen werden können. Zudem: Selbst wenn eine wissenschaftliche Sammlung in Forschung und Lehre keine zentrale Rolle mehr spiele, bestehe ihr Wert in ihrer Funktion als Archiv, schreibt Cornelia Weber vom Hermann-von-Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik in Berlin in einem Artikel. Es sei daher notwendig, Universitätsammlungen zu bewahren, um deren Forschungspotenziale für künftige Generationen zu sichern. «Wir wissen nicht, was wir in fünfzig Jahren damit anfangen können», sagt sie.

Desinteressierte Hochschulen

So weit würde Flavio Häner nicht gehen: «Man kann nicht alles sammeln» – schon gar nicht angesichts knapper finanzieller Forschungsressourcen. Er wolle die Uni nicht zum Museum machen, aber man müsse dringend daran gehen, die Bestände zu erfassen und nötigenfalls genauer zu erforschen. Es lägen da «zum Teil Schätze, zum Teil Gerümpel». Man müsse sich einen besseren Überblick verschaffen. Deshalb lädt Häner für den 13. und 14. September 2013 zu einer Tagung in Basel ein, die ein nationales Netzwerk für die Erforschung und Erhaltung wissenschaftlicher Sammlungen an Schweizer Hochschulen initiieren soll (<http://sammlungen.unibas.ch>). Die Zeit dränge, manche Sammlungen in





Verborgene Schätze: Heilmittel-
sammlung des Pharmazie-Histo-
rischen Museums der Universität
Basel. Die Sammlung wurde in der
ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts
zusammengetragen. Bild: Valérie
Chételat

der Schweiz sieht Häner «schwer bedroht». Die Hochschulen hätten sich zu wenig dafür interessiert.

Viele dieser einstmals für die Forschung zentralen Sammlungen sind ausgelagert worden, beispielsweise an die naturhistorischen Museen. Zahlreiche Sammlungen liegen aber auch in einem Dornröschenschlaf, irgendwo in einem universitären Keller oder in den Schränken eines Instituts. Gibt es grössere Veränderungen in der Forschungsinfrastruktur, heisse es rasch: «Und wohin nun mit der Sammlung?» Dann werde schon mal eine Sammlung entsorgt, ohne dass man genau abgeklärt habe, was sie an möglichen Schätzen umfasse, sagt Häner, der sich in seiner Dissertation eingehend mit den Sammlungen in Basel beschäftigt hat.

Im Abseits

In Deutschland ist man weiter. Auf die Frage, ob wissenschaftliche Sammlungen in einer Krise steckten, antwortet Anke te Heesen: «2008 hätte ich ja gesagt, inzwischen hat sich einiges getan.» Der Deutsche Wissenschaftsrat erarbeitete einen Bericht, laut dem Sammlungen zur Forschungsinfrastruktur gehören. In der Folge wurde eine Koordinierungsstelle gegründet. Cornelia Weber sagt, es habe sich ein neues Bewusstsein entwickelt, nicht nur auf die Einzelsammlungen zu fokussieren. Eine ähnliche Dynamik soll nun auch in der Schweiz angestossen werden, hofft Flavio Häner.

Die schöne neue Welt der grenzenlosen Abrufbarkeit muss nicht zur Bedrohung für ortsgebundene Objekte werden. Mit der Vernetzung und der Digitalisierung kann man Sammlungen neue Impulse verleihen. Eine zentrale Datenbank beispielsweise könnte sie für neue Forschungsvorhaben auch aus fremden Disziplinen erschliessen. Mit der Vernetzung beziehungsweise Koordination ist es in der Schweiz allerdings noch nicht weit her. Wenn man beispielsweise an der Universität Zürich dem Verantwortlichen für die Sammlungen ein paar Fragen zur strategischen Ausrichtung stellen will, landet man im Abseits: Einen übergeordneten Verantwortlichen gibt es nicht, wie an den meisten Hochschulen. Eine Ausnahme ist die Universität Basel, die der Universitätsarchivarin Susanne Grulich die Koordination der wissenschaftlichen Sammlungen übertragen hat.

Zu Fragen der Strategie ist in der Schweiz noch kaum Vorarbeit geleistet worden. Beat Müller, Sprecher der Uni Zürich, betont immerhin, dass universitäre Sammlungen eine Bedeutung für Lehre und Forschung haben müssten, sonst würden sie ihren Zweck verfehlen. Reine Publikumsmuseen an den Universitäten: Dahin geht die Reise also nicht. Wohin sie sonst gehen könnte, darüber sollte man sich dringend Gedanken machen.

Die Lungenflechte besteht aus Pilzen, Algen und Cyanobakterien. Die einst in der Schweiz weit verbreitete Lebensgemeinschaft ist vom Aussterben bedroht.

Von Atlant Bieri

Dreieinigkeit auf alten Bäumen

Wer mit anderen kooperiert, kommt weiter. Keine andere Lebensform zeigt das so deutlich wie die Lungenflechte (*Lobaria pulmonaria*). Sie sieht zwar aus wie eine Pflanze, besteht aber tatsächlich aus drei Arten, die in einer Symbiose zusammenleben. Ein Pilz, eine Alge und ein Cyanobakterium tragen je zum gemeinsamen Überleben bei. «Sie helfen sich gegenseitig», sagt der Biologe Christoph Scheidegger von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Er untersucht die Lungenflechten der Schweiz schon seit 15 Jahren.

Der Pilz liefert das Haus. Seine schwammige Struktur speichert Feuchtigkeit und schafft so ein angenehmes Raumklima für die Algen. Diese betreiben wie alle Pflanzen Photosynthese und stellen mit Hilfe des Sonnenlichts energiereiche Zuckerverbindungen her. Einen Teil geben sie als Miete an den Pilz ab. Zudem beliefern sie auch die Cyanobakterien mit dem nahrhaften Zucker. Als Gegenleistung stellen die Bakterien aus dem Luftstickstoff Dünger für Algen und den Pilz her.

Erfolgreiche Beziehung

Diese Dreierbeziehung ist so erfolgreich, dass die Lungenflechten den ganzen Erdball eroberten. Ihren Siegeszug hat Scheidegger inzwischen mit genetischen Untersuchungen nachgewiesen. So fanden er und sein Forschungsteam heraus, dass die einzige in der Schweiz vorkommende Art vor einigen Millionen Jahren aus Asien eingewandert ist.

Obwohl Flechten theoretisch unendlich lang leben können, sind sie immer seltener anzutreffen. «Früher war die Lungenflechte im Mittelland weit verbreitet, doch seit hundert Jahren ist sie auf dem Rückzug», sagt Scheidegger. Ein Grund ist der Mangel an geeigneten Lebensräumen. Lungenflechten sind gemütliche Lebewesen, die

nur einige Millimeter pro Jahr zulegen. Sie wachsen am liebsten auf alten Bäumen, die seit über hundert Jahren im Wald stehen. Aber wegen der Waldbewirtschaftung sind solche Bäume rar geworden.

Der zweite Grund für den Rückgang der Lungenflechte ist die schlechte Luftqualität. Die Abgase aus Strassenverkehr und Industrie reichern die Luft mit Stick- und Schwefeloxiden an. Beide gelangen mit dem Regen auf die Flechten, wirken aber völlig unterschiedlich: erstere als Pflanzendünger, letztere als Gift. Da der Pilz wie ein Schwamm alles Wasser in sich aufsaugt, überdüngt er Algen und Bakterien und vergiftet sich dabei. Die Dreieinigkeit kollabiert und die Flechte stirbt ab.

Heute hält sich die Lungenflechte noch im Jura und am Nordalpenrand. Ausserhalb dieser Zonen gibt es noch einige Schluch-

tenwälder und alte Einzelbäume, wo die Lungenflechte den Widrigkeiten trotzt. Die einzige Hoffnung für ihr langfristiges Überleben ist ihr konsequenter Schutz. «Wir arbeiten mit Waldeigentümern und Ämtern für Landschaft und Natur der Kantone zusammen und versuchen zu retten, was zu retten ist», sagt Scheidegger. Die Massnahmen reichen von der Erhaltung alter Trägerbäume bis zur Einrichtung von Schutzzonen.

Bilder: Christoph Scheidegger

Einst waren die Verhältnisse umgekehrt. Da war es die Lungenflechte, die den Menschen beschützt hat. Als Medizin heilte sie im Mittelalter Lungenleiden wie Blutspucken oder Tuberkulose.



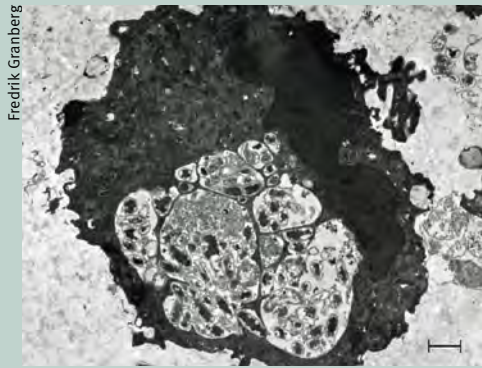
Reparierter Herzschaden

Wenn bei Säugetieren eine Koronararterie verstopft ist, sterben die nicht mehr durchbluteten Bereiche des Herzens ab, was einen Infarkt und die irreversible Beeinträchtigung der Herzleistung zur Folge hat. Anders ist dies beim kleinen Zebrafisch, der sein Herz regenerieren kann. Das Team um Thierry Pedrazzini vom Universitätsspital Lausanne hat geschädigte Herzen von Zebrafischen mit solchen von Mäusen verglichen. Die Reparaturmechanismen werden auf der Genebene durch Modulatoren reguliert, die so genannte Mikro-RNA. Das Forschungsteam entdeckte, dass manche dieser RNA-Moleküle bei Mäusen nicht in derselben Menge vorhanden sind wie bei den Fischen. Um herauszufinden, ob die identifizierten Mikro-RNA wirklich an der Regeneration des Herzgewebes beteiligt sind, glichen sie die bei den Mäusen beobachteten Mengen auf das Niveau an, das bei Zebrafischen vorhanden ist.

Das Ergebnis ist beeindruckend: Nach einem Infarkt konnten die Nagetiere ihre Herzfunktion wiederherstellen. Zu Beginn des Lebens besitzen alle Herzzellen die Fähigkeit, sich zu erneuern. Beim Zebrafisch bleibt diese Fähigkeit lebenslang erhalten, die Säugetiere verlieren sie hingegen nach der Geburt. «Vermutlich sorgen die Mikro-RNA dafür, dass die Herzzellen ins Embryonalstadium zurückkehren und sich regenerieren können. Wenn es uns gelingt, diese Mikro-RNA beim Menschen zu steuern, können wir vielleicht Infarktpatienten heilen», sagt Thierry Pedrazzini. *Caroline Ronzaud*



Klein und smart: Der Zebrafisch kann sein Herz nach einem Infarkt regenerieren.



Flässig am Arbeiten: Bartonellen, die schwarzen Punkte in der hellen Vakuole, befallen eine Kuhzelle.

Die Tricks der Gentauschprofis

Gen-Transfer-Agent (GTA), das klingt nach James Bond und Liebesgrüssen aus Moskau. Tatsächlich ähneln seine biologischen Funktionen den schwer durchschaubaren Doppelspielen von Geheimdienstlern. Der Evolutionsbiologe Lionel Guy hat das Erbgut von Bakterien der Gattung *Bartonella* untersucht und darin eingebettet einen GTA gefunden: ein von den Bakterien gezähmtes, unvollständiges Virus. Es vermehrt sich – im Gegensatz zu echten Viren – nicht auf Kosten der Bakterien, sondern hilft ihnen, sich genetisch auszutauschen. Die Bartonellen können Säugetiere wie Katzen, Hunde, Kühe, Elche und Menschen befallen. Wie Guy mit seinen Kolleginnen und Kollegen von der Universität Uppsala in Schweden gezeigt hat, liegen die Gene, die die Bartonellen benötigen, damit sie in bestimmte Säugetierzellen eindringen können, oft in der Nähe des GTA. So umhüllt das gezähmte Virus etwa in einer an Katzen angepassten *Bartonella*-Art gehäuft Gene für den Katzenbefall. Kommen die Katzen mit Hunden in Kontakt, gelangen die Gene dank dem GTA in die an Hunden angepassten Bartonellen. So erklären sich Guy und seine Kolleginnen und Kollegen von der Universität Uppsala, wie sich die Bartonellen eine so grosse Bandbreite an Wirten haben zulegen können. «Mit dem GTA tauschen sie wichtige Gene aus, wie sich Kinder auf dem Pausenplatz gegenseitig mit fehlenden Panini-Bildchen versorgen», sagt Guy. *ori*

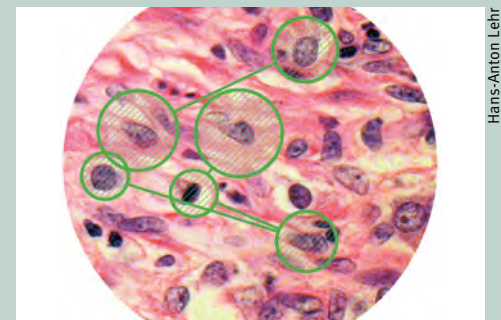
L. Guy, B. Nystedt, C. Toft, K. Zaremba-Niedzwiedzka, E.C. Berglund et al. (2013). A Gene Transfer Agent and a Dynamic Repertoire of Secretion Systems Hold the Keys to the Explosive Radiation of the Emerging Pathogen *Bartonella*. *PLoS Genet* 9 (e1003393).

Voreingenommene Pathologen

Wenn Pathologen unter dem Mikroskop Gewebepreparate untersuchen, sind sie nicht vor Täuschungen gefeit. Unter Umständen kommt ihnen nämlich die eigene Erwartungshaltung in die Quere. Sie nehmen nicht wahr, was es zu beobachten gäbe, sondern was ihren Erwartungen entspricht. Dies hat Hans-Anton Lehr vom Institut für Pathologie des Medizin-Campus Bodensee in Friedrichshafen nachweisen können. Zwanzig ausgebildeten Pathologen legte er mikroskopische Gewebefotografien von Prostatakrebspatienten vor: einerseits in einer geringen Vergrößerung, die das Gewebe mit einer Vielzahl von Zellen zeigt, andererseits in einer Nahaufnahme, auf der die Kerne der Zellen zu sehen sind.

Pathologen haben eine genaue Vorstellung davon, wie Wuchsmuster und Zellkerne von aggressiven und wenig aggressiven Prostatakarzinomen aussehen. Ohne die Kollegen zu informieren, mischte Lehr die Bilder von aggressiven Krebsgeweben unter solche von wenig aggressiven Zellkernen und umgekehrt. Wenn die Pathologen ein aggressives Gewebe in niedriger Vergrößerung vor sich hatten, nahmen sie auch in der Nahaufnahme aggressive Zellkerne wahr – sogar in Schnitten von wenig aggressiven Fällen. «Auch wenn es keinen Zusammenhang zwischen den Bildern gibt, stellen wir ihn im Kopf her», sagt Lehr. «Wir sehen nicht, was wahr ist, sondern was wir sehen wollen.» *Fabio Bergamin*

D. Bombari, B. Mora, S.C. Schaefer, F.W. Mast, H.-A. Lehr. What Was I Thinking? Eye-Tracking Experiments Underscore the Bias that Architecture Exerts on Nuclear Grading in Prostate Cancer. *PLoS One* 7 (2012) (e38023).



Je grösser der grüne Kreis ist, desto länger verharrete der Blick des Mediziners auf dem betreffenden Zellkern.

Mysteriös und unsichtbar

Ein Experiment der Internationalen Raumstation hat in der kosmischen Strahlung einen Positronen-Überschuss gemessen. Für das Ergebnis könnte die dunkle Materie verantwortlich sein.

Von Anton Vos

Vielleicht handelt es sich um den ersten Nachweis der dunklen Materie, jener mysteriösen Substanz, die in unvorstellbaren Mengen im Universum herumspukt, ohne dass sie je erspät worden wäre. Die Messungen des AMS-Detektors (AMS steht für Alpha Magnetic Spectrometer), der seit 2011 in der um die Erde kreisenden Internationalen Raumstation zur Untersuchung kosmischer Strahlen eingerichtet ist, ergaben einen Überschuss an Positronen (Antiteilchen der Elektronen) gegenüber den Prognosen der Astrophysik.

Dieses Ergebnis bestätigt mit bisher unerreichter Genauigkeit, was die Wissenschaft seit vielen Jahren vermutet: Irgendwo in unserer Galaxie gibt es eine oder mehrere Quellen von Antimaterie. Verschiedene Theorien zur Art dieser Quellen liegen miteinander im Widerstreit. Die interessanteste Theorie beruft sich auf die unsichtbare dunkle Materie.

Zwicks Einsicht

Die Existenz dieser Materie wurde durch die Untersuchung der Dynamik von Galaxien enthüllt. Aufgrund der Arbeiten des Schweizer Astronomen Fritz Zwicky ist seit 1933 klar, dass sich die Bewegungen dieser fernen Sternsysteme und die Form ihrer spiralförmig angeordneten Arme nicht erklären lassen, wenn man nur die Gravitationskräfte der gewöhnlichen und sichtbaren Materie betrachtet, aus der die Gaswolken, Sterne und Planeten bestehen. Es braucht etwa vier Mal mehr Masse als die Masse der gewöhnlichen Materie, damit sich die Galaxien so verhalten, wie sie es tun. Um diese Lücke zu schliessen, postulierten die Physiker die Existenz der dunklen Materie, die die Galaxien wie ein riesiger Hof umgibt. Abgesehen von ihren Gravitationseigenschaften ist sie unsichtbar und von unbekannter Art.

«Wir wissen immerhin zwei, drei Dinge über die dunkle Materie», relativiert Martin Pohl, Leiter der Abteilung für Nuklear- und Teilchenphysik der Universität Genf, der am AMS-Experiment mitforscht. «So ist uns zum Beispiel bekannt, dass die Teilchen, aus denen sie vermutlich besteht, schwer sind, sich nicht mit hoher Geschwindigkeit bewegen, nur schwach mit gewöhnlicher Materie interagieren, einen halben Spin besitzen und elektrisch neutral sind. Das ist nicht nichts. Ausserdem erzeugen zwei Teilchen dunkler Materie bei der Annihilation unter anderem ein Elektron-Positron-Paar, das heisst ein Elektron und dessen Antiteilchen.»

Materie, Antimaterie

Bereits vor fast einem Jahrhundert entdeckten die Physiker, dass zu jedem Teilchen Materie ein Teilchen Antimaterie gehört. Sich entsprechende Teilchen und Antiteilchen sind abgesehen von der entgegengesetzten elektrischen Ladung vollkommen identisch. So weist das Elektron eine negative Ladung auf, das Positron hingegen eine positive. Eine weitere Besonderheit: Materie und Antimaterie können nicht nebeneinander bestehen. Wenn sie aufeinander treffen, vernichten sie sich gegenseitig und setzen Energie in Form von Photonen frei.

Der AMS-Detektor ist nun genau so konzipiert, dass er Antiteilchen misst. Dieses Instrument wurde vom amerikanischen Physiker Samuel Ting vorgeschlagen, der 1976 dem Nobelpreis für Physik erhielt. Achtzehn Jahre dauerten die Arbeiten für den Bau des Detektors, der das Ergebnis der Zusammenarbeit von rund sechzig Teams aus sechzehn Ländern Europas, Nordamerikas und Asiens ist. Dazu gehören auch zwei Schweizer Forschungsgruppen, eine von der Universität Genf, die andere von der ETH Zürich.



Der AMS-Detektor ist seit zwei Jahren in Betrieb und hat bereits mehr als dreissig Milliarden hochenergetische kosmische Strahlen - bei denen es sich eigentlich um Teilchen handelt - aufgezeichnet. Und er wird weiterhin jährlich 16 Milliarden Teilchen messen. Bei der erdrückenden Mehrheit handelt es sich um Protonen und Heliumkerne, die aus Supernovae, aktiven Galaxien, Gammablitzes etc. stammen. Nur ein kleiner Anteil besteht aus Elektronen (4 Prozent), und auf 10 000 Protonen kommt nur ein einziges Positron. «Die Mehrzahl der mit dem AMS nachgewiesenen Positronen gehört zur so genannten sekundären kosmischen Strahlung», erklärt Martin Pohl. «Diese Antiteilchen entstehen bei der Kollision primärer Strahlen - zum Beispiel Protonen - mit interstellarer Materie. Weil wir wissen, dass der Anteil primärer Strahlen mit ihrer Energie abnimmt, erwarteten wir, dass der relative Anteil von Positronen, das heisst die Anzahl Positronen im Vergleich zur Gesamtsumme von Positronen und Elektronen, diesem Trend folgt.»

Das ist jedoch nicht der Fall. Ab einer gewissen Energiemenge (etwa zehn Giga-elektronenvolt, GeV) beginnt die Kurve



wieder zu steigen statt weiter zu fallen. Noch überraschender: Bei einer zwanzig Mal höheren Energiemenge (200 GeV) weist die Kurve eine Richtungsänderung auf, die einen Fall anzukünden scheint. Leider liegt dieser Bereich aber im Moment noch ausserhalb der Reichweite des AMS. In einem präzisen Energiespektrum besteht also ein Positronenüberschuss (gegenwärtig etwa 400 000).

Warten

Die dunkle Materie ist eine Möglichkeit zur Erklärung dieses Phänomens. Aber nicht die einzige: Es könnte sein, dass die überschüssigen Positronen aus Pulsaren kommen – dichten Neutronensternen, die um sich selber rotieren und ein starkes Magnetfeld erzeugen. Diese Himmelskörper sind theoretisch in der Lage, Positronen zu erzeugen und auf die erforderliche Geschwindigkeit zu beschleunigen. In unserer Galaxie, der Milchstrasse, gibt es Pulsare, die nicht allzu weit vom Sonnensystem entfernt sind und eine Positronenquelle darstellen könnten. Auch so liessen sich die Beobachtungen des AMS erklären. «Sobald wir den weiteren Verlauf der Kurve

bestimmt haben, können wir eine der beiden Hypothesen verwerfen», sagt Martin Pohl. «Ein einfacher und steiler Fall der Kurve spricht für die Hypothese der dunklen Materie, eine Abnahme in mehreren Sprüngen zugunsten von Pulsaren. Das Problem ist, dass bei Energien über 350 GeV der Positronen-Anteil sehr gering wird. Deshalb wird der AMS-Detektor noch während eines oder zweier Jahre Daten sammeln müssen, bis wir endlich eine Antwort haben.»

Literatur

AMS Collaboration. First Result from the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station: Precision Measurement of the Positron Fraction in Primary Cosmic Rays of 0.5–350 GeV. Physical Review Letters (2013) (PRL 110, 141102).

Auf der Suche nach der dunklen Materie: Die Internationale Raumstation vor dem Horizont der Erde (Mai 2013). Der weisse Kasten links oben vor dem Solarflügel ist der AMS-Detektor. Bild: Nasa

Die Nulltoleranz überdenken

Vulkanasche stellt eine grosse Gefahr für Flugzeuge dar. Mit neuen Simulationen sollen die Risiken explosiver Eruptionen für den Luftverkehr besser vorhersagbar sein.
Von Pierre-Yves Frei

Als 2010 der isländische Eyjafjöll-Vulkan ausbrach, mussten die Flugzeuge in Europa am Boden bleiben. Die wirtschaftlichen Kosten des Groundings liessen schon bald Stimmen laut werden, die ein Überdenken der Nulltoleranz forderten, die seit den 1990er Jahren aus Sicherheitsgründen bei Vulkanasche galt. Nach einem Wochenende Arbeit legten Flugingenieure neue Grenzwerte vor. Man ging nun davon aus, dass die Triebwerke einer maximalen Belastung von zwei Milligramm Vulkanasche pro Kubikmeter Luft standhielten. Aber diese Annahme beruhte auf theoretischen und empirischen Extrapolationen, es gab keine experimentellen Daten.

Und das ist nur eine der Unsicherheiten im dicken Dossier zu den Auswirkungen von Vulkaneruptionen: «Die Nulltoleranz war für dichte und kurzfristige Aschewolken festgelegt worden, die nur lokale Luftkorridore mit Alternativrouten betrafen wie in Alaska oder Indonesien. Die Situation in Europa war ganz anders: Die Aschewolken waren verdünnt, weit vom Entstehungsort entfernt und betrafen einen Luftraum, für den es keine Ausweichmöglichkeiten gab», sagt Costanza Bonadonna.

Die Professorin für geologische Risiken und physikalische Vulkanologie am Departement für Erdwissenschaften der Universität Genf interessiert sich für vulkanische Aschewolken und deren Staub nicht nur im Feld, sondern auch im Labor. Sie kann dabei auf eine einzigartige Vorrichtung zählen: Einen vertikalen Windkanal, der

zusammen mit der Genfer Fachhochschule Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture entwickelt wurde. «Die meisten Modelle gehen bei der Simulation des Verhaltens von Vulkanasche von sphärischen Partikeln aus, die sich nicht zusammenballen. Das vereinfacht die Wirklichkeit zu stark. In unserem Windkanal können wir alle Formen von Körnern testen. Das wiederum verhilft uns zu besseren Ausgangsdaten für Simulationen.»

Im Labor nachgestellt

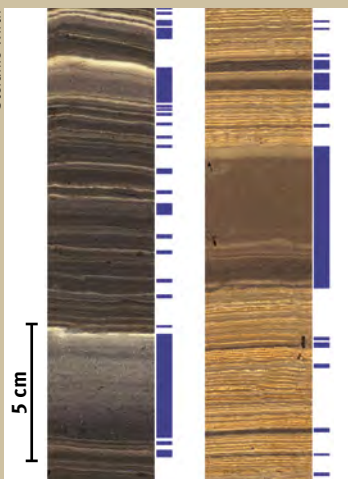
Die Art der Wolke, die Art der Asche, die während einer bestimmten Zeit ausgestossene Menge ... Viele Faktoren müssen bekannt sein für realistische Ergebnisse der Simulationen und für eine präzise Begrenzung der Zonen, die im Falle grösserer Eruptionen für den Luftverkehr gesperrt werden. Diese Zonen können beispielsweise mit zunehmender Entfernung vom Vulkan kleiner werden, da sich Körner aneinanderheften und die Partikel so grösser werden. «Je nach Konzentration und

Feuchtigkeit wird diese Aggregation von Partikeln begünstigt», sagt Bonadonna. «Sie nehmen an Volumen zu und fallen in der Nähe des Vulkans zu Boden. Wenn dieser Vorgang im grossen Massstab auftritt, wird die Menge feiner Partikel, die sich nach einer Eruption grossräumig ausbreiten, und ihre Konzentration in der Atmosphäre entsprechend reduziert. Aus diesem Grund interessieren wir uns besonders für die Frage der Aggregation. Und weil es unmöglich ist, diese Aggregationsphänomene da zu beobachten, wo sie stattfinden, müssen wir sie im Labor nachstellen.»

Diese Arbeiten sind nun besonders willkommen, da MeteoSchweiz auf Anregung der Weltorganisation für Meteorologie im Rahmen des Projekts E-Profile mit der Entwicklung eines europäischen Messnetzes für Vulkanpartikel beginnt. MeteoSchweiz wird auch am internationalen Kongress im November 2013 in Genf vertreten sein, an dessen Organisation Costanza Bonadonna beteiligt ist (www.unige.ch/hazards/Workshop2.html).



Fatale Asche: Die Eruption des Eyjafjöll-Vulkans, April 2010. Bild: John Beatty/Keystone/Science Photo Library



Aussagekräftige Sedimentschichten, links des Lago di Ghirla, rechts des Lago di Ledro (beide Norditalien). Die blauen Streifen stehen für Hochwasser.

Klimaerwärmung und Hochwasser

Häufigere Hochwasser im Alpenraum sind eine mögliche Konsequenz der Klimaerwärmung. Allerdings lässt sich diese Befürchtung bisher nur schwer mit Fakten untermauern. Die Wetterdaten der letzten 150 Jahre und die historischen Aufzeichnungen bilden eine wenig aussagekräftige Datenbasis, die keinen Vergleich mit früheren Zeiten und damit Rückschlüsse auf die künftige Entwicklung erlaubte.

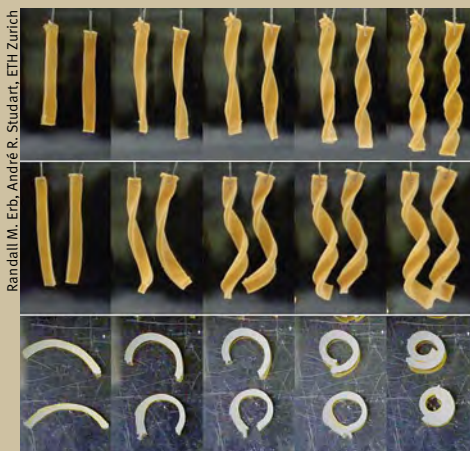
Forschende der Eawag, der ETH Zürich und der Universität Bern haben nun ein Klimaarchiv erschlossen, mit dem sich diese strittige Frage beantworten lässt. Im Rahmen des Projekts «FloodAlp!» untersuchten die Wissenschaftler die Sedimentablagerungen der letzten 2500 Jahre in verschiedenen Seen des Alpenraums. Bei einem Hochwasser werden jeweils grosse Mengen an Sedimentmaterial in die Seen gespült, was in den Sedimentschichten charakteristische Spuren hinterlässt. Datiert man das Alter der Schichten, die sich bei einem Hochwasser am Seegrund ablagern, lässt sich ermitteln, wie häufig es früher im Einzugsgebiet des Sees zu einem solchen Ereignis kam.

Entgegen der Erwartung der Forscher deutet die erste Auswertung der Daten darauf hin, dass Hochwasser im Alpenraum während kühleren Phasen häufiger vorkommen als in wärmeren Perioden. Die Wissenschaftler führen dies darauf zurück, dass die Häufigkeit der Hochwasser nicht nur vom Wassergehalt in der Luft abhängt, der bei höheren Temperaturen zunimmt, sondern auch vom grossräumigen Strömungsmuster in der Atmosphäre. Dieses verschiebt sich in wärmeren Perioden offenbar so, dass es im Alpenraum weniger häufig schwere Fluten gibt als in kühleren Zeiten. *Felix Würsten*

Inspiziert durch Kiefernzapfen

Die Natur macht ihre Sache mit wenig Aufwand gut. Die Art und Weise, wie sich Kiefernzapfen, die Grannen einer Weizenähre oder auch die Hülsen des Tohabaums bei Feuchtigkeit schliessen, hat André Studart von der ETH Zürich bei der Entwicklung einer neuen Art von Verbundstoffen inspiriert, die ihre Form selbst verändern. «Bei Pflanzen sind für diese Eigenschaft in mehreren Schichten unterschiedlich ausgerichtete Zellulose-Mikrofaseren verantwortlich», erklärt der Materialwissenschaftler. Mit seiner Gruppe gelang es ihm kürzlich, die Natur im Labor zu kopieren.

«Wir haben Mikroplättchen aus Keramik mit magnetischen Nanopartikeln beschichtet und in erhitzte Gelatine eingebettet. Während diese bei der Abkühlung erstarrt, verwenden wir magnetische Felder, um die Ausrichtung der Keramikfasern präzise zu steuern. Diese spielen die gleiche Rolle wie die Zellulose-Mikrofaseren der Pflanzen.» Das Ergebnis: erstaunliche Materialien, die sich – in Wasser getaucht oder erhitzt – rollen oder wie Spiralnudeln verdrehen. Mit einem einfachen mathematischen Modell lässt sich voraussagen, wie stark sich das Endprodukt verdreht. Längerfristig sind Anwendungen denkbar wie die Herstellung von komplex geformten Keramikteilen oder Stents, die sich erst an ihrem Einsatzort im Körper entfalten und in das Blutgefäss einpassen. «Zuerst müsste die Methode jedoch auf bioresorbierbare Materialien erweitert werden, ausserdem müsste es möglich sein, die magnetischen Partikel aufzulösen», sagt Studart. «Wir betreiben jedoch in erster Linie Grundlagenforschung.» *Daniel Saraga*



Die Natur kopiert: Sich selbst verändernde Verbundstoffe.



Höchst effizient: Solarzelle aus Nanodrähten und Siliziumsubstrat.

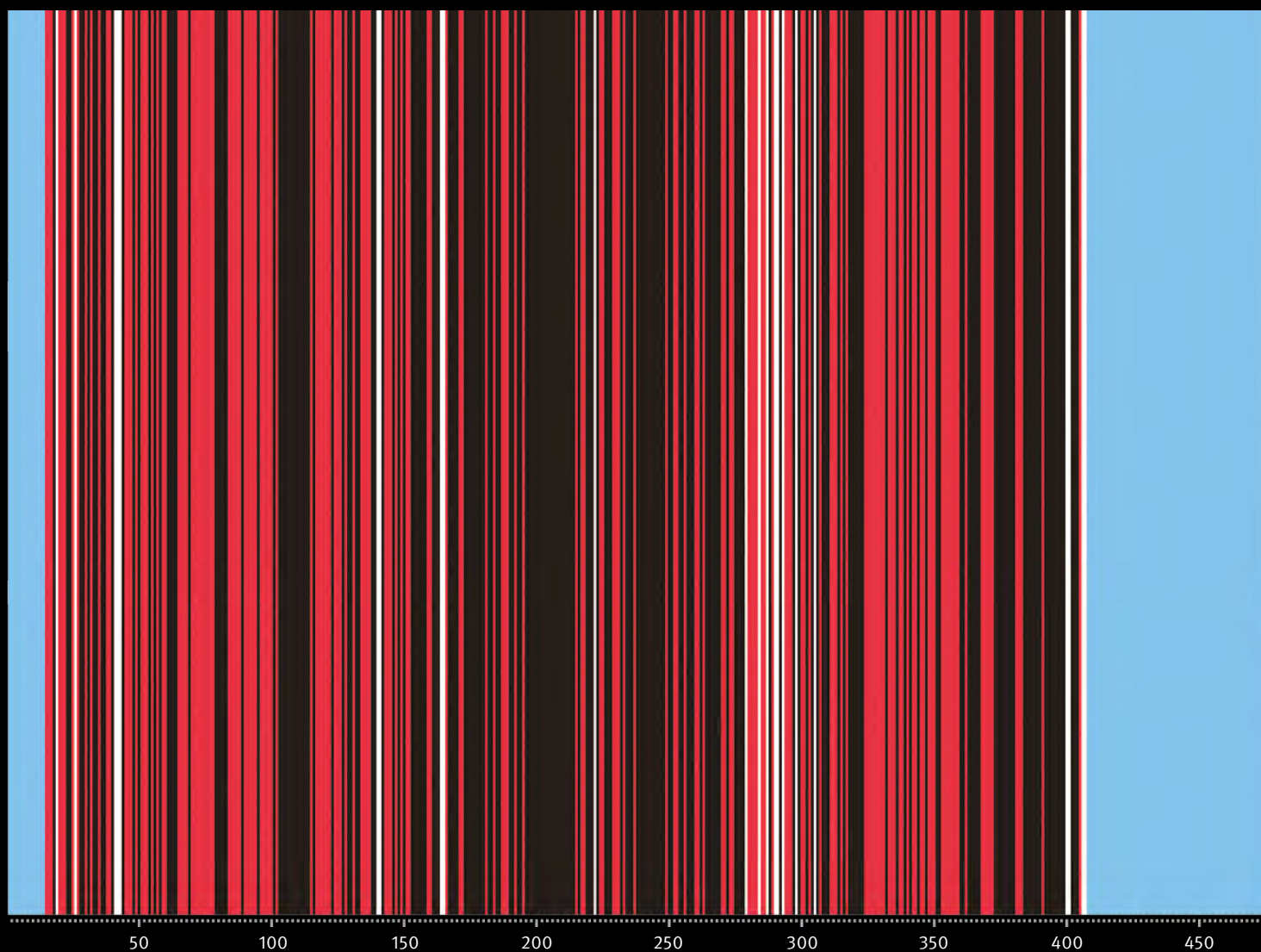
Optimierte Solarzelle

Forschenden der ETH Lausanne und der Universität Kopenhagen ist es gelungen, bei einer Solarzelle experimentell einen rekordhohen Wirkungsgrad zu erzielen. Die Zelle besteht aus einem Nanodraht aus Galliumarsenid, der auf einem Siliziumsubstrat gewachsen ist. Während dünnsschichtige Galliumarsenid-Photovoltaikzellen normalerweise einen Wirkungsgrad von rund 28 Prozent aufweisen, erzielte diese Solarzelle 34 Prozent.

Galliumarsenid ist eine Verbindung, die in Solarpanels häufig verwendet wird. Solarzellen werden normalerweise durch die Ablagerung hauchdünner Schichten dieser Verbindung auf andere Halbleiterkristalle produziert. Wenn Galliumarsenid aber in Form von Nanodrähten vorliegt, die zum einfallenden Licht ausgerichtet sind, ist der Wirkungsgrad der Solarzelle deutlich höher, die Umwandlung von Licht in elektrische Energie also vollständiger. Dieser Gewinn lässt sich mit der besonderen Interaktion zwischen Nanodraht und Licht in diesem reduzierten Massstab erklären. Wenn der Durchmesser des Nanodrahts nahe bei der Wellenlänge des Lichts liegt, absorbiert dieser viel mehr Lichtenergie, als aufgrund seiner Fläche zu erwarten wäre. In der Physik ist dieses Phänomen als Resonanzabsorption bekannt. Wenn die Hersteller von Solarzellen diesen Effekt nutzen und anstelle der üblichen Schichten Nanodrähte verwenden, könnten sie die erforderlichen Mengen an Galliumarsenid drastisch senken. «Dies würde gleichzeitig den Wirkungsgrad erhöhen und die Produktionskosten senken», erklärt Anna Fontcuberta i Morral vom Labor für Halbleitermaterialien der ETH Lausanne. *Augustin Cerveaux*

Integre Chefs?

Hochschulen schützen die so genannte wissenschaftliche Integrität besser als auch schon. Gegen grosse Betrügereien von Forschenden sind sie aber kaum gewappnet. *Von Marcel Falk*



- ☐ Seiten, auf denen Plagiate gefunden wurden
- ☒ Seiten mit Plagiaten aus mehreren Quellen
- ☐ Seiten, auf denen bisher keine Plagiate gefunden wurden
- ☒ Das Inhaltsverzeichnis (Seiten 1–14) und die Anhänge (ab Seite 408) wurden bei der Berechnung des Prozentualwertes nicht mit einbezogen.

«**B**etrug ist in der Wissenschaft allzu einfach.» Der niederländische Sozialpsychologe Diederik Stapel, der diese Aussage 2011 machte, muss es wissen. Mit erfundenen Daten erfundener Schulen baute er eine reich dekorierte Forscherkarriere auf, bis ihn drei seiner Doktoranden überführten. Sind solche Fälle Warnsignale, die auf weit verbreitete Betrugspraktiken in der Wissenschaft hinweisen? Oder zeigt Stapels Überführung, dass die Selbstkorrektur der Wissenschaft funktioniert?

In der Schweiz fehlen gesicherte Zahlen zu wissenschaftlichem Fehlverhalten. Integritätsbeauftragte und Ombudspersonen bestätigen die aus internationalen Studien bekannten Werte von jährlich etwa fünf Fällen pro tausend Forschender. Hochgerechnet ergäbe dies 150 bis 200 Fälle. Einig sind sich die Beauftragten zudem, dass die Dunkelziffer hoch ist. In einer oft zitierten Metaanalyse gaben zwei Prozent der Forschenden zu, Daten gefälscht oder erfunden zu haben, ein Drittel gestand kleinere Übeltaten. Bei ihren Kolleginnen und Kollegen dagegen vermuteten oder beobachteten die Befragten eine höhere kriminelle Energie als bei sich selber. Über 14 Prozent der Kollegen sollen betrogen und bis zu 72 Prozent gemauschelt haben.

Verstärkte Selbstkorrektur

Wissenschaftliches Fehlverhalten bleibt oft unentdeckt. Dabei ist die Wissenschaft mittlerweile besser gerüstet, Fehlverhalten zu ahnden, als noch vor kurzem. Sie hat ihre Instrumente zur Selbstkorrektur verstärkt. Ein Katalysator war offenbar das 2008 von den Akademien der Wissenschaften Schweiz veröffentlichte Memorandum zur wissenschaftlichen Integrität. Viele Hochschulen installierten daraufhin Regelwerke und setzten Beauftragte für wissenschaftliche Integrität ein. Wie eine neue Analyse zeigt, fehlen Regelungen auf universitärer Ebene nur noch an der Università della Svizzera italiana, die gemäss mündlicher Auskunft entsprechende Regeln plant. Die Universitäten Neuenburg und Luzern behandeln in ihren Reglementen bislang lediglich Plagiate, erarbeiten aber zurzeit umfassendere Regelungen.

Allerdings ist schwer zu beurteilen, was die Regelwerke bewirken. Viele Hochschulen publizieren nicht einmal die Anzahl

der Fälle. Dezidiert tritt der Schweizerische Nationalfonds (SNF) auf. Er etablierte im Jahr 2009 Verfahren, mit denen man Fehlverhalten entdecken und ahnden kann, seit 2010 werden diese durch eine Software für Plagiate unterstützt. Innerhalb von zwei Jahren wurden so sechs Fälle entdeckt, die in anonymisierter Form auf der Website publiziert sind. «Wir wollen den Geschstellern klar machen, was nicht akzeptiert wird und welche Konsequenzen drohen», sagt Markus Röthlisberger, Jurist beim Schweizerischen Nationalfonds.

Zurückhaltende Rektorenkonferenz

Zwischen den Institutionen der Wissenschaft herrscht wenig Transparenz. Hochschulen informieren sich gegenseitig nicht über Fälle, selbst wenn ein Forscher an mehreren Institutionen aktiv ist. «Mich störte es immer zu wissen, dass die Integrität eines Forschers in Frage gestellt ist, während ihm die nichts ahnende Hochschule womöglich eine verantwortungsvolle Position anvertraut», sagt Röthlisberger. Der SNF geht nun einen Schritt weiter. Mit dem neuen Forschungs- und Innovationsförderungsgesetz erhält er eine explizite gesetzliche Grundlage, um in Verdachtsfällen Informationen mit anderen Institutionen auszutauschen und Arbeitgeber über sanktionierte Forschende zu informieren.

«Trotz der Fortschritte wären die Schweizer Institutionen bei einem grossen, komplexen Fall wohl nach wie vor überfordert», konstatiert Röthlisberger. Der Schweizerische Nationalfonds und die Akademien haben deshalb die Schaffung einer zentralen Stelle in Erwägung gezogen, welche die Verfahren koordiniert, wenn mehrere Hochschulen betroffen sind. Bislang zeigt sich die Rektorenkonferenz der Schweizer Universitäten allerdings wenig interessiert.

Dabei würde eine zentrale Stelle ein weiteres Problem mindern: die Angst der Whistleblower, enttarnt zu werden. Oft stehen diese in einem Abhängigkeitsverhältnis zur angeschuldigten Person. Sie müssen sich deshalb auf die Diskretion der Ombudsperson verlassen können. Um deren Unabhängigkeit zu stärken, haben einige Hochschulen das Amt der Ombudsperson emeritierten Professoren anvertraut. Im ETH-Bereich gibt es sogar zehn Ombudspersonen. Damit können Forschende eine Person einer anderen Institution ansprechen. Eine nationale zentrale Stelle würde die Distanz zur Institution nochmals erhöhen. Dies ist wichtig: «Die meisten Betrugsfälle fliegen nicht im Peer-Review-Verfahren oder durch eine gescheiterte Replikation von Versuchen auf, sondern durch Whistleblower», sagt Michelle Salathé von der Kommission «Wissenschaftliche Integrität» der Akademien.

Wissenschaftliches Fehlverhalten

Eine abschliessende Definition für wissenschaftliches Fehlverhalten existiert nicht. Als besonders gravierend gelten das Fälschen, Unterschlagen und Erfinden von Forschungsdaten, weil dadurch der Wissenskörper verfälscht wird. Ebenfalls als schwere Verfehlung wird das Verschaffen von Vorteilen durch Plagiate, ungerechtfertigte Autorschaft oder parteiisches Peer-Review betrachtet. Dabei gelten nicht nur vorsätzliche Handlungen als Fehlverhalten, sondern auch fahrlässige wie das Löschen wichtiger Daten oder lückenhafte Protokolle. mf

Der Tenor der Kommission: Wir brauchen eine Kultur der wissenschaftlichen Integrität. «Es braucht etwa Schulungen. Das Wichtigste aber ist, dass der Chef integer handelt und Vorbild ist», sagt Salathé. Den Ball aufnehmen möchte Louis Tiefenauer, Biochemiker am Paul-Scherer-Institut und treibende Kraft für wissenschaftliche Integrität im ETH-Bereich: «Bei Schulungen zu wissenschaftlich korrektem Verhalten sagen Studierende oft, sie wüssten das durchaus, aber ihre Chefs nicht. Wir müssen nun die Forschungsleiterinnen und -leiter ausbilden und sensibilisieren.»

Bis die Behörde kommt

Tiefenauer ist überzeugt, dass sich der Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten in den kommenden Jahren wandeln wird. Er verweist auf «Retraction Watch», einen Blog, der über zurückgezogene Fachartikel berichtet. Vor rund drei Jahren gegründet, hat der Blog mitgeholfen, dass Redaktoren von Fachzeitschriften heute eher Hinweisen nachgehen und über fehlerhafte Artikel berichten. Seither steigt die Zahl zurückgezogener Artikel stark.

Was akzeptabel sei und was nicht, müsse im Detail ausgelotet werden, sagt Röthlisberger. Zudem brauche es mehr Anerkennung: «Forscher haben oft Besseres zu tun, als sich für das Thema Integrität zu engagieren. Insbesondere mit den aufgetretenen Fällen möchte sich kaum jemand auseinandersetzen», sagt Röthlisberger. Die Wissenschaft müsse jedoch ihr Haus selbst sauber halten: «Ansonsten wird das irgendwann eine Behörde tun.»

Literatur

Kommission «Wissenschaftliche Integrität» der Akademien der Wissenschaften Schweiz: Memorandum und Links zu den Reglementen der Hochschulen (unter www.akademien-schweiz.ch)

Wenn der Liberale plötzlich errötet: Laut der Website Gутtenplag überwiegen in Karl-Theodor Freiherr zu Gутtenbergs Dissertation die Seiten mit Plagiaten (insgesamt: 1218 Plagiatsfragmente aus 135 Quellen auf 371 von 393 Seiten). Bild: http://de.gutenplag.wikia.com/wiki/GutenPlag_Wiki

Vom leichten Flattern des Bildes auf der Leinwand

Die Ära des analogen Films neigt sich dem Ende zu. Schafft die Digitalisierung des Kinos dessen Traumwelt ab, negiert sie die Sehnsüchte der Zuschauer?

Von Susanne Leuenberger



Zeitreise in die Kindheit: Standbild aus Giuseppe Tornatores «Cinema Paradiso», 1988 (links Philippe Noiret, rechts Salvatore Cascio). Bild: Keystone/Everett Collection

In Rückblenden erzählt der italienische Spielfilm «Cinema Paradiso» die Geschichte des Kinos, wenn er den alternen Toto, einen arrivierten Filmemacher aus dem Rom der 1980er Jahre, zurück in sein sizilianisches Heimatdorf und damit auf eine Zeitreise in die Kindheit schickt. Giuseppe Tornatores Film ist eine Liebeserklärung an das Dunkel des Kinosaals, an den Projektionsraum der Sehnsüchte seiner Besucher, an das Flimmern der an die Leinwand geworfenen Lichtbilder und das Rattern der Projektoren im Hintergrund. Der Film fokussiert immer wieder auf lachende, weinende und mitfühlende Gesichter, die den Film nicht nur sehen, sondern ihn erleben und fühlen.

Der 1988 erschienene Film beschreibt die schwindende Bedeutung des Kinosaals als Zufluchtsort der Träume der Zuschauer. Ein Vierteljahrhundert nach seiner Entstehung liest sich der Film umso mehr als Hommage an eine unwiderrufliche Vergangenheit, als auch die Verfahren der Bildgebung – der Filmaufnahme – und der Projektion sich fundamental gewandelt haben. Seit einem Jahrzehnt wird das analoge Filmen durch das digitale abgelöst. Die alten Projektoren und Filmrollen werden durch neue Instrumente ersetzt. Diese Umstellung ist in der Schweizer Film- und Kinobranche weitgehend abgeschlossen.

Nicht zuletzt wirtschaftliche und logistische Aspekte sprechen für digitale Film- und Wiedergabeverfahren. Mit diesen entfallen die kostspielige Herstellung der 35-Millimeter-Filmrollen in den Labors der Filmkopierwerke sowie deren Wartung und Versand. Digitale Projektionsverfahren erlauben dank leistungsfähigeren Prozessoren und Datenträgern die elektronische Übertragung und Wiedergabe von immer komplexeren Bildinformationen in Echtzeit.

Kühl und steril

Das Schwinden des Analogen ruft unter Filmern und Cinephilen Kritik hervor. Die digitale Revolution wird in der Film- und Kinobranche vor allem unter ästhetischen Aspekten diskutiert. Kenner beschreiben das Seherleben digitaler Bilder als «kühl» und «steril»: Algorithmisch berechnete, in Rastern angeordnete Farbwerte ergeben ein starres Bildresultat. Demgegenüber fangen analoge Bildproduktionsverfahren die spezifische Lichtsituation eines Momentes fotochemisch ein. Die zufällige Verteilung lichtempfindlicher Körnchen auf der analogen Emulsion ändert sich dabei von Bild zu Bild; das «tanzende Korn» analoger Filme wird als angenehmer empfunden.

Die für das geschulte Auge erkennbare Differenz zwischen analoger und digitaler Bildgebung motivierte den an der Zürcher Hochschule der Künste (ZHdK) dozierenden Dokumentarfilmer Christian Iseli, mit einem Forschungsteam die emotionale Wirkung analoger und digitaler Bildaufnahmen und Projektionsverfahren zu vergleichen. Forschende der ZHdK, des filmwissenschaftlichen Instituts der Universität Zürich sowie des psychologischen Instituts der Universität Bern gehen der Frage nach, ob sich die besonderen Eigenschaften des analogen Bilds – so die Ausgangshypothese – in einem intensiveren Seherleben niederschlagen.

Keine eindeutigen Präferenzen

Das Projekt konfrontierte 356 Testzuschauer und -zuschauerinnen in Zürich und Bamberg ohne deren Wissen, ob es sich dabei um analog oder digital gefilmte Geschichten handelte, mit eigens gedrehten Kurzfilmen aus den Genres Komödie, Science-Fiction und Sozialdrama. Die je identischen Kurzfilme wurden analog und digital aufgenommen. Zu diesem Zweck wurden die analoge und die digitale Kamera mittels einer Vorrichtung, die üblicherweise in 3-D-Filmen zum Einsatz kommt, in einem 90-Grad-Winkel zueinander angeordnet; ein mittig angebrachter halbdurchlässiger Spiegel erlaubte es, identische Bildausschnitte zu drehen.

Die Auswertung der Fragebogen relativiert die Ausgangsthese, wie Medienpsychologin Miriam Loertscher, die nebenberuflich in der Filmbranche tätig ist, festhält: «Wir konnten keine eindeutigen Sehpräferenzen in Bezug auf analoge und digitale Bildaufnahmeverfahren feststellen.» Dies hänge mit den immer besseren technischen Möglichkeiten digitaler Nachbearbeitung zusammen. Erzeugten frühe digitale Bildgebungsverfahren ästhetisch unbefriedigende Resultate, sei dies heute nicht mehr Fall: «Wichtig für den Look eines Films ist heute vor allem die Postproduktion.» Zudem würden heute auch analog gefilmte Bilder digital nachbearbeitet, so dass die Unterschiede zwischen digitalem und analogem Filmen nahezu verschwänden. Kinobesucher und selbst Cinephile nehmen so dank optimierter Postproduktion kaum Unterschiede zwischen digital und analog gedrehten Filmen wahr.

Eine deutliche Sehpräferenz ergab sich jedoch hinsichtlich des Alters des Testpublikums: Ältere Zuschauer ziehen analog gefilmte Bilder vor, während die Jüngeren digital hergestelltes Bildmaterial präferieren. Ob hinter der Generationendifferenz

biologische, mit dem Alterungsprozess zusammenhängende Gründe stehen oder ob kulturelle Prägung und biografisch gewachsene Sehgewohnheiten den Ausschlag geben, können die Forschenden nicht sagen.

Die Gewöhnung des Publikums

Weniger poetisch zwar als der nostalgische Film «Cinema Paradiso» hält das Forschungsprojekt dennoch eine posthum Liebeserklärung an das Kino der vergangenen Tage bereit: Während die Frage analog versus digital bei der Bildproduktion für die Zuschauer keine Rolle zu spielen scheint, ergab ein Test in einem Zürcher Kino, dass die Mehrheit des Publikums analoge Projektionsverfahren der digitalen Wiedergabe vorzieht. «Es ist in erster Linie die Projektionsart, mit der wir das analoge Filmerlebnis assoziieren», sagt Christian Iseli. Viele Zuschauer würden das leichte Flattern des Bildes und dessen Unschärfe mögen, die durch die mechanische Umlaufblende des Projektors auf der Leinwand erzeugt würden. Die Kino-Nostalgie richte sich gegen das «technisch und künstlich wirkende, scharfe Bildergebnis», das der Beamer der digitalen Projektion schaffe.

Dennoch: Der Prozess der Digitalisierung des Kinos ist irreversibel. Die Branche setzt auf die Gewöhnung des Publikums an digitale Projektionsverfahren. Bleibt zu hoffen, dass die von Heinrich Böll so treffend beschriebene «leichte, durch Lächeln übermalte Verlegenheit», die sich beim Angen der Lichter im Kinosaal breitmacht, wenn die auf die Leinwand projizierte Traumwelt dem Alltag weicht und die Zuschauer sich beschämt der «Menge des investierten Gefühls» gewahr werden, nicht der Vergangenheit angehört.



Forschung am Gesetz

Das Obligationenrecht ist wichtig für die Rechtsbeziehungen zwischen Privatpersonen und für Unternehmen. Rechtswissenschaftler haben das Recht nun modernisiert. Jetzt liegt der Ball beim Bundesrat. *Von Caroline Schnyder*

Es gibt Bücher, die das Potenzial haben, einiges zu verändern. Zu diesen gehört zweifelsohne das von Claire Huguenin und Reto M. Hilty herausgegebene «Schweizer Obligationenrecht 2020 - Code des obligations suisse 2020», erschienen im April 2013. Der «Entwurf für einen neuen allgemeinen Teil» beruht auf einem Forschungsprojekt, das diesen allgemeinen Teil des schweizerischen Obligationenrechts (OR) systematisch überarbeitet hat.

Für die Rechtsbeziehungen zwischen Privatpersonen und für Unternehmen ist der allgemeine Teil des OR von enormer Bedeutung, weil er die Schuldverhältnisse regelt und die allgemeinen Vertragsregeln umfasst. Doch das geltende OR ist 1912 in Kraft getreten, lange bevor beispielsweise das Internet die möglichen Formen des Vertragsabschlusses verändert hat. Der allgemeine Teil des OR enthalte zudem Lücken und Ungereimtheiten, und einige Artikel seien so schwer verständlich, dass der Umgang mit dem Gesetz frustrierend werden könne, sagt die Privatrechtsprofessorin Claire Huguenin.

Zusammen mit ihrem Zürcher Kollegen Reto M. Hilty leitete Claire Huguenin die 23-köpfige Gruppe mit Forschenden aus allen Schweizer Rechtsfakultäten, die das OR 2020 simultan auf Deutsch und Französisch ausgearbeitet hat. Bei der Überarbeitung ging es darum, vor dem Hintergrund internationaler Bestrebungen, insbesondere auch solcher der EU, ungeschriebene

Grundsätze der Rechtsprechung und Lehre nachzuführen, die Bestimmungen an neue Realitäten anzupassen, eine klare, moderne Sprache zu finden und Übersicht zu schaffen. Dabei hat man sich an bewährte Rechtssetzungstraditionen gehalten: Die Artikel umfassen in der Regel nicht mehr als drei Absätze, diese nicht mehr als einen Satz. Neben der deutschen und der französischen Sprachversion enthält das Regelwerk auch eine italienische und eine englische Übersetzung des Gesetzestexts.

Übersichtlicher Aufbau

Ein Blick ins Inhaltsverzeichnis des OR 2020 zeigt den übersichtlichen Aufbau und erschliesst wichtige Veränderungen gegenüber dem geltenden OR: Neu ist beispielsweise eine Norm, die Konsumenten allgemein und nicht nur in einzelnen Fällen ein Widerrufsrecht zugesteht; neu sind auch die Artikel zur Entstehung einer Obligation aus Liquidation, die einheitlich regeln, wie im Fall eines gescheiterten Vertrags mit bereits erfolgten Vertragsleistungen umzugehen ist. Ebenfalls neu sind die Bestimmungen zur Kündigung der heute häufigen Dauerverträge oder zur Anpassung von Verträgen an veränderte Verhältnisse.

Ziel des Forschungsprojekts war es von vornherein, einen eidgenössischen Gesetzgebungsprozess anzustossen, der 2020 abgeschlossen sein sollte - daher auch der Name des Entwurfs. Es gehe dabei nicht darum, die eigentliche Gesetzgebung vorwegzunehmen, sondern um einen Vorschlag, der diskutiert und verändert werden könne, erklärt Claire Huguenin. In der Frühjahrssession 2013 sind denn auch im National- und im Ständerat Postulate «Für ein modernes Obligationenrecht» eingereicht worden, die den Bundesrat auffordern, vor dem Hintergrund des OR 2020 eine Revision des geltenden OR ins Auge zu fassen.

Bundesrätin Simonetta Sommaruga hat die Postulate im Namen des Gesamtbundesrats entgegengenommen, der Ball liegt jetzt beim Bundesamt für Justiz. Es sei in der Tat ungewöhnlich, dass ein Projekt der freien Forschung einen solchen Prozess auslöse, gibt Claire Huguenin zu. Ob sie denn gern an einem neuen OR weiterarbeiten würde, sollte es zu einem Gesetzgebungsprozess kommen? Ja, fürs OR mache sie fast alles, lacht sie.

Die Währung der Wissenschaft

Forschungsgelder und Forschungsstellen bekommt nur, wer fleissig publiziert. Der Fokus auf lange Publikationslisten schafft aber Probleme. *Von Valentin Amrhein*



Publish or perish: Allmählich setzt sich in der Wissenschaftswelt die Einsicht durch, dass eine Publikationsliste wenig über die Qualität der Arbeit des Forschenden aussagt. Bild: Valérie Chételat

Verdirbt wissenschaftliches Publizieren den Charakter? Jedenfalls macht es manche Leute reich. Chinesische Universitäten zahlen Prämien an ihre Forscherinnen und Forscher, abgestuft nach dem Rang der Zeitschrift, in der ein Artikel erscheint. Die Zhejiang University etwa zahlt für ein Paper in «Nature» oder «Science» an den Erstautor rund 30 000 Franken, gut das Doppelte eines in China üblichen akademischen Jahreslohns.

Auch in der Schweiz hängt die Zusage von Forschungsgeldern oder die Zusage bei der akademischen Stellenvergabe zu einem guten Teil von der Qualität und vor allem von der Quantität der Papers ab. Spricht etwas dagegen, mit der Anzahl von Publikationen ein leicht erfassbares Qualitätsmerkmal zu haben, das Forschende, Universitäten und sogar Länder vergleichbar macht?

Elizabeth Wager ist Präsidentin des internationalen Committee on Publication Ethics. Sie sieht folgende Probleme des starken Fokus auf lange Publikationslisten: Erstens tendierten Forschende dazu, ihre Resultate auf viele Papers zu verteilen,

die deshalb inhaltlich immer dünner würden. Zweitens ermuntere das gegenwärtige System, das Publikationen belohne, zu wissenschaftlichem Fehlverhalten, etwa zur freien Erfindung von Forschungsergebnissen. Drittens würden die Autorenlisten immer länger, und nicht immer sei klar, ob das durch Forschungsaufwand der Koautoren gerechtfertigt sei. Vergleichende Studien haben in knapp vierzig Prozent der untersuchten Papers Gastautoren in der Autorenliste gefunden, die zum Inhalt der Publikation wenig beigetragen hatten, aber häufig Vorgesetzte oder Geldgeber waren.

Nachwuchsforschende beklagen oft, dass die Anerkennung in Form von Nennung an prominenter Stelle der Autorenliste versagt bleibt. Nun gibt es viele Regeln, nach denen Namen auf Autorenlisten verteilt werden, und sie sind von Fach zu Fach verschieden. Meist wird der vorderste Platz der Person mit der Hauptverantwortung für die Erstellung der Publikation überlassen, an hinterster Stelle steht die Leitung des Forschungsprojekts. In vielen Sozialwissenschaften hingegen gibt es keine Sonderstellung des Letztautors; je wei-

ter hinten der Autor steht, desto weniger wichtig ist sein Beitrag zur Forschung.

Auch weil die Regeln unscharf sind, ist das häufigste an den zuständigen Ombudsmann der Akademien der Wissenschaften herangetragene Problem die Autorschaft von Publikationen. Zur Vermeidung von Streitigkeiten wird empfohlen, die Autorenliste so früh wie möglich mit allen potenziellen Koautoren zu besprechen. International scheint es üblich zu werden, den genauen Beitrag der einzelnen Autoren im Paper zu beschreiben. Die so gewonnene Transparenz könnte helfen, manchen Konflikt um die Position in der Autorenliste zu entschärfen.

Literatur

Akademien der Wissenschaften Schweiz. Autorschaft bei wissenschaftlichen Publikationen – Analyse und Empfehlungen, Bern 2013 (www.akademien-schweiz.ch/integritaet).

Die Schweiz besitzt seit dem 18. Jahrhundert ein ländliches, durch die Tourismuswerbung gefestigtes Image. Doch sowohl wirtschaftlich als auch kulturell ist das Land stark durch seine mehrheitlich reformierten Städte geprägt worden, die die Rationalisierung der Gesellschaft beschleunigt haben. Knapp siebzig dieser grösseren und kleineren Orte – von Aarau und Bellinzona über La Chaux-de-Fonds und Poschiavo bis Yverdon und Zürich – setzt nun ein stattlicher Band, für den rund achtzig Autorinnen und Autoren gearbeitet haben, pionierhaft ins Bild (bis vor kurzem hat sich die Geschichtswissenschaft kaum um bildliche Quellen gekümmert). Der Hauptteil porträtiert die Städte einzeln anhand einer Auswahl ihrer seit dem 15. Jahrhundert überlieferten Veduten, wobei aussergewöhnliche Darstellungen ebenso berücksichtigt werden wie zeittypische. Die Einleitung besticht mit originellen Synthesen, etwa zu Selbstdarstellungen auf Websites, die sich stark am historischen Stadtbild orientieren. Deutlich wird vor allem eins: Eine Stadtansicht ist nie neutral oder objektiv. Immer transportiert ihr Schöpfer über das Bild eine Botschaft, auch wenn sie ihm nicht bewusst ist. Meist besagt sie, im Interesse der städtischen Auftraggeber: Der Ort ist schön, friedlich, prosperierend. Für die bis Ende des 19. Jahrhunderts omnipräsente Armut bleibt kein Platz, die Vororte werden gern übersehen, damit die Stadt homogener erscheint. *uha*

B. Roeck, M. Stercken, F. Walter, M. Jorio, T. Manetsch (Hg.): Schweizer Städtebilder. Urbane Ikonographien (15.–20. Jahrhundert) – Portraits de villes suisses. Iconographie urbaine (XVe–XXe siècle) – Vedute delle città svizzere. L'iconografia urbana (XV–XX secolo). Chronos, Zürich 2013, 640 S., 400 farbige Abb.

Kurpfälzisches Museum Heidelberg



Romantisches Gegenbild zur Moderne: In seiner «Ansicht von Fribourg» (1826) blendet Domenico Quaglio den technischen Fortschritt, die Industrialisierung und die Massenarmut aus.



Gut bezahlter Ex-CEO (Daniel Vasella): Die Höhe der Vergütung hängt von den Eigentümern der Firma ab.

Wie viel ist zu viel?

Auch die Betriebswirtschaftslehre beschäftigt sich nun mit dem Phänomen der umstrittenen Vergütungen von Managern: Wie viel Geld ist gerechtfertigt, wie viel ist zu viel? Um die Verhältnismässigkeit der Summen zu bestimmen, machten Rüdiger Fahlenbrach vom Swiss Finance Institute (ETH Lausanne) und Henrik Cronqvist vom Claremont McKenna College (Kalifornien) einen *reality check*. Sie prüften, wie sich die Bezahlungen der Vorstandsvorsitzenden (CEOs) in zwanzig börsenkotierten US-amerikanischen Unternehmen änderten (darunter etwa der Spielzeughersteller Toys «R» Us), wenn diese durch eine «fremdkapitalfinanzierte Übernahme» neue Eigentümer bekamen. Die Annahme der beiden Betriebswirte: Weil die Neubesitzer alleinige Eigentümer seien und neben dem Fremdkapital auch viel eigenes Geld investierten, würden sie mit diesem haushälterisch umgehen und mit den CEOs harte Verhandlungen führen.

In den meisten Fällen änderten die neuen Bosse die Grundgehälter der CEOs nicht. Daraus ziehen die Wissenschaftler den Schluss, dass diese nicht zu hoch waren. Hingegen machten die Neubesitzer die als Aktien ausbezahlten Boni stärker von den Leistungen der CEOs abhängig, verlängerten die Sperrfristen und kürzten die vereinbarten Abgangsentschädigungen. Wahrscheinlich wäre also die berüchtigte Summe der siebzig Millionen, die Daniel Vasella von seiner Firma mitgegeben wurde, von einem Alleinbesitzer verringert worden. *uha*

H. Cronqvist, R. Fahlenbrach, CEO Contract Design: How Do Strong Principals Do It? Journal of Financial Economics 108 (2013), 659–674.

Die deutsche Literaturgeschichte ist um ein wichtiges Kapitel reicher. Bislang stand das 19. Jahrhundert vor allem für die grossen Romane der Realisten Theodor Fontane, Theodor Storm oder Gottfried Keller. Der Literaturwissenschaftler Jesko Reiling von der Universität Bern zeigt nun auf, dass der deutsche Realismus auf der noch immer missachteten Tradition der so genannten Volksliteratur beruht, die um die Mitte des 19. Jahrhunderts äusserst populär war und von Gelehrten, Literaten und Journalisten intensiv diskutiert wurde. Bekannt ist heute von den vielen erfolgreichen «Volksschriftstellern» nur noch Jeremias Gotthelf, doch die Zeitgenossinnen und Zeitgenossen kauften vor allem Berthold Auerbachs Bücher, insbesondere dessen «Schwarzwälder Dorfgeschichten» (1843–1854). Diese seien keineswegs trivial, wie die spätere Literaturgeschichtsschreibung behauptet habe, sondern Gotthelfs Werken ebenbürtig, sagt Reiling. Ohnehin hätten die fast vergessenen Schriftsteller hohe ästhetische Ansprüche gehabt.

Der Aufschwung der Volksliteratur ist im Kontext der bürgerlich-demokratischen Revolutionen von 1848 und der Nationalstaatsbildung zu sehen. Inspiriert von der Volksaufklärung des 18. Jahrhunderts und dem Schaffen des sich gegen den Rationalismus wendenden Johann Gottfried Herder, debattierten die «Volksschriftsteller» – teils mit starkem moralischem Anspruch – über die Seele des Volks, die es wiederzuerwecken gelte, über die Kraft ursprünglicher Märchen und Sagen, die notwendige Bildung der unteren Schichten und eine mögliche Nationalpädagogik. Ohne ihre Arbeiten wäre der deutsche Realismus nicht entstanden. *uha*

Jesko Reiling (Hg.): Berthold Auerbach (1812–1882). Werk und Wirkung. Winter-Verlag, Heidelberg 2012.



Berthold-Auerbach-Museum in Nordstetten/Horb

Gotthelf ebenbürtig: Das Werk Berthold Auerbachs.

«Das grösste Risiko ist unser Narzissmus»



In Zukunft soll es objektive Kriterien geben, mit denen sich Sexualstraftäter von gesunden Personen unterscheiden lassen, sagt der Gerichtspsychiater Marc Graf. Aber ob jemand zu verwahren sei, sei nicht Sache der Ärzte. *Von Ori Schipper*



Herr Graf, Sie führen Studien durch mit dem Ziel, die statistische Trennschärfe zu verbessern zwischen Personen, die entweder Kinderpornografie konsumiert oder Kinder sexuell missbraucht haben. Ist der Pornografiekonsum eine Art Vorstufe des Missbrauchs?

Die meisten Personen, die sich kinderpornographische Filme anschauen, gehen nicht bis zum Kindsmissbrauch. Zudem gibt es unter den verurteilten Sexualstraftätern einige, die kein Interesse an Pornografie zeigen. Sie sind so sehr im Praktischen und Konkreten verankert, dass sie wahrscheinlich keine sexuellen Fantasien hegen und es ihnen nicht in den Sinn kommt, im Internet nach solchem Bild- und Filmmaterial zu suchen.

Sie haben untersucht, was im Gehirn dieser Personen vor sich geht. War die Studie schwierig durchzuführen?

Ja, extrem schwierig, weil bei sexuellen Themen meist Schamgefühle auftauchen und die Antworten – auch bei gesunden Probanden – oft ein Wunschdenken spiegeln, das nicht der Realität entspricht. Wenn wir die Einstellungen zur Sexualität erheben, sehen wir beispielsweise, dass die Antworten der Sexualstraftäter nach der Behandlung gestörter und perverser wirken als vorher. Dabei sind die Straftäter nach der Behandlung ganz einfach offener.

Wie wollen Sie unter diesen Umständen zu zuverlässigen Resultaten gelangen?

Wir versuchen, den Einfluss des Bewusstseins auszuschalten, um möglichst objektive Parameter zu erheben. Unseren Versuchsteilnehmern – Mitarbeitende des Spitals oder verurteilte Straftäter – zeigen wir auf dem Bildschirm Fotos von Knaben und Männern nur so kurz, dass sie gar nicht merken, was sie gesehen haben. Das Bild gelangt zwar auf die Netzhaut des Auges, aber nicht bis in die visuellen Verarbeitungszentren des Hirns. So wie Spinnenphobiker Angst kriegen, auch wenn sie nicht wissen, dass ihnen eine Spinne gezeigt wurde, so lösen die so genannten subliminalen visuellen Stimuli eine andere Reaktion aus, je nachdem, ob der Junge auf dem Foto in Badehosen oder in Schuhen, Jeans und Pulli erschienen ist.

Wer sind die Personen auf diesen Bildern?

Wenn ein Modefotograf Aufnahmen Ihres Kindes für einen Badekleiderkatalog macht, möchten Sie nicht, dass diese Bilder in einer Studie mit Sexualstraftätern verwendet werden. Der Forschung stehen computergenerierte Bilder zur Verfügung, auf denen virtuelle nackte Menschen vom Säuglings- bis ins Greisenalter zu sehen sind.

Damit können Sie objektive Unterschiede zwischen Sexualstraftätern und gesunden Probanden ausmachen?

Das ist unser langfristiges Ziel. Wenn es uns gelingt, die Unterschiede klar zu definieren,

können wir in Zukunft unvoreingenommen beurteilen, ob eine Therapie wirkt. Auf das Wort der Sexualstraftäter können wir uns dabei nicht verlassen. Wenn ich Straftäter wäre, würde ich nicht verraten, dass ich immer noch Frauen vergewaltigen möchte, sondern rasch lernen, was ich in der Therapie sagen muss, damit sie mich freilassen. Deshalb suchen wir nach objektiven Parametern. Tatsächlich haben wir in unserer Studie gesehen, dass gesunde Probanden einerseits und Konsumenten von Kinderpornografie und Kindsmissbraucher andererseits unterschiedlich auf sub-

«Wir müssen vorsichtig sein, dass die Justiz unsere Resultate nicht instrumentalisiert.»

liminale Stimuli und andere Testverfahren reagieren. Wir sind also auf Zielkurs, aber noch ist die Trennschärfe zu schlecht, um aufgrund der Untersuchungen entscheiden zu können, ob jemand zu verurteilen sei. Wir müssen vorsichtig sein, dass die Justiz unsere Resultate nicht vorschnell instrumentalisiert.

Einige Strafrechtler erheben den Vorwurf, dass sich die Psychiatrie zu stark in die Justiz einmische.

Das verstehe ich. Momentan lässt sich eine heikle Tendenz beobachten: Wir bewegen uns weg vom Schuldstrafrecht hin zum Präventionsstrafrecht. Vor dem neuen Strafgesetzbuch von 2007 galt, dass staatliche Interventionen in einem angemessenen Verhältnis zum Verschulden des Einzelnen stehen müssen. Neu steht nicht mehr das Verschulden, sondern stehen «die zu erwartenden zukünftigen strafbaren Handlungen» im Vordergrund. Und wen fragt man, um in die Zukunft zu schauen? Uns forensische Psychiater. Das grösste Risiko dabei ist unser Narzissmus. Wenn wir sagen: Wir können sichere Diagnosen und lebenslängliche Prognosen stellen, dann gibt es selbstverständlich Richter, die – auch aufgrund des Drucks der Gesellschaft – sagen: Super, nutzen wir diese Fähigkeiten! Nur wenn wir Psychiater wissenschaftlich und ehrlich genug sind und klarmachen, was wir können und was nicht, sind wir den Juristen gute und zuverlässige Experten.

Aber Verwahrungsentscheide werden doch mit den Prognosen der Psychiater gerechtfertigt?

Heute wollen alle prognostizieren, es gibt ein Riesenangebot an Prognose-Seminaren. Doch Prognosen sind etwas wirklich



«Wir können über das Rückfallrisiko Auskunft geben, aber wir können und dürfen keinen Verwerhungsentscheid fällen.»

Schwieriges. Im Unterschied zum Wetterbericht finden Sie in forensisch-psychiatrischen Prognosen keine Irrtumswahrscheinlichkeiten. Da steht nur «erhöhte Rückfallgefahr», ohne dass präzisiert würde, wie sicher die Aussage ist. Hoffentlich werden die Richter in Zukunft solche Präzisionen einfordern.

Es ist nicht einfach, das Wetter zu modellieren. Wie viel schwieriger ist es, das menschliche Verhalten vorherzusagen?

Wir können kein Verhalten prognostizieren, das ist unmöglich, doch wir können eine Person einer Risikogruppe zuordnen. Von einer Gruppe wissen wir, dass so und so viele Prozent in den nächsten Jahren rückfällig werden, doch wir wissen nicht, ob die Person zu diesen Rückfälligen gehört wird. Um beim Vergleich mit dem Wetter zu bleiben: Vorhersehen, ob und wo es am Wochenende regnen wird, ist möglich, doch wo der Blitz einschlagen wird, kann niemand vorhersehen. Wenn Sie trotzdem vorbeugend alle Bäume in der Umgebung der vermuteten Einschlagsstelle fällen, handeln Sie abstrus. Die Situation im Strafrecht entwickelt sich in diese Richtung. Es ist wichtig, dass wir unsere Rolle klären: Wir sind medizinische Experten. Als solche können uns Juristen beiziehen, so wie sie das manchmal mit Aviatik-Experten machen, nicht mehr und nicht weniger. Es geht hier nicht darum, die Verantwortung abzuschieben, sondern darum, einen Machtmissbrauch zu verhindern.

Der Richter hat keine Risikogruppe vor sich stehen, sondern eine einzelne Person.

Genau das ist das Problem. Der Richter kann niemanden zu 60 Prozent verwahren. Entweder er steckt die Person in Haft oder lässt sie frei. Aber wo der Richter die Grenze setzt, geht uns nichts an. Ob kinderpornografisches Material auf dem Computer akzeptabel ist oder nicht, ist keine medizinisch-naturwissenschaftliche Frage. Von der Güterabwägung - zwischen der Freiheit des Einzelnen, die drastisch beschnitten wird, und der Sicherheit der Gesellschaft - sollten wir Ärzte die Finger lassen. Wir kriegen immer wieder Gutachtenaufträge mit der expliziten Frage, ob der Täter zu verwahren sei. Diese Frage können wir nicht beantworten. Wir können über das Rückfallrisiko Auskunft geben, aber wir können und dürfen keinen Verwerhungsentscheid fällen.

Eben Sie mit Ihren Studien nicht den Weg für diesen Entscheid?

Mit den objektiven Parametern wollen wir niemanden überführen, sondern jemanden konstruktiv mit dem Testresultat konfrontieren. Ausserdem geht es nicht nur um die Frage, wer gefährlich sein könnte, sondern auch darum, wer nicht gefährlich ist. Ich erhalte Briefe von verwahrten Straftätern, die an unseren Studien teilnehmen möchten. Verzweifelt schreiben sie, dass sie keine sadistischen Fantasien mehr hätten, aber dass dies ihnen niemand glaube. Sie hoffen, unsere Resultate könnten ihnen

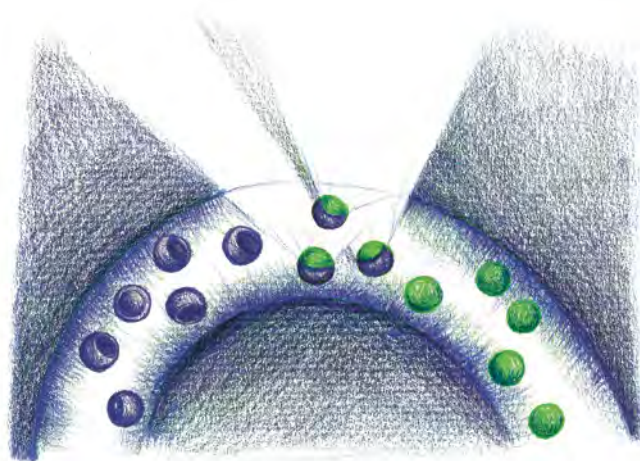
helfen, freizukommen. Kontaktiert haben mich auch Männer, die in einem Scheidungsverfahren stehen und ihrer Frau früher ungewöhnliche sexuelle Praktiken vorgeschlagen haben. Nun möchten sie beweisen, dass sie nicht pervers sind, damit sie ihre Kinder auch nach der Scheidung sehen dürfen. Es geht also auch in die andere, die Individuen entlastende Richtung. Unser grosses Glück ist, dass wir an einer Universitätsklinik mit öffentlichen Geldern ergebnisoffene Forschung betreiben dürfen.

Marc Graf

Marc Graf ist seit 2011 Direktor der Forensisch-Psychiatrischen Klinik der Universitären Psychiatrischen Kliniken Basel. Er unterrichtet an den juristischen Fakultäten der Universitäten Basel und Luzern und betreibt experimentelle Grundlagenforschung auf dem Gebiet der pädosexuellen Devianz. Ausserdem ist er Vorstandsmitglied der Schweizerischen Gesellschaft für forensische Psychiatrie.

LED, die Revolution des Lichts

Von Philippe Morel, Illustration Marion Ingold



1 Die LED sind im Vormarsch: In der Stadt und in den Häusern, im Verkehr und in der Freizeit, fast überall leuchten sie und nicht nur in der Nacht. LED heisst Leuchtdiode. Eine Diode ist ein elektronisches Bauelement, das den Strom nur in einer Richtung fliessen lässt. Moderne Dioden beruhen auf Halbleitermaterialien. Physikalisch gesehen ist eine Diode die Kontaktstelle (der so genannte PN-Übergang) zwischen zwei Halbleitermaterialien mit verschiedenen Eigenschaften, wobei auf einer Seite ein Elektronenüberschuss (N), auf der anderen ein Elektronendefizit mit «Löchern» (P) besteht. Aus der Sicht eines Elektrons stellt diese Kontaktstelle einen Grenzübergang dar, dessen Durchlässigkeit von den Materialien und von der Richtung der Spannung abhängt. Liegt die Spannung richtig, ist die Grenze leicht passierbar, andernfalls nicht.

2 Wenn das Elektron nach dem Überschreiten des PN-Übergangs mit einem Loch zusammentrifft, setzt es seine Energie frei, indem es ein Photon abgibt, also Licht abstrahlt. Dieses Phänomen wird Elektrolumineszenz genannt. Das erzeugte Licht kann mono- oder polychromatisch sein. Die Wellenlänge des ausgestrahlten Lichts hängt von den Materialien ab. Es entsteht also auf eine vollkommen andere Weise Licht als bei Glühlampen und Leuchtrohren. Mit den heute zur Verfügung stehenden Materialien ist es möglich, das ganze Spektrum des sichtbaren Lichts abzudecken.



3 Die erste Lichtemission durch einen Halbleiter gelang 1907. Das erste Patent, das eine Vorrichtung beschreibt, die später Elektrolumineszenzdiode (also LED) genannt werden würde, datiert von 1927. Es sollte bis in die sechziger Jahre dauern, bis die ersten LED – in roter Farbe – erstrahlten. Zu Beginn wurden sie wegen ihrer besonderen Eigenschaften vor allem als Anzeigeleuchten eingesetzt: Sie brauchen wenig Energie, sind schlagfest, platzsparend, haben eine lange Lebensdauer und geben nur wenig Wärme ab. Seit Ende der 2000er Jahre kann durch die Verwendung neuer Materialien Weisslicht erzeugt werden, und seither ist LED nicht mehr aufzuhalten.

Unzerstörbare Energie

«Die Garde stirbt, aber sie ergibt sich nicht.» («La Garde meurt mais ne se rend pas.») Noch standhafter als die kaiserliche Garde Napoleons ist die Energie: Sie lässt sich verändern, aber niemals vernichten. Energie ist allgegenwärtig. Paradoxe Weise gibt sie sich jedoch oft erst zu erkennen, wenn sie umgewandelt wird, zum Beispiel durch einen Velodynamo von mechanischer in elektrische und thermische Energie. Dem Phänomen Energie widmet das Lausanner Museum Espace des Inventions seine aktuelle Ausstellung. Die Energie wird



dabei als «Blips» dargestellt. Diese verkörpern die Währung, die bei physikalischen Prozessen gewechselt wird. Die Besucherinnen und Besucher erhalten beim Eingang die ersten «Blips» in Form von Pingpongbällen, weitere können sie mit eigener Muskelkraft – oder mit der Kraft der Kinder – dazugewinnen. Die Bälle bringen dann verschiedene Experimente und Vorführungen zum Laufen. Die

einzelnen Energiearten sind als Figürchen mit starker Persönlichkeit dargestellt. Mein Lieblingscharakter ist DarkVaBlip, der die mysteriöse dunkle Energie repräsentiert.

Die Ausstellung macht die Eigenschaften der einzelnen Energiearten und die physikalischen Prozesse sichtbar, die sie verbinden. Im interaktiven Museum dürfen und sollen die Dinge berührt werden. Aber auch Texte und die visuelle Gestaltung ziehen Gross und Klein in ihren Bann. Höhepunkt der Ausstellung ist – nicht nur für Kinder – die Kettenreaktion, bei der verschiedene Energiearten nach dem Vorbild einer Tinguely-Maschine einen Ball entlang eines langen, hindernisreichen Parcours antreiben. *pm*

Espace des Inventions, Lausanne: Indestructible énergie, bis 29. Dezember 2013 (www.espace-des-inventions.ch).

26. und 27. September 2013

ScienceComm'13

Herausforderungen und Grenzen der Wissenschaftskommunikation

Théâtre L'heure bleue, La Chaux-de-Fonds
► www.sciencecomm.ch

30. September 2013

IPCC Klimaänderung 2013

Die Autoren stellen den jüngsten Bericht zum Zustand des Klimas vor.

Hotel Bellevue Palace, Bern
► www.proclim.ch

6. bis 9. Oktober 2013

World Resources Forum

Wie Ressourcen nachhaltig genutzt werden können.

Congress Center, Davos
► www.worldresourcesforum.org/WRF-2013

15. und 16. Oktober 2013

Ars Conjectandi

Über moderne Statistik und die Wirkungen des Buchs «Ars Conjectandi», das Jacob Bernoulli vor dreihundert Jahren publiziert hat.

Congress Center, Basel
► <http://www.statoo.ch/bernoulli13>

21. Oktober 2013

Swiss Inter- and Transdisciplinarity Day 2013

Austausch über inter- und transdisziplinäre Forschung

Theatersaal National, Bern
► www.transdisciplinarity.ch

23. bis 26. Oktober 2013

Science-Cuisine

Gymnasiallehrer diskutieren mit Forschenden das Verhältnis von Kochkunst und Wissenschaft.

Lycée-Collège de la Planta, Sitten
► www.science-cuisine.ch

21. und 22. November 2013

Jahreskongress Akademie der Naturwissenschaften (SCNAT)

Die Bedeutung des hundertjährigen Bohrschen Atommodells und welche Physik daraus entstanden ist.

Campus St. Georgenplatz, Winterthur
► congress13.scnat.ch

26. November 2013

Palliative Care

Forschung für eine bessere letzte Lebensphase

Inselspital Bern
► www.samw.ch

Schule im Zug

Wo lernen Kinder am besten, was Energie sparen und nachhaltige Mobilität bedeuten? Im Zug. Die SBB haben deshalb zusammen mit Science et cité (Akademien Schweiz) und dem Bundesamt für Energie einen Schulzug realisiert. Er soll Schulklassen durch Lernwelten zu Mobilität und Energie zu aufmerksamem Umweltverhalten führen. Der Schulzug tourt nun durch die Schweiz (www.sbb.ch).



SBB CFF FFS

Wissen für eine Erde mit Zukunft

Margrit Straub



Heinz Gutscher, Präsident der Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften, wurde ins 18-köpfige wissenschaftliche Komitee von Future Earth gewählt. Die zehnjährige internationale Forschungsinitiative entwickelt Wissen zum Umgang mit globalen Umweltveränderungen und für den Wandel hin zu globaler Nachhaltigkeit (www.icsu.org/future-earth).

Nanomaterialien im Auge behalten

Nanomaterialien sind längst im Alltag angekommen, in Zahnpasten, Kleidern, Autoreifen oder Tennisschlägern. In der Schweiz werden insgesamt acht Nanomaterialien in grösserem Massstab produziert und verwertet. Das Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung hat nun mögliche Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit beurteilt. Es empfiehlt, die nach wie vor grossen Wissenslücken zu schliessen, eine unkontrollierte Verbreitung von Nanomaterialien etwa bei der Entsorgung zu verhindern und die Wahlfreiheit von Konsumentinnen und Konsumenten sicherzustellen.

Mit Software Plagiate aufdecken

Der SNF hat insgesamt sechs Fälle von Plagiaten in Gesuchen behandelt, die zwischen Oktober 2010 und Oktober 2012 eingereicht worden sind. Drei wurden von Expertinnen und Experten entdeckt, drei weitere von der neu vom SNF eingesetzten Software. In einem Fall wurden 60 Prozent des Forschungsplans aus einer noch nicht veröffentlichten Publikation ohne jegliche Quellenangabe kopiert. Bei den übrigen Fällen handelt es sich um Textpassagen, die bis etwa 20 Prozent des Gesuchs ausmachen. Die Fälle wurden vom SNF mit Sanktionen belegt. Drei Gesuchstellende wurden jeweils für ein Jahr von den Gesuchsverfahren des SNF ausgeschlossen, im gravierendsten Fall gilt die Sperre für vier Jahre. Die vom SNF seit zwei Jahren eingesetzte Software erlaubt eine vertiefte Analyse von «verdächtigen» Gesuchen, indem sie deren Inhalte mit Texten im Internet und mit Datenbanken wissenschaftlicher Literatur vergleicht.

Impulse für die Wirtschaft

Damit die Schweiz bei den Innovationen international führend bleibt, hatte das Parlament dem SNF 2009 zehn Millionen Franken zugesprochen. Dank dieser Summe sowie zusätzlichen Mitteln von Industriepartnern und Hochschulen konnte der SNF 28 Technologietransfer-Projekte aus neun verschiedenen Nationalen Forschungsschwerpunkten bewilligen. Es ist den Forschenden gelungen, durch die Projekte vielfältige Impulse für die meist kleineren involvierten Firmen und damit für die Wirtschaft auszulösen: Insgesamt wurden 43 Prototypen und 34 Verfahren sowie Produkte entwickelt, die teilweise bereits auf dem Markt sind. So haben beispielsweise Forschungsgruppen unter der



Tinnode

Leitung der ETH Zürich ein Sensorsystem entwickelt, mit dem Städte die Belegung von innerstädtischen Parkplätzen bestimmen und damit den Verkehr besser steuern können. In 17 Fällen wurden die Innovationen zudem durch Patente und Lizenzen geschützt.

Horizonte

Das Schweizer Forschungsmagazin erscheint viermal jährlich auf Deutsch und Französisch.
25. Jahrgang, Nr. 98, September 2013
www.snf.ch/horizonte

Herausgeber

Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (SNF)
Abteilung Kommunikation
Wildhainweg 3
Postfach 8232
CH-3001 Bern
Tel. 031 308 22 22
abo@snf.ch

Akademien der Wissenschaften Schweiz
Generalsekretariat
Hirschengraben 11
CH-3001 Bern
Tel. 031 313 14 40
info@akademien-schweiz.ch

Redaktion

Urs Hafner (uha), Leitung
Valentin Amrhein (va)
Marcel Falk (mf)
Philippe Morel (pm)
Ori Schipper (ori)
Marie-Jeanne Krill (mjk)

Gestaltung und Bildredaktion

2. stock süd netthoevel & gaberthüel,
Valérie Chételat
Umschlagbild: Valérie Chételat
Illustration Editorial: Eliane Häfliger, HKB

Übersetzung

Weber Übersetzungen

Korrektur

Anita Pfenniger

Druck und Litho

Stämpfli AG, Bern und Zürich
klimaneutral gedruckt, myclimate.org
Papier: Refutura FSC, Recycling, matt
Typografie: FF Meta, Greta Text Std

Auflage

35 600 deutsch, 15 600 französisch

© alle Rechte vorbehalten. Nachdruck der Texte mit Genehmigung des Herausgebers erwünscht.

ISSN 1663 2710

Das Abonnement ist kostenlos. Die Papierversion wird gewöhnlich nur in der Schweiz und an Organisationen im Ausland verschickt. Die präsentierten Forschungsprojekte werden in aller Regel vom SNF unterstützt.

Der SNF

Der SNF ist die wichtigste Schweizer Institution zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Er fördert im Auftrag des Bundes die Grundlagenforschung in allen wissenschaftlichen Disziplinen und unterstützt jährlich mit 755 Millionen Franken über 3500 Projekte, an denen rund 8750 Forschende beteiligt sind.

Die Akademien

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



«In Israel ist es üblich, dass
Frauen eine Forscherlaufbahn
mit der Gründung einer Familie
in Einklang bringen.»

Olga Sorkine-Hornung Seite 24

«Betrug in der Wissenschaft
ist allzu einfach.»

Diederik Stapel Seite 38

«Wir dürfen über das Rückfall-
risiko von Sexualstraftätern
Auskunft geben, aber wir
können und dürfen keinen
Verwahrungsentscheid fällen.»

Marc Graf Seite 46