



HÔTEL-RESTAURANT  
 ROTTMANNSHÖHE

Zum Rausnehmen  
 Wissenschaft erleben:  
 Unsere 20 Tipps

Oskar Strauch, Besitzer.

*Liebes Fräulein!*

**Digital Humanities: Zahlen ergänzen Worte ..... 10**

- Soll das Drei-Eltern-Baby erlaubt sein? ... 34
- Eine Fliege für ewiges Leben ..... 36
- Das Meer aus Plastik ..... 44

*... die besten Geiße  
 ... Lami Überländer*

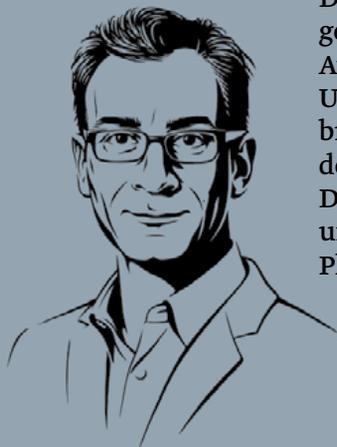
## Auf der Spur des *Homo digitalis*

Im Zuge der Digitalisierung unserer Gesellschaft nutzen auch die Geisteswissenschaften immer häufiger die Vorteile leistungsfähiger Informatikwerkzeuge: Digitalisierung, Datenbanken, statistische Analysen, Kartografie. Diese Entwicklung gestaltet die Arbeit effizienter und öffnet Türen zu neuen Forschungsgebieten.

Es handelt sich dabei in erster Linie um neues Werkzeug, nicht um einen Zauberstab. Die Forschenden sind sich bewusst, dass eine im Datenberg entdeckte Korrelation nur ein Hinweis ist – kein Beweis und keine Erklärung. Um diesen Informationen einen Sinn zu verleihen oder einen Kausalzusammenhang herzustellen, wird eine subjektiv vorgenommene qualitative Interpretation der Situation auch in Zukunft unabdingbar sein. Wie Bruno Latour 1993 festhielt, fallen Daten nicht vom Himmel, sondern werden gesammelt. Sie können objektiv erscheinen, sind aber in Wirklichkeit nie neutral. Ein wichtiger Punkt, der Entscheidungsträgern manchmal zu entgehen scheint, die sich objektive und unbestreitbare Rezepte wünschen.

Die digitale Revolution stellt die Praktiken der Geisteswissenschaften in Frage, da jedes Werkzeug unsere Wahrnehmung der Welt verändert. Angesichts allmächtiger Algorithmen müssen die Forschenden sorgfältig erwägen, wie sie der Komplexität und Vielschichtigkeit in ihrer Arbeit weiterhin gerecht werden können.

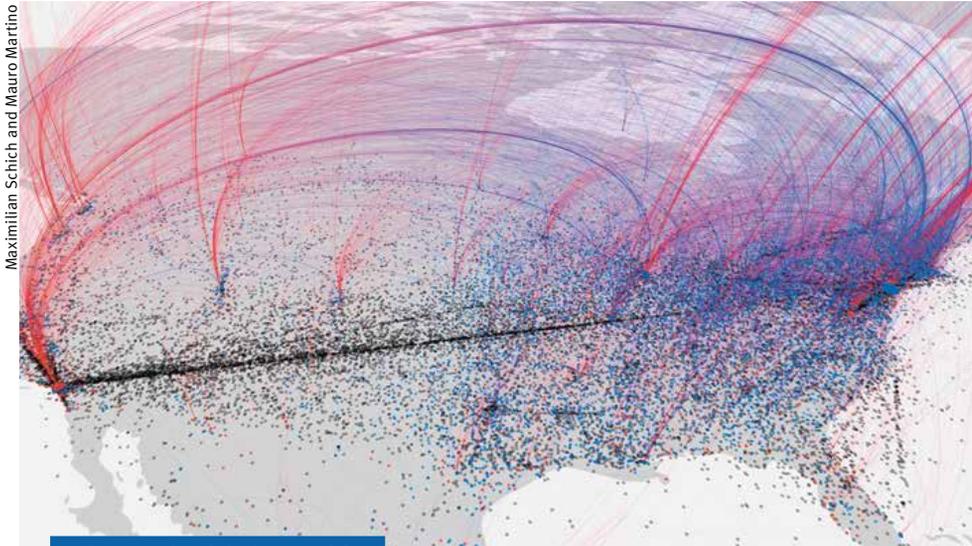
Die Bedeutung der Digitalisierung in den Geisteswissenschaften geht über Effizienzaspekte hinaus. Denn diese Disziplinen haben die Aufgabe, den *Homo digitalis* zu untersuchen und herauszufinden, welche Umwälzungen die Digitalisierung für die Gesellschaft als Ganzes bringt, namentlich mit der Neugestaltung der sozialen Beziehungen, der Aufgabe der Privatsphäre oder neuen Wegen zum Wissenserwerb. Dazu müssen sich die Geisteswissenschaften diese neuen Werkzeuge unbedingt zu eigen machen. Denn am besten begreifen wir ein Phänomen, wenn wir es selber geprüft und erfahren haben.



Daniel Saraga, Chefredaktor

# horizonte





Maximilian Schich and Mauro Martino

Schwerpunkt Digital Humanities

# 25



Aurel Märki

Wissen und Politik

## 10 Geisteswissenschaften 2.0

Computerbasierte Methoden verändern die Geisteswissenschaften fundamental: Neue Fragestellungen werden möglich, die Arbeitsweise wird vernetzter. Wo liegen Nutzen und Grenzen der Digital Humanities?

13 **Archäologische Feldforschung mit dem Tablet**

17 **Zahlen beschreiben Sprache**

21 **Die Angst vor Datenschutz**

22 **«Die Digital Humanities sind keine Revolution»**

24 **Die gläserne Decke**

Eine Informatikerin enthüllt die unsichtbaren Faktoren, die akademische Karrieren von Frauen bremsen.

25 **Ein Sommer der Wissenschaften**

Fliegen wie ein Vogel, ein Erdbeben im Simulator selbst erleben und auf eine subtropische Insel in der Schweiz reisen: Unser Guide weist den Weg zu 20 Naturwissenschaftlererlebnissen.

29 **«Verträge zwischen Hochschulen und Firmen sollten vertraulich bleiben»**

Antonio Loprieno befürchtet, öffentliche Verträge könnten eine Privatisierung der Forschung fördern. Er hört nach neun Jahren als Rektor der Universität Basel auf, um in die Wissenschaft zurückzukehren.

◀ Umschlag: In Zeiten von Tinder mutet die Postkarte von 1905 harmlos an: «Liebes Fräulein! Sende Ihnen sowie Ihrer Frau Mama und Ihrem Bruder die herzlichsten Grüsse.» Ob der Unterzeichnende das Fräulein zur Braut bekam, ist nicht überliefert.

Bild: Keystone/Interfoto/Pulfer

◀ Titelbild innen: Eine Forschergruppe der Universitäten Zürich, Bern und Neuenburg wollte wissen, wie Schweizer per Whats-App-Chat kommunizieren. Aus einer grossen Datenmenge entstand für «Horizonte» eine Wortwolke. Die Farben zeigen Worte mit ähnlichen Häufigkeiten an. Die Spitzenreiter auf Deutsch: «ich», «und». Bild: Simone Überwasser, whatsup-switzerland.ch

# 34

Keystone/Science Photo Library/Professors P. Motta & T. Naguro



Biologie und Medizin

## 34 **Zwei Mütter und ein Vater**

Grossbritannien prescht in der Fortpflanzungsmedizin vor und erlaubt die Mitochondrienspende. Ob je in der Schweiz Kinder mit drei Eltern geboren werden, ist fraglich.

## 36 **Anti-Aging für Fliegen**

In den Genen von Insekten suchen Schweizer Forscher nach den Zutaten für ein längeres Leben.

## 38 **Dicke Luft**

Wie viel Feinstaub jeder von uns einatmet, ermitteln Epidemiologen mit immer genaueren Messungen.

## 39 **Bakterien messen Dichtestress** **Füchse: gezähmt und anpassbar** **Die Entzündung der Lunge hemmen**

### Im Bild

6  
Vom Teilchenbeschleuniger gejagt

### kontrovers

8  
Sollen sich Unis an Start-ups bereichern?

# 40

Keystone/AP Photo/Thanassis Stavrakis



Kultur und Gesellschaft

## 40 **«Die Europäische Union muss demokratisiert werden»**

Mit dem Sieg von Syriza in Griechenland wird das Dogma der Austerität erneut in Frage gestellt. Für den Politologen Yannis Papadopoulos sind die Erfolge der euroskeptischen Parteien ein Alarmsignal.

## 43 **Hübsches Baby, starke Bindung** **Die Geburt des Unterhaltungs-Tourismus** **Gesäugt von einer Wölfin**

### Vor Ort

32  
In Sambia bei den Aquariumfischen

### Wie funktioniert's?

49  
Die Schweizer Raumfähre Soar

# 44

Wikimedia Commons



Umwelt und Technik

## 44 **Das Meer aus Plastik**

Milliarden Plastikteile treiben in den Weltmeeren - mit katastrophalen Folgen für die Umwelt.

## 46 **Von Dübendorf nach Washington**

Rita Tóth, physikalische Chemikerin bei der Empa, hat eine neuartige Solarzelle erfunden. Dafür wurde sie von der US-Zeitschrift «Foreign Policy» zu einer der 100 führenden Denkerinnen gekürt.

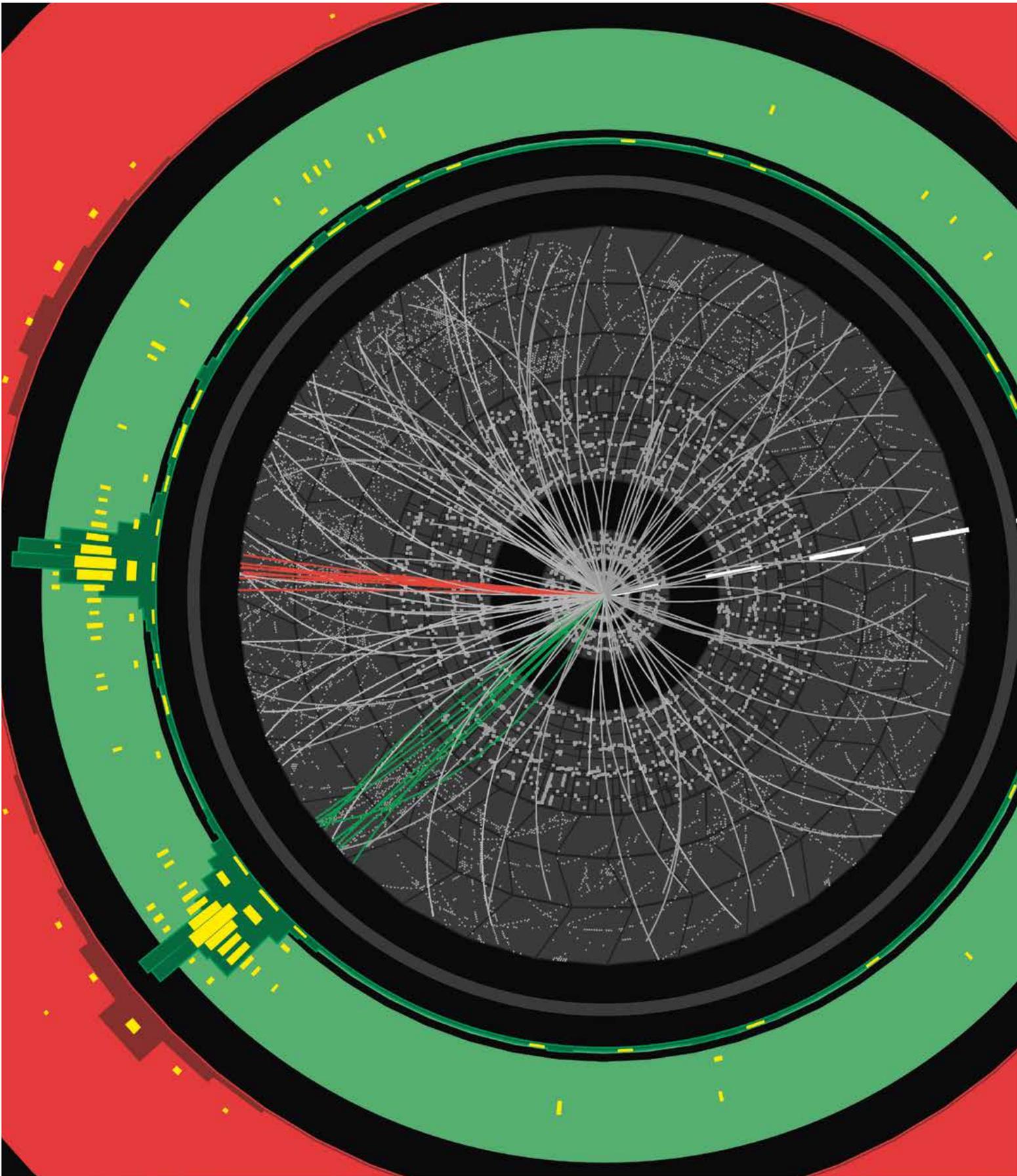
## 48 **Die Kunst der Deformation** **Lebendige Photovoltaikzellen** **Tsunamis in den Alpen**

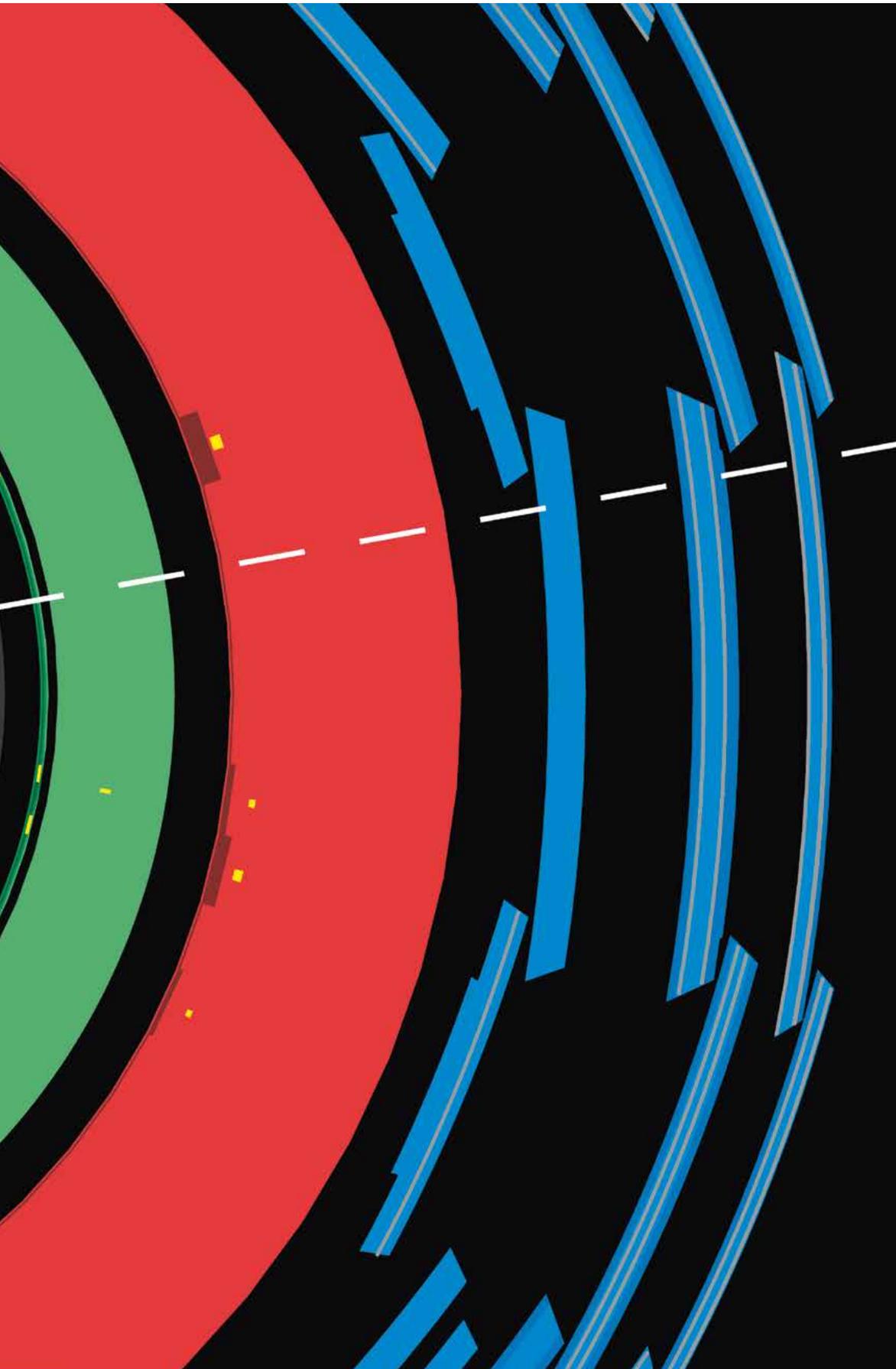
### Aus erster Hand

50  
Die Pflicht der Naturwissenschaften

### SNF und Akademien direkt

51  
Aus Agglomerationen sollen Städte werden





## Jenseits des Higgs-Teilchens

Im April 2015 hat der grosse Teilchenbeschleuniger LHC seinen Betrieb am Cern wieder aufgenommen. Seither jagt er neue Teilchen mit 60 Prozent mehr Leistung.

Das Bild zeigt die bei einer Kollision entstehenden Teilchenstrahlen. Die Linien im grauen Bereich wurden vom Computer auf der Grundlage der Daten berechnet, die ein Detektor mit 80 Millionen Pixel Auflösung im Zentrum lieferte. Die grün und rot eingetragenen Linien widerspiegeln die Messungen von Kalorimetern (die grünen und roten Ringe), die bestimmte Teilchen abfangen und deren Energie messen.

«Ein solches Ereignis ist eigentlich nichts Aussergewöhnliches», erklärt der Physiker Steven Goldfarb. «Das Standardmodell sagt voraus, dass diese Ereignisse gelegentlich auftreten. Falls sie jedoch mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit beobachtet werden, würde dies auf eine bestimmte Variante der Supersymmetrie hindeuten.» Diese Theorie dient als Erklärungsmodell zum Zusammenspiel der fundamentalen Wechselwirkungen oder zur dunklen Materie, aus der 80 Prozent der gesamten Masse des Universums bestehen.

Die graue, unterbrochene Linie auf der rechten Seite bezeichnet ein Teilchen: entweder ein Neutrino oder ein von der Supersymmetrie vorhergesagtes Neutralino oder auch ein anderes Teilchen, das als Kandidat für dunkle Materie gilt. Das Higgs-Boson war zwar bereits 2012 beobachtet worden, dem Universum sind aber noch längst nicht alle Teilchen entlockt. *dsa*

Bild: ATLAS-Experiment, © 2014 CERN

# Sollen Universitäten ihre Start-ups zur Kasse bitten?

Jedes Jahr werden in der Schweiz Dutzende von Start-ups gegründet, die Ergebnisse aus staatlich finanzierten Forschungsarbeiten vermarkten. Sollen die Universitäten, die diese Forschung unterstützt haben, auch am kommerziellen Erfolg der Start-ups teilhaben?

Valérie Chérelat (Fotomontage)



**Ja** sagt der Politiker Jean-François Steiert.

Die Schweiz hat in den letzten zwanzig Jahren mit rund 1000 meist kleinen, aber in den meisten Fällen erfolgreichen Unternehmen beachtliche Erfolge zu verzeichnen - auch wenn besonders risikofreudige Kapitalgeber in der Schweiz seltener auftreten als beispielsweise in den Vereinigten Staaten. Meist werden Schweizer Spin-offs mit Steuergeldern für Infrastrukturen, soziale Netzwerke, Stipendien oder Coaching-Leistungen von Hochschulen unterstützt. Das Ziel solch öffentlicher Investitionen ist primär die Förderung des Forschungs- und Werkplatzes.

Werfen nun Innovationen - dank der Unterstützung mit öffentlichen Geldern - über Verkäufe von Patenten hohe Gewinne in zwei- oder dreistelliger Millionenhöhe ab, muss der öffentliche Kapitalgeber einen Teil des Gewinns einfordern können - nicht, damit der Staat oder die Hochschule daran verdient, aber um die entsprechenden Gelder in die Förderung der nächsten Forschergenerationen zu reinvestieren. Gerade in Zeiten, in denen Bund und Kantone wegen übertriebener Steuersenkungen Sparprogramme aufsetzen, sollen auch auf

diese Weise zusätzliche Mittel generiert werden, die Jungforschende bei der wirtschaftlichen Verwertung von Innovationen unterstützen.

Beim Verkauf von entsprechenden Patenten soll es weder darum gehen, den Ertrag zu maximieren, noch mit einem einheitlichen Schlüssel Gewinne

«Die Öffentlichkeit muss einen Teil des Gewinns einfordern können.»

Jean-François Steiert

abzuschöpfen. Die Hochschulen brauchen einen Gestaltungsspielraum, um die Abschöpfung zu optimieren. Einerseits soll das Gründen und Führen von Start-ups attraktiv sein, andererseits braucht es angemessene Reinvestitionen in die nächste Forschergeneration. Was heute fehlt, ist die Transparenz. Wollen die Hochschulen das

Vertrauen der Steuerzahlenden erhalten, müssen sie offenlegen, wie viele Gelder aus erfolgreichen Start-ups zurückfließen. Das schulden die Hochschulen den Steuerzahlenden, die auch im für die Schweiz existenziell wichtigen Bereich der Forschung - mit Recht - wissen wollen, wie effizient der Steuerfranken eingesetzt wird.

Jean-François Steiert (SP) ist seit 2007 Nationalrat. Er ist Mitglied der Kommission für Wissenschaft, Bildung und Kultur.



# Nein

meint Hervé Lebret,  
Verantwortlicher  
eines Start-up-  
Fonds der EPFL.

Als Marc Andreessen 1993 Netscape lancierte, einen der ersten Web-Browser, fing der 22-jährige Amerikaner lieber nochmals bei Null an, als mit der Universität von Illinois eine Lizenz abzuschliessen, da er deren Bedingungen für inakzeptabel hielt. Harmonischer entwickelte sich die Beziehung zwischen den Gründern von Google und der Universität Stanford, die sich mit einer bescheidenen Beteiligung von zwei Prozent begnügte - was ihr sechs Jahre später beim Börsengang des Unternehmens immerhin 336 Millionen US-Dollar einbrachte. Überhaupt keine Forderungen stellte Stanford an die Gründer von Yahoo, da diese ihre Website in der Freizeit entwickelt hätten. Einige Jahre später spendeten diese 70 Millionen US-Dollar an Stanford, während Andreessen nichts mehr mit seiner Alma Mater in Illinois zu tun haben wollte.

Diese Beispiele veranschaulichen, wie sich die Beziehungen zwischen Hochschulen und Unternehmen trüben, wenn die Beteiligten den Wert eines Wissenstransfers nicht gleich einstufen. Allgemein herrscht die Meinung vor, dass ein solcher

Wissenstransfer im Rahmen der Ausbildung kostenlos sein sollte, nicht aber im Fall einer Unternehmensgründung. Indirekte Gegenleistungen existieren jedoch bereits: einerseits in Form von Steuern, vor allem aber in Form von Hunderttausenden von Arbeitsplätzen, die von Start-ups

«Allzu harte Bedingungen können den Unternehmergeist im Keim ersticken und Investoren abschrecken.»

Hervé Lebret

geschaffen werden. Diese sind in der Bilanz wesentlich wertvoller als Lizenzen, mit denen die renommiertesten US-Universitäten maximal zweistellige Millionenbeträge einnehmen.

Wie würde denn eine faire Entschädigung für Universitäten aussehen? Diese Diskussion ist heikel und basiert häufig auf

falschen Informationen, insbesondere aufgrund einer mangelnden Transparenz der beteiligten Akteure. 2013 analysierte ich in einer Publikation die Lizenzen von rund 30 Start-ups.<sup>1</sup> Demnach verlangen Hochschulen durchschnittlich eine Beteiligung von rund zehn Prozent bei der Gründung von Start-ups, die nach den ersten Finanzierungen auf ein bis zwei Prozent verwässert wird.

Nur ist es unmöglich, im Voraus das wirtschaftliche Potenzial einer Technologie zu beziffern. Wichtig ist vor allem, dieses Potenzial nicht durch übertriebene Lizenzforderungen zu schmälern. Allzu harte Bedingungen können den Unternehmergeist im Keim ersticken und Investoren abschrecken. Damit würde die Gans geschlachtet, die vielleicht schon bald goldene Eier gelegt hätte.

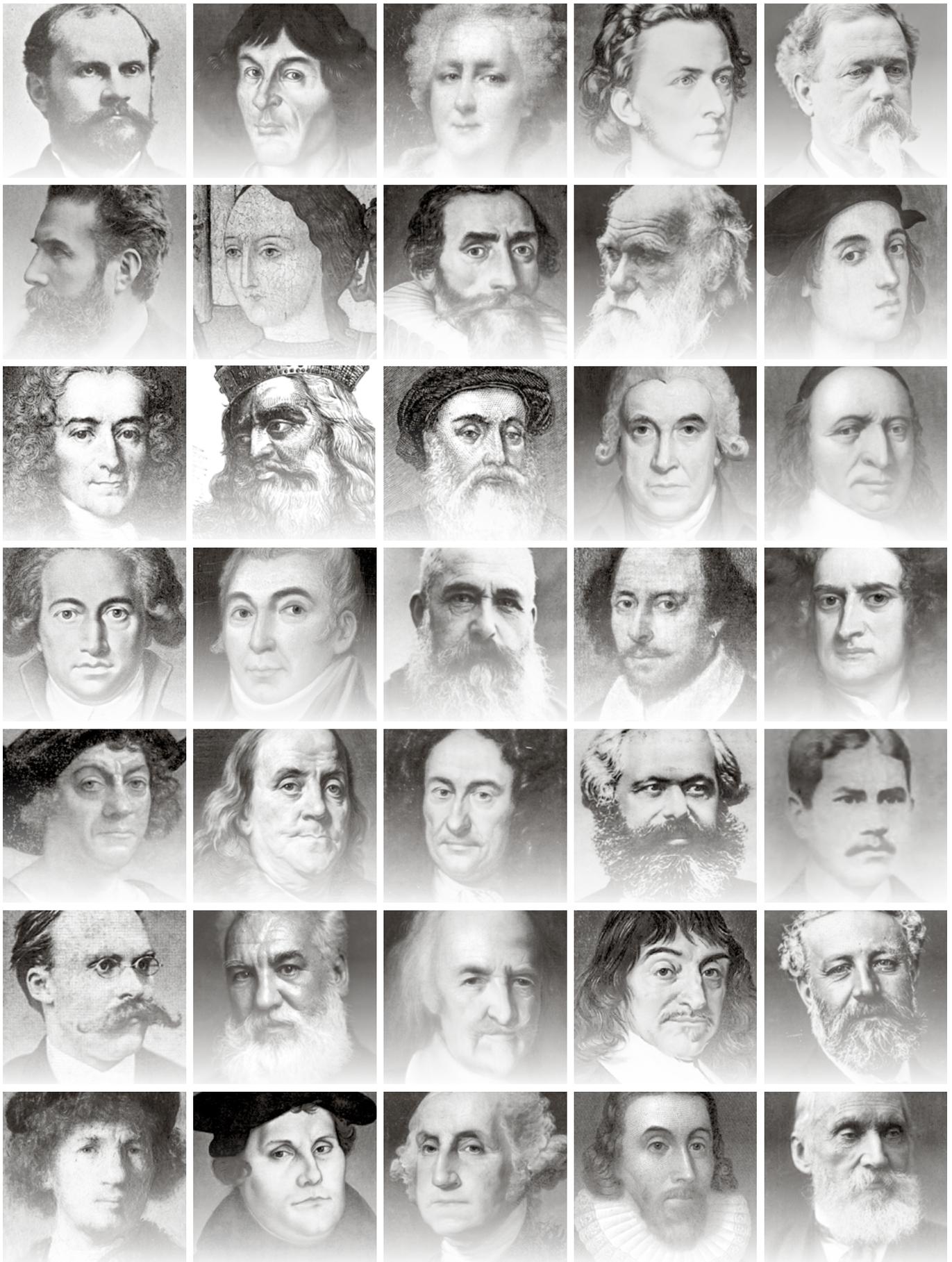
Hervé Lebret ist Mitglied des Vizepräsidiums für Innovation und Valorisation der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne und Leiter des EPFL-Innovationsfonds Innogrant.

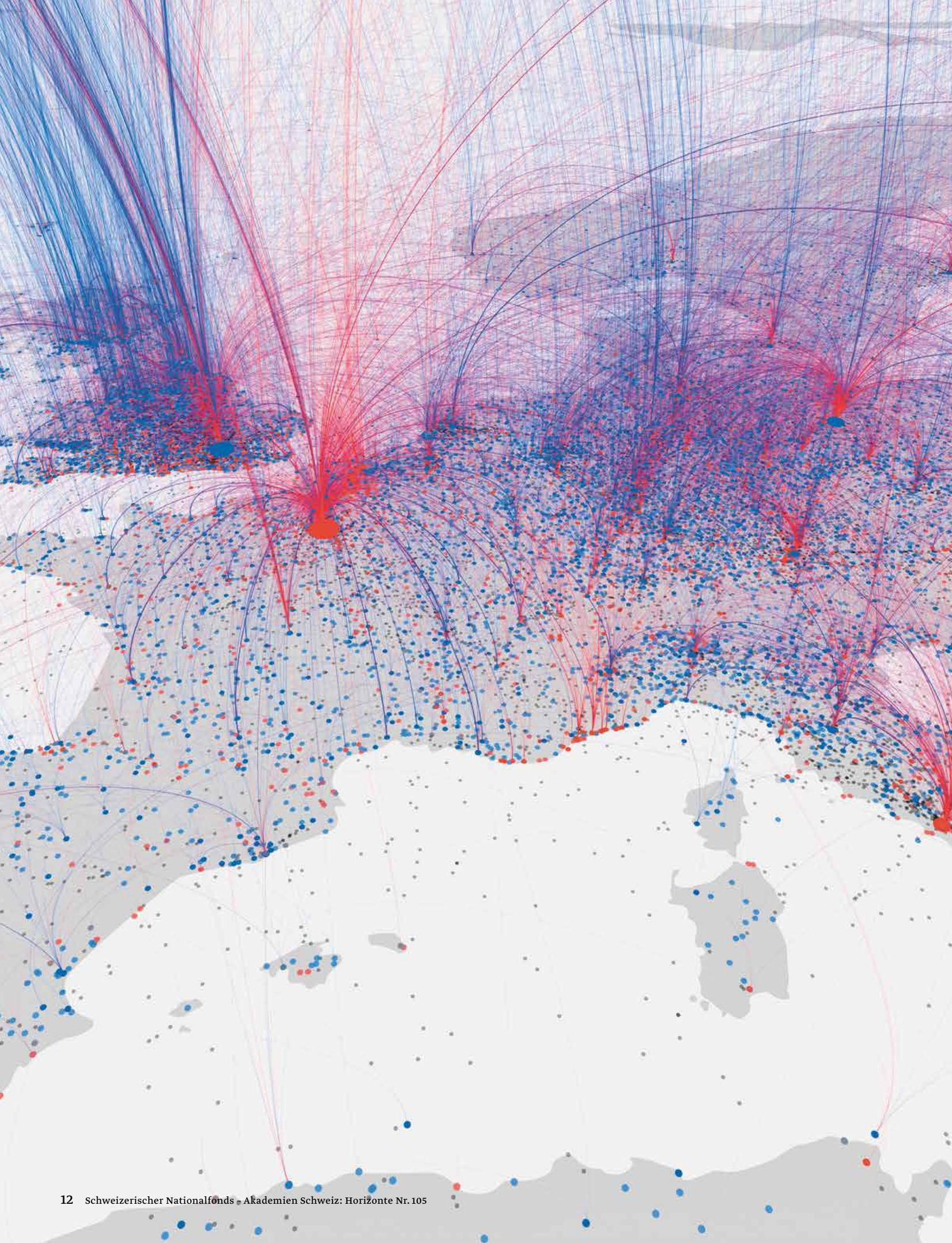
<sup>1</sup> <http://bit.ly/lebrstart>

# Algorithmen und Worte

Die Geisteswissenschaften nutzen immer häufiger digitale Technologien. Diese Werkzeuge erlauben neue Blickwinkel auf unsere Kultur und verändern wissenschaftliche Disziplinen.







# Algorithmen treffen auf Papyrus

Historiker und Archäologen machen sich mit den Instrumenten der Informatik vertraut. Diese Entwicklung ist unumgänglich – und hat das Zeug, die Disziplinen neu zu erfinden. *Von Fabien Goubet*

**D**ie Welt wird immer digitaler, und auch die Geisteswissenschaften entkommen dieser Entwicklung nicht. Sie verändern sich unter dem Einfluss von Computern und Algorithmen – und zwar nicht bloss durch simple Textverarbeitungssysteme oder E-Mail, sondern durch tiefgreifende Veränderungen in allen Schritten der akademischen Wissensproduktion, von der Digitalisierung der Quellen bis hin zur Analyse. Das Auftauchen neuer Methoden und Berufe sowie die notwendige Anpassung der universitären Ausbildung zeigen: Die «Digital Humanities» haben das Zeug, die Karten in den Geisteswissenschaften neu zu mischen.

Offiziell erscheint der Begriff Digital Humanities in schriftlicher Form erst 2004, sagt Claire Clivaz, Gastprofessorin am Laboratoire de cultures et humanités digitales der Universität Lausanne. «Früher sprach man von «humanities and computing», als ob sich die beiden Begriffe gegenüberstehen würden.» Die semantische Anpassung hin zu «Digital Humanities» zeige, wie eng beide Disziplinen heute verknüpft seien.

## Computer zeichnet Grenzen

Welche neuen Möglichkeiten die Digitalisierung mit sich bringt, zeigen Sylvian Fachards Arbeiten an der Universität Genf. Der Spezialist für Landschaftsarchäologie will den Grenzverlauf der verschiedenen Gebiete im Atlas, in der Region um Athen, zwischen dem 10. Jahrhundert vor und dem ersten Jahrhundert nach Christus erforschen. «Alle vorhandenen, raren Textquellen wurden bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts untersucht. Sie liefern zu wenig Hinweise, um den Grenzverlauf auf einer Karte zurückzufolgen», erklärt Sylvian Fachard. Aus diesem Grund bildet der Wissenschaftler die Region mithilfe eines räumlichen Modells ab. Dazu verwendet er alle in Ausgrabungen entdeckten Objekte, Ruinen und Grabmale und setzt

diese Informationen mit geografischen Gegebenheiten wie etwa der Topografie des Geländes in Verbindung. Aus diesen Angaben errechnet ein Algorithmus die Wahrscheinlichkeit einer Grenzstelle zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Diese digitalen Hilfsmittel ersetzen jedoch die archäologische Feldarbeit nicht, betont der Forscher. Kann dank des Modells eine Voraussage gemacht werden, setzt Sylvian Fachard seinen Archäologenhut auf und sucht vor Ort Spuren, um den angenommenen Grenzverlauf der Gemeinde zu bestätigen oder zu widerlegen. «Es ist nötig, alle Angaben zu interpretieren, um zu einem treffenden Ergebnis zu gelangen. Denn das Digitale generiert Angaben, die wir wiederum miteinander verbinden müssen. Dies erfordert ein komplexeres Analysenniveau als bisher.»

## Kollektive statt einsame Autoren

Die Digitalisierung bringt noch eine andere tiefgreifende Veränderung mit sich: «In der digitalen Kultur gehen wir vom Einzelkämpfertum zur Gruppenarbeit über», beobachtet Claire Clivaz. «Es zeichnen Autorenkollektive wissenschaftliche Artikel und nicht mehr wie früher einzelne Autorinnen und Autoren.»

Auch der Faktor Zeit werde beeinflusst, erklärt Sylvian Fachard. «Wenn wir Ausgrabungen machen, haben wir alle ein Tablet dabei, auf dem wir unsere Ergebnisse in Echtzeit zusammentragen und für alle zentral zugänglich machen können. Wenn es

«Es gibt keinen einzelnen Text mehr in einer vorgegebenen Version, aber dafür eine richtiggehende Genealogie aller möglichen Versionen.»

sein muss, können wir unsere Strategien von Tag zu Tag anpassen. Das ermöglicht uns eine unglaubliche Flexibilität.» Und Claire Clivaz fügt an: «Der Rhythmus der Wissenschaft verändert sich.» Pausenlos werde produziert, nicht zuletzt auch dank Blogs, in denen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler austauschten.

Claire Clivaz erforscht Manuskripte aus dem Neuen Testament. Die Digitalisierung ermöglicht ihr, endlich einen Teil der 5800 ins Altgriechische übersetzten Manuskripte angehen zu können. Jedoch verändert die Digitalisierung auch ihre Denkweise über ein historisches Dokument. «Es gibt keinen einzelnen Text mehr in einer vorgegebenen Version, dafür eine richtiggehende Genealogie aller möglichen Versionen», stellt die Wissenschaftlerin fest. Der Text wird dadurch vielschichtig. «Das

◀ Seite 11 und 12: Wie soll das Leben von grossen Figuren der Geschichte abgebildet werden, mit einem Porträt oder auf einer Karte? Dirk Helbling (ETH Zürich) hat den Geburts- und Sterbeort von 120 000 Persönlichkeiten in den letzten 2600 Jahren nachverfolgt, um die Verschiebung der intellektuellen Zentren zu illustrieren.

Bilder: Wikimedia Commons, Wellcome Library (S. 11); Maximilian Schich und Mauro Martino (2014) (S. 12)

verändert unsere Denkweise komplett», sagt Claire Clivaz und bezieht sich damit auf den Buchhistoriker Roger Chartier. Früher habe man auf Teufel komm raus die älteste Version eines Textes gesucht, heute betrachte man hingegen einen Text als sich wandelnde Geschichte einer Lektüre. «Die digitale Revolution ist noch bedeutender als der Buchdruck und eine einschneidende Zäsur in der Wissenschaft.»

«Eine der Herausforderungen ist es herauszufinden, wie weit wir mit Personen anderer Disziplinen zusammenarbeiten wollen, ohne aber die eigene Identität dabei zu verlieren.»

### Neue Fragestellungen werden möglich

Diese Zäsur ist gekennzeichnet von einer veränderten Beziehung der Historiker zu ihren Quellen. Martin Grandjean, Doktorand in Geschichte an der Universität Lausanne, untersucht in den Archiven des Völkerbundes die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern in der Zwischenkriegszeit. Er will herausfinden, wie deutsche Wissenschaftler sich in Europa trotz ihrer Ausgrenzung reintegriert haben. Er erarbeitet zu diesem Zweck eine raumzeitliche Kartografie ihrer Korrespondenz.

«Der Inhalt ihrer Briefe interessiert mich weniger als die Angaben, wer wem wann geschrieben hat», erklärt der Historiker. Er skizziert eine schematische Abbildung der Metadaten und hofft, so etwas zum Vorschein bringen zu können, was Historikern bisher verborgen geblieben ist. Doch so reichhaltig seine Kartografie auch sein mag, sie zeigt kein Resultat an sich: «Die Visualisierung der Angaben verhilft mir zu Ideen und Hypothesen. Wie jeder andere Historiker auch muss ich sie anschließend verifizieren und mich in die Archivarbeit stürzen.»

Diese Visualisierung einer komplexen Datenlage steht ebenfalls im Zentrum eines Forschungsprojekts der Universitäten Bern und Giessen, des «Repertorium Academicum Germanium» (RAG). Als Grundlage dienen Daten von 50 000 Gelehrten und Intellektuellen, die an den Universitäten des Alten Reiches zwischen 1250 und 1550 studiert haben. Im Prinzip wäre es möglich, ein solches Who is Who der Gelehrten des Alten Reiches auch ohne digitale Hilfsmittel zusammenzustellen. Doch es wäre um einiges schwieriger, die Resultate zu interpretieren. Die Forscher

wollen diese auf einer Karte mit Bezug zur Zeit darstellen – eine originelle Visualisierung, die ebenfalls neue Fragestellungen generieren könnte. «Dieses Instrument ermöglicht es uns, die Rolle mittelalterlicher Universitäten in einer vielfältigen Perspektive neu zu sehen», sagt Kasper Gubler, stellvertretender RAG-Direktor. Der digitale Ansatz des Verzeichnisses ermögliche es zudem, Verbindungen mit anderen Forschungsprojekten herzustellen.

### Google Map des alten Venedig

Das Potenzial der digitalen Hilfsmittel mag zum Träumen anregen – doch es ruft auch Kritiker auf den Plan. Zum Beispiel bei der «Venice Time Machine», einem medienwirksamen Projekt der ETH Lausanne, das sich zum Ziel gesetzt hat, die Entwicklung und Geschichte von Venedig über einen Zeitraum von 1000 Jahren zu modellieren. Dazu müssen Millionen von Dokumenten digitalisiert werden – das sind zirka 80 Kilometer Archivmaterial. «Eine derart immense Anzahl Dokumente von Menschenhand zu analysieren wäre schier unmöglich», sagt Frédéric Kaplan, Leiter des Projekts und Inhaber des Lehrstuhls für Digital Humanities an der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

Es werden also Maschinen sein, die schriftliche Quellendokumente entziffern. Sie werden aus ihnen Angaben herausfiltern wie etwa den Preis des aus dem Orient importierten Zimts, den Lohn der Söldnerführer oder die Liste der Maurerlehrlinge zu einem bestimmten Zeitpunkt. «Vereinfacht gesagt macht das Projekt aus den Big Data der Vergangenheit ein Google Maps und ein Facebook der Republik Venedig», erklärt Frédéric Kaplan, der sein Projekt gar mit der DNA-Entschlüsselung für das menschliche Erbgut vergleicht. Die «Venice Time Machine» werde einer Vielzahl von Forscherinnen und Forschern bei ihrer wissenschaftlichen Arbeit behilflich sein. Der Lausanner Wissenschaftler hofft, zusammen mit seinen venezianischen Partnern dereinst als touristische Attraktion einen virtuellen Besuch der venezianischen Adligenfamilien auf dem Smartphone anbieten zu können.

Dieser grandiosen Vision stehen einige Historiker skeptisch bis misstrauisch gegenüber. Namentlich genannt sein wollen sie aber nicht. Ihre Kritik: Dem Projekt fehle der Rahmen, und es fehlten die verschiedenen historischen Zugänge. Doch Frédéric Kaplan lässt sich durch solche Kritik nicht einschüchtern und stellt erste Forschungsergebnisse in Aussicht: «Wir werden bald die Modellierung eines kompletten venezianischen Quartiers zeigen können, des Rialto.»

### Seine Identität bewahren

Es stellt sich die Frage, ob die Digital Humanities ein simples Hilfsmittel der Historiker bleiben oder ob sie den Durchbruch

zu einem vollwertigen wissenschaftlichen Fach schaffen werden. Frédéric Kaplan ist klar von Letzterem überzeugt, während Sylvian Fachard betont, er sei vor allem Archäologe. Claire Clivaz glaubt weder an das Eine noch an das Andere: «Ich sehe die Digital Humanities eher als ein Übergangslabel, denn zu guter Letzt werden die Geistes- und Sozialwissenschaften so oder so digital geprägt sein. Gut möglich, dass das Adjektiv digital dereinst verschwinden wird.»

Die digitalen Hilfsmittel ermöglichen neue Pfade, doch diese zu begehen ist nicht immer einfach. Auf diesen Pfaden begegnen sich Historiker, Soziologen, Informatiker, Statistiker. Um all diese Welten miteinander zu verbinden, brauche es fähige Fachkräfte, betont Bella Kapos vom Laboratoire de cultures et humanités digitales der Universität Lausanne. Schliesslich erfordert jede Weiterentwicklung einer Disziplin eine Neudefinition ihrer Identität. Davon ist auch Claire Clivaz überzeugt: «Eine der Herausforderungen dieser Revolution ist es herauszufinden, wie weit wir mit Personen anderer Disziplinen zusammenarbeiten wollen, ohne aber die eigene Identität dabei zu verlieren.»

Fabien Goubet ist Wissenschaftsjournalist und schreibt für «Le Temps».

### Schweizer Universität im Umbruch

Elf Jahre nach seinem ersten Erscheinen nimmt der Begriff *Digital Humanities* in den Studiengängen einen festen Platz ein. In der Schweiz können Wissenschaftler Kurse, Workshops oder punktuell auch Seminare besuchen. Seit diesem Jahr bietet die philosophisch-historische Fakultät der Universität Lausanne im Masterstudiengang 30 ECTS-Punkte für die Spezialisierung in Digital Humanities an.

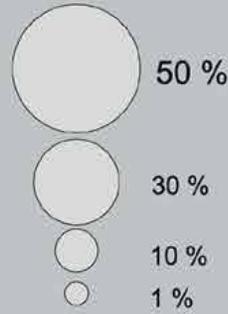
Das europäische Netzwerk Dariah zeigt alle zur Verfügung stehenden Kurse online auf einer Karte. Rund zwölf Anbieter sind in der Schweiz zu finden, aufgeteilt zwischen den Universitäten Genf, Lausanne, Bern und Basel, den Partnern dieser Infrastruktur. Die Schweizer Universitätslandschaft wird sich in den kommenden Monaten noch weiter wandeln, namentlich mit einem inter fakultären Masterstudiengang in Digital Humanities an der Universität Lausanne.



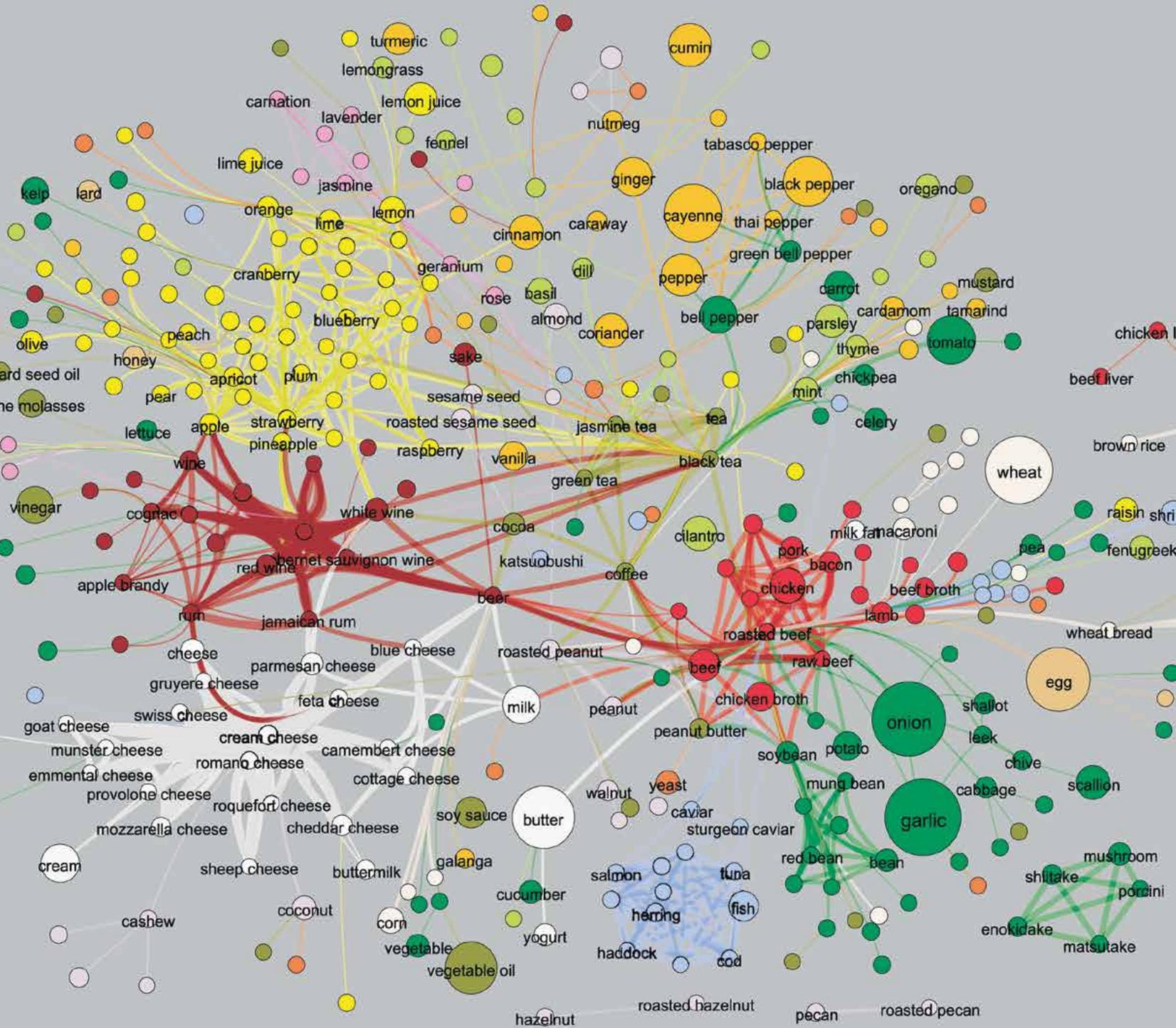
## Categories



## Prevalence



## Shared compounds



# 200 Jahre Weltliteratur in 0,4 Sekunden

Langsames Lesen ist out: Heute werden Millionen von Büchern im Nu mit dem Computer durchstöbert und erforscht.

Von *Mirko Bischofberger*

**A**lles fing mit Daten an. Mit zu vielen und zu unüberschaubaren Daten, an denen der italienische Jesuit Roberto Busa in den 1940er Jahren arbeitete. Sein Ziel: einen kompletten Index aller 11 Millionen Wörter in den Schriften des Theologen Thomas von Aquin herzustellen. Ein gewaltiges Unternehmen, das ihm wohl in einer Lebenszeit nicht gelingen würde. Doch Vater Busa hatte eine Idee: Eine Maschine solle ihm helfen. Er fand in den Vereinigten Staaten Unterstützung bei IBM-Gründer Thomas Watson. Mit seiner Hilfe war die Indexierung in wenigen Jahrzehnten bewältigt. Der «Index Thomisticus» wurde zu einem wegweisenden, 56-bändigen Werk mit 70 000 Seiten. Es ist das erste Werk, das es dem Benutzer erlaubte, ein komplettes Korpus rasch nach Inhalten zu durchsuchen.

## Eine digitale Weltliteratur

Heute dringt die Digitalisierung in alle Bereiche der Geisteswissenschaften vor. «Vor allem die Sprach- und Literaturwissenschaften interessieren sich heute stark für den digitalen Zugang zu ihren Daten», sagt der Zürcher Professor für Computerlinguistik Martin Volk. «Damit können bestimmte Forschungshypothesen mit Zahlen und Statistiken untermauert oder widerlegt werden». In seinem Forschungsprojekt «Text+Berg» hat er alle Bücher des Schweizer Alpen-Clubs digital erschlossen. Das sind 250 Bände, die seit 1864 erscheinen. «Das Material ist eine Fundgrube über die Schweizer Berge», erklärt Volk. «Es zeigt auf, wie sich zum Beispiel das Verständnis der Berge im Laufe der Zeit gewandelt hat. Während die Berge früher als Explorationsobjekte beschrieben wurden, werden

sie heute mehr als Sportgeräte angesehen. Das Wort «Wettkampf» kommt heute viel häufiger vor als früher.»

Ein weiteres Schweizer Projekt führt die Universität Genf durch. Dort wird ein Teil der «Bibliotheca Bodmeriana» digitalisiert. Diese aussergewöhnliche Büchersammlung besteht aus über 150 000 Werken in achtzig Sprachen und aus drei Jahrtausenden. Darunter sind das älteste Manuskript des Johannes-Evangeliums aus dem 2. Jahrhundert und die Urschriften der Gebrüder-Grimm-Märchen.

## Citizen Science hilft

Doch die Digitalisierung von Büchern ist mühsam. «Die Bücher müssen zuerst von Hand geschnitten und dann alle Seiten separat eingescannt werden», sagt Volk. Er hat im Projekt «Text+Berg» über 120 000 Seiten digitalisiert und weiss, wovon er spricht. «Nach dem Scannen hat man Tausende von Computerbildern und keine Texte.» Für die Texterkennung sind Programme zuständig, die die Buchstaben innerhalb der Bilder erkennen und in Wörter umwandeln. «Die Fehlerrate bei diesem Prozess ist immer noch relativ hoch, gerade bei älteren Schriften aus dem 19. Jahrhundert.» In

«Die Google-Applikation Ngram war für die digitalen Geisteswissenschaften wegweisend.»

seinem Projekt ergaben sich etwa zwölf Fehler pro Seite, die man von Hand hätte überprüfen müssen. In der Not wurde Volks Team erfinderisch: Es entwickelte ein Online-Korrektursystem, das es Freiwilligen in einer Art Spiel erlaubte, die Fehler von Hand auszumerzen. Das Citizen-Science-Projekt kam bei den Mitgliedern des Schweizer Alpen-Clubs sehr gut an. «Dank ihrer Hilfe konnten wir in einem halben Jahr über 250 000 Korrekturen durchführen», sagt Volk stolz. Jetzt ist das digitale Bergkorpus praktisch zu 100 Prozent korrekt.

Sind die Texte digitalisiert, können sie einfach archiviert und angesehen werden. «Vor allem bei alten, raren oder schwierig zugänglichen Dokumenten ist dies sonst nicht möglich», sagt Volk. Das weltweit bekannteste und wohl umfangreichste solche Archiv ist Google Books.

◀ Seite 15 und 16: Beides gibt Aufschluss darüber, mit welchen Lebensmitteln wir kochen: der Blick in den Kühlschrank und das Geschmacksnetzwerk. Die Knotenfarbe steht für die Kategorie, die Grösse für die Häufigkeit in Rezepten. Die Verbindungslinien zeigen, wie viele aromatische Komponenten Lebensmittel teilen.

Bild: Valérie Chételat (S. 15);  
Yong-Yeol Ahn (S. 16)

Via Volltextsuche können dort die Bestände der Universitätsbibliotheken Harvard, Stanford und New York in Sekundenschnelle durchsucht werden. Auch europäische Bibliotheken, wie diejenige der Universität Oxford oder die Bayerische Staatsbibliothek, sind bereits erfasst.

### Freud ist bekannter als Darwin

Auf Google Books aufbauend, entstand 2010 Google Ngram, eine Webapplikation, die das Vorkommen eines Wortes oder einer Wortfolge in allen von Google gescannten Büchern seit 1800 untersucht. Damit können zum Beispiel geschichtliche Ereignisse wie die Abschaffung der Sklaverei untersucht oder auch die sprachliche Veränderung bestimmter Wörter innerhalb einer Sprache beobachtet werden. Sichtbar wird auch die Popularität von Persönlichkeiten im Lauf der Geschichte: Wissenschaftler wie Sigmund Freud, Albert Einstein oder Charles Darwin kommen sehr oft in den Büchern vor, doch Freud wird seit 1950 mindestens doppelt so oft genannt wie die andern.

«Ngram ist bloss ein Beispiel von dem, was heute mit digitalisierten Kulturdaten machbar ist», sagt Jean-Baptiste Michel, Datenwissenschaftler aus Harvard und Autor der Google-Applikation, die bereits Millionen von Benutzern verwenden. Ngram ist aus den digitalen Geisteswissenschaften nicht mehr wegzudenken. Martin Volk von der Universität Zürich bestätigt, dass «Ngram für die digitalen Geisteswissenschaften wegweisend war, vor allem weil es die Methoden in der Breite bekannt gemacht hat».

### Über 100 Millionen SMS pro Tag

Die Digitalisierung der bestehenden Literatur ist bloss ein Ansatz der Sprachanalyse. «Heute geben wir über unsere Telefone und Computer pro Tag mehr digitale Texte ein als je zuvor», sagt Elisabeth Stark vom Romanischen Seminar an der Universität Zürich. Allein im Jahr 2013 wurden in Deutschland pro Tag über 100 Millionen SMS versendet. «Alle diese Texte werden zwar so gut wie nie ausgedruckt, sind aber trotzdem Teil unserer Sprachkultur», meint Stark. In ihrem Nationalfonds-Projekt «Sms4science» erforscht sie die sprachlichen Merkmale und die Kommunikation der Schweizer via SMS.

Um an diese Daten zu gelangen, hat Stark zusammen mit andern Forschenden alle Schweizer Handynutzer eingeladen, von SMS eine Kopie an eine Gratisnummer zu schicken. «So konnten wir in der Schweiz rund 26 000 SMS sammeln», sagt Stark. Unter anderem interessiert sie dabei die empirische Erfassung von sprachlichen

Ellipsen, also Auslassungen von Wörtern. Typische Beispiele für Ellipsen sind «Kome später» oder «Nervt mich». Um herauszufinden, warum hier das Subjekt fehlt, untersuchte Starks Team alle französischen und deutschen SMS. Dabei stellte es fest, dass die Auslassungen viel seltener sind als angenommen und dass sie denselben Gesetzmässigkeiten wie in der gesprochenen Alltagssprache folgen. «Dies widerspricht dem Eindruck, den man beim Betrachten einzelner SMS häufig hat», sagt Stark, «und deshalb wird eine grosse Datenmenge benötigt, um den tatsächlichen Gegebenheiten in SMS auf die Spur zu kommen.»

### Zu wenig Ressourcen in der Schweiz?

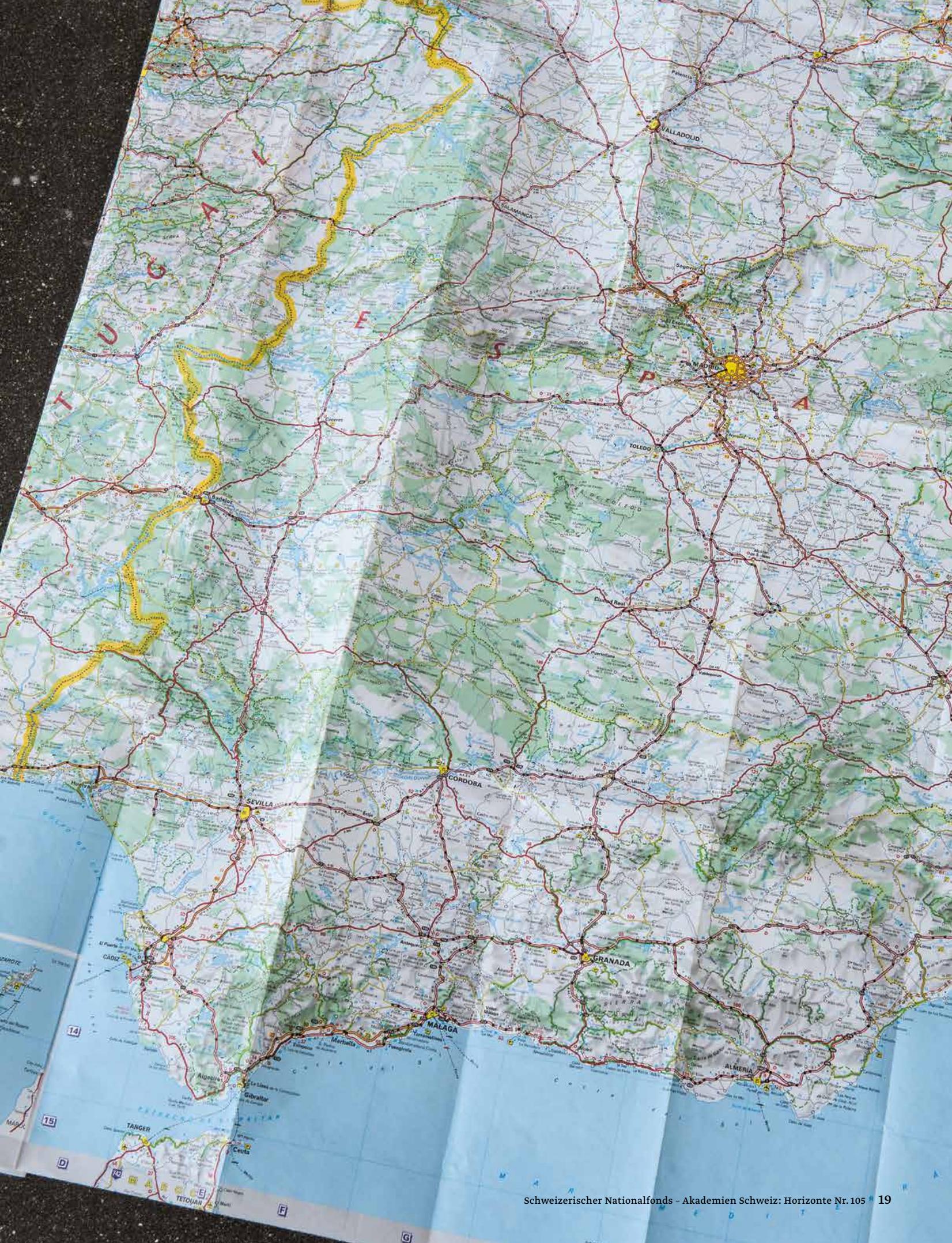
Die digitalen Geisteswissenschaften erlauben es, Literatur und Sprache mit Zahlen zu analysieren. Und Zahlen waren schon immer das Markenzeichen der exakten Wissenschaften. Sie ermöglichen es, quantitative Muster und Beziehungen in einer Präzision zu beschreiben, zu der Worte kaum fähig sind. Die nächste Generation von Geisteswissenschaftlern wird demnach datenbasiert arbeiten, so wie es die Bioinformatiker seit Ende des 20. Jahrhunderts tun. «Das Feld wird vor allem durch die enorme Zunahme an digitalen Textmengen angetrieben», sagt Martin Volk. «So wie die Sequenzierung des menschlichen Genoms zur Bioinformatik führte, wird die Digitalisierung unserer Sprache und Literatur unweigerlich in den Geisteswissenschaften bald nicht mehr wegzudenken zu sein.»

Forschende wie Martin Volk und Elisabeth Stark sind nur der Anfang einer neuen Forschungsära der Geisteswissenschaften. «Leider sind die Ressourcen in der Schweiz für die digitalen Geisteswissenschaften im Moment aber noch gering», sagt Volk. Auch Stark ist dieser Ansicht: «Es gibt an der ganzen Universität Zürich zum Beispiel noch keine Professur für digitale Geisteswissenschaften, obwohl es höchste Zeit dafür wäre». Noch wichtiger scheint beiden der Zugang zu grösseren Datenkonsortien. «Obwohl es wichtige Initiativen auf europäischer Ebene gibt, ist die Schweiz im Moment leider oft nicht Teil davon», sagt Stark. Auch Jean-Baptiste Michel, der bei Google Books ein unglaubliches Reservoir an Daten benutzen durfte, sagt: «Der Zugang zu Daten ist der wichtigste Motor!»

Mirko Bischofberger ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des SNF.

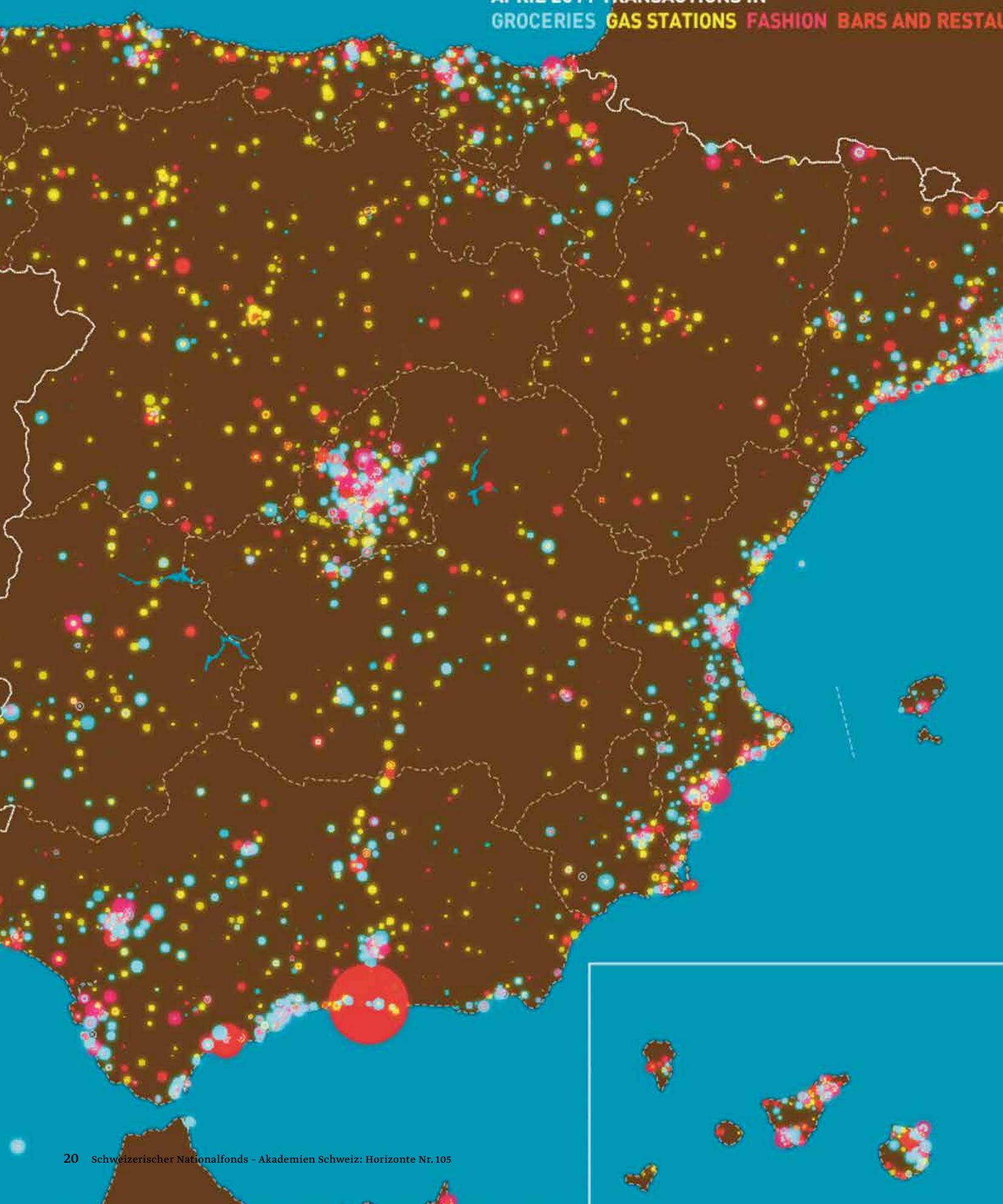
J.-B. Michel et al.: Quantitative Analysis of Culture Using Millions of Digitized Books. Science. 2011

«Um den tatsächlichen Gegebenheiten in SMS auf die Spur zu kommen, braucht es eine grosse Datenmenge.»





APRIL 2011 TRANSACTIONS IN  
GROCERIES GAS STATIONS FASHION BARS AND RESTAURANTS



# Wenn Forschung zu digitalem Schutt zerfällt

Historische Objekte zu digitalisieren bewahrt sie nicht vor dem Verfall. Ein Schweizer Projekt will die Datenbanken der Forscher retten.

Von Daniel Saraga

Das Internet vergisst nie», warnen Experten mit besorgtem Blick auf die Freizügigkeit, mit der wir im Internet unsere Privatleben ausbreiten. Aber sicher ist das keineswegs: Der stürmische Wandel bei Speichermedien und Formaten hinterlässt einen Berg von Daten, die früher oder später unleserlich werden. Sich selbst überlassen, sind sie zum Vergessen verurteilt.

Mit voller Wucht trifft das Problem auch wissenschaftliche Ergebnisse, die immer häufiger in Datenbanken gesammelt werden. Denn diese Datenbanken veralten schnell: Die Programmiersprache wird abgelöst, das Betriebssystem ist nicht mehr mit dem neuen Server kompatibel.

«Das ist ein ernsthaftes Problem», erklärt Lukas Rosenthaler, Verantwortlicher des Daten- und Dienstleistungszentrums (DDZ), ein Projekt, das den langfristigen Bestand wissenschaftlicher Ergebnisse in den Geistes- und Sozialwissenschaften sicherstellen soll (siehe «Den Retter retten»). «Nur in sehr seltenen Fällen betreuen Forschende die Informatikstrukturen weiter, wenn ein Projekt – und seine Finanzierung – beendet ist. Eine unzugängliche Datenbank ist jedoch eine unbrauchbare Datenbank. Diese nicht weiter zu unterhalten kommt

der Zerstörung wissenschaftlicher Ergebnisse gleich. Paradoxe Weise ist die digitale Form wissenschaftlicher Ergebnisse viel empfindlicher als eine gedruckte Veröffentlichung.»

## Kopisten des 3. Jahrtausends

Der Forscher konnte bereits eine der wichtigsten internationalen Datenbanken zur griechischen Mythologie retten, das «Lexicon Iconographicum Mythologiae Classicae», das nach 30 Jahren Entwicklung 2009 beendet wurde. «Die Datenbank war bereits vollständig ausser Betrieb, und das für die Programmierung zuständige Unternehmen hatte Konkurs angemeldet», sagt Lukas Rosenthaler. «Wir mussten die Site hacken, da die Passwörter unauffindbar waren. Unsere Arbeit gleicht manchmal einer archäologischen Suche in digitalem Schutt...» Aber manchmal lassen sich so wissenschaftliche Ergebnisse zu einem zweiten Leben erwecken. Die Harvard-Universität hat zum Beispiel Interesse daran bekundet, das Lexikon in ihren Kommentar zu Homer über Linked Open Data aufzunehmen, ein Element des Web 3.0, mit dem Online-Daten direkt und dynamisch verknüpft werden können.

Mit seinem kleinen Team stützt sich der frühere Physiker und Leiter des Digital Humanities Lab der Universität Basel auf semantische Technologie, um eine generische Plattform zu entwickeln, mit der Daten aus sehr unterschiedlichen Plattformen strukturiert werden können. «Wir werden schätzungsweise 99 Prozent der in den Geistes- und Sozialwissenschaften erstellten Datenbanken und sogar bestimmte Projekte der Biologie einbinden können. In drei Jahren werden wir rund dreissig Projekte – von der griechischen Mythologie bis zu einer Sammlung historischer Bergfotos – übersetzt haben.»

Das DDZ hält sich an das Konzept des Open Archival Information System: Daten regelmässig kopieren und in ein aktuelleres Format umschreiben. Das ist ein aufwändiger und kostspieliger Prozess, der ständig wiederholt werden muss – die digitale Entsprechung des Kopierens der Mönche im Mittelalter. «Die meisten Forschungsgruppen verfügen nicht über die Mittel, um stabile Werkzeuge zu schaffen», bemerkt Lukas Rosenthaler. «Idealerweise arbeiten wir bereits zu Beginn der Projekte mit den Gruppen zusammen, um dauerhafte Datenbanken zu erstellen, die später leicht aktualisiert und migriert werden können.»

Die Bewegung Open Research Data ermutigt Forschende, Ergebnisse für alle zugänglich und in interaktiver Weise bereitzustellen. Aber wie jede Maschine muss auch dieses Werkzeug regelmässig gewartet werden. Eine Arbeit ausserhalb des Scheinwerferlichts, aber unverzichtbar, wenn verhindert werden soll, dass Wissen für immer im Schatten des Vergessens verschwindet.

Daniel Saraga ist leitender Wissenschaftsredaktor des SNF.

Final report for the pilot project «Data and Service Center for the Humanities». SAGW. 2015  
Kulturerbe digital. Nike-Bulletin. 2014  
<http://openresearchdata.ch/>

## Den Retter retten

Das Daten- und Dienstleistungszentrum für die Geisteswissenschaften (DDZ) soll digitale Archive retten und ist selbst ebenfalls in Gefahr. «Wir setzen uns seit 2008 entschlossen dafür ein, eine stabile Plattform zu schaffen», erklärt Markus Zürcher, Generalsekretär der Schweizerischen Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften, der das Projekt lanciert hat. «Alle betroffenen Personen unterstützen diese Plattform. Nur die Finanzierung ist ungewiss.» Das DDZ bleibt ein Pilotprojekt, das sich seinem Ende zuneigt. «Wir haben im März 2015 beim Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation ein Gesuch um Unterstützung mit zwei Millionen Franken für den Zeitraum 2017–2020 eingereicht. Wir möchten die Finanzierung bis 2017 sicherstellen, weil ein Unterbruch des Projekts äusserst ungünstig wäre.» Zum Vergleich: Für Datenbanken in den Geistes- und Sozialwissenschaften werden jährlich rund 30 Millionen aufgewendet.

◀ Seite 19 und 20: Die Kartografie schafft eine Form von erweiterter Realität, indem sie die Geografie mit Daten anreichert. Der Überblick erlaubt, versteckte Informationen rasch zu erkennen – wie hier der heftige Anstieg der Bars an der Costa Tropical und die Explosion der Lebensmittelverkäufe vor Ostern.

Bild: Valérie Chételat (S. 19);

MIT Senseable City Lab – Carlo Ratti, Director – Pedro Cruz: Visualization (S. 20)

# «Es ist eine gefühlte Revolution»

Digital Humanities sind nur neue Methoden, ermöglichen aber neue Fragestellungen, sagt der Geisteswissenschaftler Gerhard Lauer. Der Literaturwissenschaftler gehört zu den Vordenkern in der Verwendung computerbasierter Analysen, obwohl er sich als konservativ bezeichnet. *Von Urs Hafner*



Nicht Google sollte unser kulturelles Erbe definieren, sagt Gerhard Lauer.

## **Herr Lauer, unter den Begriff Digital Humanities fällt vieles. Was verstehen Sie darunter?**

Ganz praktisch: Die Verwendung computerbasierter Methoden für die Realisierung digitaler Editionen und für die eher quantitative Analyse grosser Textmengen.

## **Hat sich Ihre Forschung durch die Digital Humanities verändert?**

Ja, aber nicht abrupt. Die Digital Humanities beginnen die geisteswissenschaftliche Forschung zu verändern, indem sie das Spektrum der Methoden und Fragen nach und nach erweitern. Um mein Gebiet zu nehmen, die Literaturwissenschaft: Wir fangen an, die Literatur quantitativ zu analysieren, Goethes «Werther» etwa oder Kafkas Erzählungen. Die Nachfrage der Studierenden nach computerbasierten Methoden nimmt zu, und ich betreue nun erste Bachelorarbeiten aus diesem Bereich.

## **Der Text ist traditionell das Herzstück der Geisteswissenschaften. Diese analysieren den manifesten und latenten Sinn von Texten und stellen ihre Erkenntnisse narrativ und argumentativ zur Diskussion. An dieser Dimension des Textes zielen die Digital Humanities vorbei.**

Auf den ersten Blick haben Sie recht: Sie zählen vor allem Wörter. Aber deren Verteilung in Texten sagt eben etwas über diese Texte aus. Aus dem Wortprofil einer Person beziehungsweise ihrer Texte lässt sich viel über diese Person lernen. Wir meinen, der Gebrauch von Artikeln oder Pronomen würde wenig aussagen, doch das Gegenteil trifft zu.

## **Welche neuen Erkenntnisse haben Sie dank den Digital Humanities gewonnen?**

Wir achten nun zum Beispiel darauf, wie viele lange und kurze Wörter Kafka im Vergleich mit anderen Autoren seiner Zeit verwendet oder wie er bestimmte Funktionsworte genutzt hat. Aus der statistischen

Verteilung von Worthäufigkeiten in seinen Erzählungen lässt sich das Besondere seines Stils festmachen. Häufigkeiten der Wortverwendung sagen uns auch etwas darüber, welcher Epoche ein Werk angehört. Und wir untersuchen nicht mehr nur den Kanon, nicht beispielsweise nur Goethes «Wahlverwandtschaften», sondern die vielen anderen Bücher, die damals auch gelesen wurden. So rückt die Kulturgeschichte des Gelesenen und nicht nur der Kanon in den Blick. Das sind erste Einsichten, noch keine grundstürzenden Erkenntnisse. Neu sind zunächst die Methoden.

## **Ist die historisch-hermeneutische Analyse dem Wörterzählen nicht überlegen?**

Im Moment mag das noch so sein, doch das ändert sich mit den Ergebnissen, die wir Schritt für Schritt gewinnen. Wir erkennen immer deutlicher Textmuster, aus denen wir die Entwicklung der menschlichen Fähigkeit, Geschichten zu erzählen, ablesen können. Daraus lassen sich neue Fragen gewinnen, zum Beispiel zum Unterschied zwischen europäischen und asiatischen Erzählweisen.

## **Wie gehen Sie vor, wenn Sie herausfinden wollen, was die Leute in Europa zu Beginn des 19. Jahrhunderts gelesen haben?**

Wir werten verschiedene Quellen und Metadaten aus, die aus zusammengetragenen Bibliothekskatalogen bestehen. Daraus können wir ableiten, welche Bücher gedruckt, angeschafft, von den Leuten ausgeliehen und wahrscheinlich gelesen wurden. Oder wir benutzen den Ngram-Viewer von Google, mit dem sich fast fünf Millionen Bücher in verschiedenen Sprachen durchsuchen lassen.

## **Aber die Ngram-Analyse ist eigentlich selektiv: Die Kriterien, nach denen Google Bücher digitalisiert oder eben nicht digitalisiert hat, sind nicht bekannt.**

Das stimmt. Die Korpora, mit denen wir arbeiten, sind oft nicht systematisch und statistisch ausbalanciert erstellt worden. Google Books ist besonders problematisch, weil Google wahllos ganze Bibliotheken von vorn nach hinten durchdigitalisiert hat. Das ist kein Korpus. Damit definiert die Firma aber, was unser kulturelles Erbe ist. Daher ist es Aufgabe der Universitäten und Bibliotheken, sich dafür einzusetzen, dass das kulturelle Erbe nicht privatisiert wird und quellenkritisch bewertet werden

kann. Dieser kulturpolitischen Herausforderung stellen wir uns in den Geisteswissenschaften zu wenig.

**Viele Anhänger der Digital Humanities sprechen von einer Revolution. Sie auch?**

Die Digitalisierung ist eine Revolution, die Digital Humanities sind keine. Die Geisteswissenschaften transformieren sich, so wie sich die Chemie, die Physik, die Medizin und die Biologie transformiert haben, als sie computerbasierte Methoden integrierten. Die Biologie hat sich mit dem Einsatz des Computers stark verändert, ohne dass sie sich als Disziplin aufgeben hätte. Das Gleiche wird mit den Geisteswissenschaften passieren. Die Archäologie und die Sprachwissenschaft haben diesen Schritt bereits gemacht. Die Digital Humanities sind sozusagen eine gefühlte Revolution: Etwas Neues kommt, besonders Zahlen und Statistiken, mit denen viele Fächer noch nicht umzugehen wissen.

«Die Digitalisierung ist eine Revolution, die Digital Humanities sind keine.»

**Sie geben die Naturwissenschaften als Vorbild an, die seit längerem quantitativ arbeiten. Eifern die Geisteswissenschaften diesen nach, um mehr Fördergelder zu erhalten?**

Man muss zwischen zwei gegenläufigen Interessen unterscheiden. Einerseits richtet sich die Förderpolitik an Trends aus, an dem, was verspricht, das nächste Neue zu sein. Die Digital Humanities scheinen zurzeit ein vielversprechendes Gebiet zu sein, in das daher Geld investiert wird. Andererseits ist es schwierig, in diesem Bereich in den etablierten Fakultäten eine Anstellung zu finden. Diese sind oft zurückhaltend und stellen eher jemanden ein, der dem traditionellen geisteswissenschaftlichen Selbstverständnis entspricht. Wenn Sie so wollen, modernisieren sich die Geisteswissenschaften mit angezogener Handbremse. Anders sieht es im Bibliotheks- und Editions-wesen aus.

**Fühlen Sie sich als Teil einer Avantgarde?**

Nein, aber ich werde – zusammen mit anderen – in diese Rolle gedrängt, obschon ich ein eher konservativer Literaturwis-

«Die Geisteswissenschaften modernisieren sich mit angezogener Handbremse.»

senschaftler bin. Natürlich kennen sich in einem neuen Feld fast alle, und dabei entsteht ein Gruppengefühl. Ich habe Kontakte auch zu den Schweizer Zentren in Lausanne, Basel und Bern. Die Digital Humanities sind ihrer Methodik wegen kollaborativer, als es die Geisteswissenschaften üblicherweise sind.

**Kümmern sich die Digital Humanities genug um die Reflexion darüber, wie sich beispielsweise mit dem Einsatz des Digitalen der Status des Texts ändert, wie er sich sozusagen verflüssigt?**

Da gibt es Defizite, weil die grundsätzlichen Fragen und die praktische Arbeit vielfach noch nicht zusammengeführt worden sind, so viel auch über die algorithmische Kritik und den Text als digitalen debattiert wird. Sie dürfen jedoch nicht vergessen, dass wir erst am Anfang und oft am Rand stehen und noch nicht auf eine gesicherte Methodologie zurückgreifen können.

**Die Geisteswissenschaften insgesamt stehen auch am Rand.**

Wenn sie so weitermachen wie bisher, haben sie keine glänzende Zukunft. Sie sind in einer schwierigen Lage. In den angelsächsischen Ländern erhalten sie kaum mehr öffentliche Gelder und müssen sich fast vollständig durch die Studiengebühren finanzieren.

**Sehen Sie die Digital Humanities als Rettungsanker?**

Nein, das sind sie nicht, aber sie sind im besten Fall ein Teil der Lösung. Die grosse Frage, was die Geisteswissenschaften in Zukunft lehren wollen, müssen diese unabhängig von den digitalen Methoden beantworten, aber mit Blick auf die dramatischen Veränderungen, die uns die digitale Modernisierung abverlangt.

Urs Hafner ist Historiker und Wissenschaftsjournalist und ehemaliger Chefredaktor von «Horizonte».

**Unkonventioneller Denker**

Gerhard Lauer lehrt Deutsche Philologie an der Universität Göttingen. Einer seiner Arbeitsschwerpunkte sind die Digital Humanities. Zuletzt hat er unter anderem zu Thomas Mann und Joane K. Rowling publiziert, sowie die Pupillenreaktion von Lesern untersucht.

## «Ein nicht diskriminierendes Modell kann zu einer sozialen Ungerechtigkeit führen»



Regula Keller

Akademische Spitzenpositionen sind mehrheitlich von Männern besetzt, auch wenn auf Studienstufe genug Frauen vorhanden sind. Die Informatikerin Barbara Keller von der ETH Zürich untersucht mit mathematischen Modellen, wie es in einem dynamischen Netzwerk von Menschen zu dieser Aufstiegsbarriere kommt.

### Was kann Frauen an einem akademischen Aufstieg hindern?

Wir konnten in unserem Modell zeigen, dass drei Faktoren ausreichen, um in einem Netzwerk von Menschen eine Aufstiegsbarriere zu bilden: Erstens, das Netzwerk speist sich überwiegend aus Männern; zweitens, erfolgreiche Forschende sind für junge Forschende attraktiver als weniger erfolgreiche; und drittens, gleiche Geschlechter arbeiten lieber zusammen. Fehlt bloss eine dieser drei Zutaten,

so entsteht in unserem Modell keine Aufstiegsbarriere.

### Überrascht Sie das?

Ja, sehr! Die Tatsache, dass ein nicht-diskriminierendes Modell, in dem beide Geschlechter gleich agieren, trotzdem zu einer sozialen Ungerechtigkeit führt, ist nicht offensichtlich.

### Aber das ist nur ein Modell. Wie praxisnahe sind diese Resultate?

Alle Resultate unseres Modells konnten wir auch in existierenden Netzwerken bestätigen. Dafür untersuchten wir ein Autorennetzwerk aus über einer Million Forschenden. Ich denke also, dass unsere Schlussfolgerungen auch in der Realität eine gewisse Gültigkeit haben. Aber natürlich ist die Realität weit komplexer als unser vereinfachtes Modell.

B. Keller et al.: Homophily and the Glass Ceiling Effect in Social Networks. Proceedings of the 2015 Conference on Innovations in Theoretical Computer Science. 2015

## Grössere Forschungsgruppen sind nicht produktiver

Grössere Forschungsgruppen veröffentlichen nicht mehr Publikationen als kleine. Adam Eyre-Walker von der University of Sussex in Grossbritannien untersuchte 398 Gruppen aus dem Bereich Biologie auf ihre Grössen und Anzahl Publikationen. Obwohl die Anzahl veröffentlichter Studien anfänglich mit der Grösse der Gruppe einhergeht, stellt sich bei einer Gruppengrösse von zirka 10 bis 15 Personen ein Maximum ein. Danach ist das Hinzufügen von weiteren Personen kein Garant mehr für eine weitere Steigerung der Produktivität. *mb*

Was ist Ihrer Meinung nach die optimale Grösse einer Forschungsgruppe? Teilen Sie es uns auf SNSF World Network mit, der LinkedIn Gruppe des Schweizerischen Nationalfonds.

I. Cook et al.: Research groups: How big should they be? PeerJ PrePrints 3:e812v1

## Zu viele Studien, zu wenig Beachtung

Die Publikationen der letzten Jahre werden weniger oft zitiert und geraten schneller in Vergessenheit. Zu diesem Schluss kommen Autoren aus den Vereinigten Staaten und Finnland, die über 23 Millionen Publikationen aus den Gebieten Medizin, Biologie, Chemie und Physik untersucht haben. Gemäss den Autoren verringert sich dadurch auch die Aufmerksamkeit gegenüber den einzelnen Studien. Grund für dieses Phänomen ist die starke Zunahme der Anzahl Forschungspublikationen in den vergangenen 40 Jahren. *mb*

P. Della Briotta Parolo et al.: Attention decay in science. arXiv. 2015

## Zurückgezogene Studie wurde noch 52 Mal zitiert

Eine Publikation, die im Jahr 2008 zurückgezogen worden ist, wurde in den vergangenen Jahren noch 52 Mal zitiert. Sie kommt damit auf ein Total von 76 Zitierungen, wovon bloss 24 vor dem Rückzug der Studie erfolgt sind. Forschungsartikel, die aufgrund von Fehlern zurückgezogen werden, können die Wissenschaft demnach auch noch nach ihrem Rückzug stark beeinflussen. *mb*

A.S. Fulton: Persistent Citation of the Only Published Randomised Controlled Trial of Omega-3 Supplementation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Six Years after Its Retraction. Publications. 2015

## Fachzeitschrift verbietet Signifikanz-Tests

Die internationale Fachzeitschrift «Basic and Applied Social Psychology» verbietet ab sofort die Verwendung von statistischen p-Werten in Forschungsartikeln. Tiefe p-Werte unter 0,05 erhöhen in der Regel die Aussagekraft von Statistiken, doch gemäss den Chefredaktoren sei diese Schwelle zu einfach erreichbar. Durch das Verbot erhoffen sie sich die Aussagekraft der publizierten Forschungsergebnisse zu erhöhen. Das Verbot ist das erste dieser Art. *mb*

D. Trafimowa et al.: Editorial. Basic and Applied Social Psychology. 2015

## Kleine Befangenheit, grosse Folgen

Bereits sehr kleine Befangenheiten von Experten führen zu beträchtlichen Abweichungen bei der Auswahl der geförderten Projekte. Dies konnten Forschende am Kinderspital in Philadelphia anhand von Computersimulationen zeigen, in denen drei virtuelle Gutachter pro Gesuch mit und ohne Befangenheiten modelliert wurden. *mb*

T.E. Day: The big consequences of small biases: A simulation of peer review. Research Policy. 2015

# Ein Wissenschafts-sommer

Rechtzeitig zur warmen Jahreszeit erscheint die App «ScienceGuide», der Freizeitführer der Naturwissenschaften: ein Anlass für eine Tour de Suisse zu den Wissenschaften. *Von Daniel Fehr, Florian Fisch und Daniel Saraga*

Zu ihrem 200-Jahr-Jubiläum veröffentlicht die Akademie der Naturwissenschaften Schweiz eine App mit über 500 Naturwissenschaftserlebnissen. «Horizonte» empfiehlt 20 aussergewöhnliche Angebote zwischen Genf, Basel und Lugano: von der Gentechnik für Anfänger bis zum subtropischen Inselerlebnis im Tessin.

Doppelseite zum herausnehmen



## 200 Jahre Naturwissenschaft in 5 Tagen

Mit einem Weltraumforscher den Himmel beobachten, Dinosaurierspuren aufspüren, bei nächtlichen Expeditionen Fledermäuse entdecken: 150 lokale Gesellschaften, Museen und Hochschulen erwecken das 200-Jahr-Jubiläum der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz zum Leben. In zwölf Schweizer Städten stehen während je fünf Tagen Debatten und Führungen, Spaziergänge und interaktive Aktivitäten zur Auswahl.

► «Forschung live», vom 17. Juni in Davos über Luzern, Zürich, St. Gallen, Aarau, Bern, Neuenburg, Basel, Sitten, Lausanne, Genf bis am 20. Oktober in Lugano.  
[www.forschung-live.ch](http://www.forschung-live.ch), App «ScienceGuide»



## Sinne für den Wald

Die welschen Naturfreunde feiern zusammen mit ihrem Lieblingsmagazin «La Salamandre» alles, was kriecht und flücht. Zum diesjährigen Thema Wald kann man aus dem Lehnstuhl einem tierischen Orchester von Tonmeister Boris Jollivet lauschen, den Spuren des Luchses in der Fotoausstellung von Didier Pépin und Laurent Geslin folgen und im Labor den Wald mit den fünf Sinnen erkunden. Ein Film über Bruno Manser fehlt auch nicht.

► Festival Salamandre, vom 23. bis am 25. Oktober 2015 in Morges (VD)



nicht vergessen



erleben



mitmachen



trocken bleiben

## Eine wissenschaftliche Reise durch die Schweiz



### Pharmazeutische Geisterbahn

Menschliche Schädelknochen, Mumienpulver, heilige Amulette und ein von der Decke hängendes Krokodil: Das Kuriositätenkabinett nimmt die Besuchenden mit auf eine skurrile Reise durch die Medizingeschichte, vom alten Griechenland über die Alchemisten bis zur modernen Pharmazie.

► [Pharmazie-Historisches Museum Basel](#)



### Das innere Kind wecken

Wenige Texte, dafür verblüffende Erlebnisse mit immer frisch designten Experimenten: Dies ist das Markenzeichen des in der Schweiz einzigartigen Wissenschaftsmuseums für Kinder, wo selbst Erwachsene ihre kindliche Neugier wiederentdecken können.

► [Espace des Inventions, Lausanne. «L'œil nu», bis am 25. Oktober 2015](#)



### Gentechnik für Anfänger

Die eigenen Bakterien gentechnisch zum Leuchten bringen: Im Universitäts-Labor werden Kinder und junge Erwachsene selbst zu Molekularbiologen. Forschende führen Kleingruppen in die moderne Biologie von der Genetik bis zu den Neurowissenschaften ein.

► [Bioscope, Universität Genf, auf Anmeldung](#)





### Do-it-yourself-Mikroskop

Ob künstlerische Sound-Installation oder Schmuck aus Elektronik: Im «Labor Luzern» basteln Tüftler an ihren Projekten. Im Sommer-Workshop bauen Kinder ihr eigenes USB-Mikroskop und untersuchen Organismen aus dem Vierwaldstättersee.

► Labor Luzern, jeden Mittwochabend, Mikroskop-Workshop am 5. August 2015, auf Anmeldung



### Learning by Hiking

Eine geführte Wanderung gibt Einblick in die spektakuläre, vor 250 Millionen Jahren aufgefaltete Glarner Hauptüberschiebung zwischen Ziegelbrücke und Chur. Zudem lohnt sich ein Abstieg in das alte Eisenbergwerk von Gonzen und ein Blick in die 20 Meter breite Helloch Doline.

► Geopark Sardona (GL, GR, SG)



### Für Botaniker und Romantiker

Mit dem Kursschiff auf eine subtropische Insel reisen und 1600 exotische Pflanzenarten entdecken ist auf dem Lago Maggiore möglich. Kein Wunder besuchten Künstler die Baronin Antoinette de Saint Léger auf ihrer Inselresidenz, die heute ein Restaurant und Hotel ist.

► Isole di Brissago, Lago Maggiore

# Wissen und erleben: unsere Tipps



## Die Würfel sind noch nicht gefallen

In der Herbstausstellung des «L'ideatorio» lässt sich die Welt der Zahlen neu entdecken: Experimentieren Sie mit dem magischen Quadrat oder lassen Sie sich von der Software des Swiss National Supercomputing Centers statistisch einordnen.

- [L'ideatorio, Lugano. «Diamo i numeri!», 21. September 2015 bis 19. Februar 2016](#)



## Ein Treffen mit dem Mammutbaby

Mammuts gab es auch im Zürcher Unterland. Das einzige Mammutmuseum der Schweiz zeigt ein Skelett eines Zürcher Dickhäuters, 2003 in der Niederweningen Baugrube gefunden, sowie eine einzigartige Skelettnachbildung eines neugeborenen Mammuts.

- [Mammutmuseum Niederweningen \(ZH\), offen am Sonntagnachmittag](#)



## Höhlenforschung für Klaustrophobiker

Sie bieten alles, was eine richtige Höhle braucht: Innenschluchten, imposante Hallen, unterirdische Wasserfälle sowie 40 000 Jahre alte Stalaktiten und Stalagmiten. Der ein Kilometer lange Pfad ist mit und auch ohne Führer sehr einfach zugänglich.

- [Beatushöhlen am Thunersee, bis Mitte Oktober](#)



## Zurück in die Zukunft

Von Roboterkunst über Filmmusik bis zur Kollektion Jules Verne und unbezahlbaren Erstaussgaben berühmter Comics: Die Ausstellungen des einzigen europäischen Museums für Science-Fiction können zwar die Zukunft nicht vorhersehen, reflektieren dafür umso mehr die Gegenwart.

- [Maison d'ailleurs, Yverdon-les-Bains \(VD\). «Portrait-Robot», 21. Juni 2015 bis 31. Januar 2016](#)



## Entspannen zu Gezwitscher

Rund 260 Vogelarten – darunter viele seltene Zugvögel – leben, brüten und zwitschern im sumpfigen Delta der Flüsse Tessin und Verzasca am nördlichen Ende des Langensees. Neben Beobachtungsstellen gibt es auch gemütliche Lehrpfade durch das kleine Naturparadies.

- [Le Bolle di Magadino, Lago Maggiore](#)



## Mein Gerät gehört mir!

Alle dürfen aufkreuzen, um mit elektronischen Geräten zu basteln, sie zu reparieren oder neue zu entwickeln. Mitglieder können eine Drohne bauen, in 3D drucken, beim nächsten Hackathon mitmachen oder lernen, ein Raspberry Pi zu programmieren.

- [Fixme Hackerspace, Renens \(VD\), offen für alle am Montag-, Mittwoch- und Freitagabend](#)



## Nur fliegen ist schöner

Auf einem Tisch liegend, die Virtual-Reality-Brille aufgesetzt, die Flügel sanft schlagend, kann hier plötzlich zum Sturzflug angesetzt werden. Ob Vogelliebhaber oder nicht, der Vogelflugsimulator Birdly ist ein unvergessliches Erlebnis, das niemand verpassen sollte.

- [BirdLife-Naturzentrum Neeracherried \(ZH\). «Fliegen wie die Vögel», bis 31. Oktober 2015](#)



## Das Faultier bewegt sich doch

Es ist Vollmond am helllichten Tag. Im Dunkel unter der Kuppel sieht man endlich das nachtaktive Faultier in Bewegung. Daneben gibt es auch Anakondas, Nachtaffen, Gürteltiere und natürlich den niedlichen Wickelbären mit seinen grossen Augen.

- [Nocturama im Papiliorama, Kerzers \(FR\)](#)



## Quersicht auf die Bergkultur

Bergsteigergeschichten im Zeitalter der Massenmedien oder ein fiktives Hotelprojekt für chinesische Touristen: Das kleine, aber feine Museum bietet eine innovative Mischung aus Installationen zum Anfassen und Reflexion zu einem alten Thema: die Alpen von Slowenien bis Frankreich.

- [Alpines Museum, Bern. «Biwak» bis 28. Juni und «Himalaya Report» bis 26. Juli 2015](#)



## Reise zum Mittelpunkt der Erde

In Achtergruppen in den 300 Meter tiefer liegenden Opalinuston tauchen, ein über 180 Millionen Jahre altes Gestein, das sich für die Endlagerung von stark radioaktiven Abfällen anbietet: Ein Besuch im Forschungszentrum fördert die Meinungsbildung.

- [Mont Terri, Saint-Ursanne \(JU\), auf Anmeldung](#)



## Züri bebt

Ein Erdbeben der Magnitude 8 im Erdbebensimulator selbst erleben, wie ein Gott die Konsequenzen des Klimawandels auf einem interaktiven Globus ausprobieren und 160 Kilogramm schwere Rauchquarzkristalle bewundern: Die Erdwissenschaften laden ein.

- [FocusTerra, ETH Zürich Zentrum. Erdbebensimulator, auf Anmeldung](#)



## Wetterfestes Universum

Die 2012 neu eröffnete Sternwarte erlaubt einen direkten Blick durch das Teleskop auf farbige Sternenebel, ferne Galaxien und nahe Planeten. Selbst bei Hagelsturm dürfen Sie sich im Planetarium auf eine faszinierende 50-minütige Reise durch den Weltraum begeben.

- [Sternwarte Schaffhausen](#)

## 200 Jahre Akademie der Naturwissenschaften Schweiz

Am 6. Oktober 1815 versammelten sich im Garten des Naturforschers und Apothekers Henri-Albert Gosse in Mornex bei Genf 32 Gleichgesinnte und gründeten die «Allgemeine Schweizerische Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften», den Vorläufer der heutigen Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT). Es war die erste nationale Vereinigung der Naturforschenden. Heute vertritt die SCNAT über 130 Fachgesellschaften, regionale naturforschende Gesellschaften und Kommissionen mit insgesamt rund 35 000 Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern. Die damaligen Ziele der SCNAT sind auch 200 Jahre nach der Gründung aktuell: Die Netzwerkorganisation fördert die naturwissenschaftliche Forschung und verbreitet deren Erkenntnisse.



**Antonio Loprieno ist seit 40 Jahren im akademischen Umfeld tätig, neun Jahre davon als Rektor der Universität Basel.** Bilder: Valérie Chételat

## «Es ist keine Tragödie, wenn man ein paar Plätze im Ranking verliert»

Antonio Loprieno verlässt vorzeitig sein Amt als Rektor der Universität Basel, um in die Wissenschaft zurückzukehren. Er bezeichnet Bologna als missverstandene Reform, privates Hochschulsponsoring als notwendig und kritisiert Hochschulrankings.

*Von Roland Fischer*

**Herr Loprieno, wenn Sie auf die letzten vierzig Jahre Tätigkeit im akademischen Umfeld zurückschauen: Würden Sie sagen, dass Sie einen grossen Umbruch miterlebt haben, oder ist noch alles, wie es war?**

Ich glaube schon, dass es einen grossen Umbruch gab, wahrscheinlich war er sogar einschneidender als die Veränderungen, die mit den Studentenunruhen 1968 einhergingen. Um die Jahrtausendwende hat eine Neuverhandlung der Werte der Universität stattgefunden.

**Sie reden von Bologna. Dabei ging es doch vor allem um Mobilitäts- und Harmonisierungsfragen und nicht gleich ums Ganze?**

Es gibt da ein wunderschönes kulturwissenschaftliches Missverständnis. Tatsächlich hatte man zweierlei anvisiert: Erstens die Überwindung der Kluft zwischen Ost- und Westeuropa und zweitens die Annäherung des Studiums an die Wirtschaft – die Studenten sollten «fit for the market» werden, so steckte das zumindest in den Hinterköpfen der Reformer.

**Und das hat Bologna nicht erreicht?**

Da gibt es zumindest einen frappanten Widerspruch. Denn um diese Ziele zu erreichen, hat man die denkbar schlechteste Studienarchitektur gewählt. Das angelsächsische Modell mit Bachelor und Master funktioniert eigentlich nach dem Schema: zuerst Bildung, dann Ausbildung.

**Der Bachelor ist gar nicht als Schnelldurchlauf hin zur Praxis gedacht?**

Im Grunde nicht. Im angelsächsischen Modell war er dazu gedacht, die Elite auf die kommenden gesellschaftlichen Aufgaben vorzubereiten – gegebenenfalls auch in der Wissenschaft. Es ging um die Bildung hin zu einem «good citizen».

**Und das haben die Kontinentaleuropäer dann auch so übernommen?**

Nun ja, der Form nach schon. Allerdings pflegten wir hier traditionell keinen sequenziellen, sondern einen kumulativen Bildungsweg. Das magische Bezugswort lautet: Humboldt. Es handelt sich um ein ganz anderes Modell, in dem Bildung, fachliche Fähigkeiten und Vorbereitung auf gesellschaftliche Aufgaben gleichzeitig vermittelt wurden. Und was haben wir mit Bologna gemacht? Wir haben die alten Studieninhalte nun einfach auf Bachelor und Master verteilt. Besonders in der Schweiz, wo der Master nach wie vor der Regelabschluss ist.

**Also hat Bologna eigentlich gar nichts verändert?**

Doch, es ist schon etwas passiert. Es fand eine systemische Störung statt, die einen positiven Diskurs ausgelöst hat. Und in der Folge wurde vieles problematisiert, was vielleicht gar nicht unbedingt mit der Bologna-Reform zu tun hatte.

**Zum Beispiel?**

Der europäische Hochschulraum hat parallel zu Bologna eine ganze Reihe struktureller Entwicklungen erfahren, die unter den Stichworten «Autonomie» und «Globalisierung» zusammenzufassen sind. Daraus ergaben sich neue Herausforderungen und Anpassungen, die meistens zu Unrecht auf Bologna bezogen wurden, weil sie sich gleichzeitig aufdrängten.

**Apropos Globalisierung: Sie haben als Ägyptologe lange in den USA geforscht und gelehrt, für viele das Eldorado der Wissenschaft. Warum sind Sie nach Europa zurückgekommen?**

Wissen Sie, das ist ein wenig ironisch. Grund für meine Rückkehr war eben, dass ich genug von diesem rigiden Bachelor/Master-System hatte. Und als ich mich hier in der Schweiz unipolitisch zu involvieren begann, kam prompt die Reform – seither werde ich selbst identifiziert mit Bachelor/Master.

**Wie gross ist der Unterschied zwischen den USA und Europa heute?**

Der ist kleiner geworden, ohne Zweifel, aber nicht wegen Bologna. Vielmehr muss man sich klarmachen, dass das angelsächsische Universitätsmodell eine hegemoniale Rolle bekommen hat – die ganze Welt orientiert sich daran.

**Was sich auch im Primat der Rankings zeigt?**

Wissen Sie, es ist schon fast zu einem Sport geworden, sich gegen Rankings zu stellen. Es ist ja nicht so, dass die gar nichts zu messen vermögen.

**Bloss nicht unbedingt die Qualität einer Hochschule.**

Nicht unbedingt. Genau genommen messen Rankings den Grad der Anpassung einer Hochschule an das hegemoniale angelsächsische Modell.

**Sind Sie mit dieser Haltung nie in Erklärungsnot geraten, Bildungspolitikern gegenüber zum Beispiel?**

Ja, der Druck besteht. Aber es ist die Pflicht einer guten Unileitung, dem politischen Umfeld klarzumachen, dass es keine Tragödie ist, wenn man ein paar Plätze im Ranking verliert. Wir haben da auch eine erzieherische Funktion. Wir müssen erklären, dass wir auch Fächer wie Soziologie an der Uni haben wollen, auch wenn diese fürs Ranking nicht unbedingt Top-Plätze bringen, so wie Physik oder Life Sciences.

**Aber so weit, dass sich eine Uni explizit gegen einen Aufstieg im Ranking aussprechen könnte, sind wir noch nicht, oder? Man könnte auch sagen, wir brauchen in der Universitätslandschaft mehr Pluralismus, nicht mehr Anpassung ans angelsächsische Modell.**

Das ist ein interessanter Gedanke. Der wichtigste Wert einer Hochschule ist



Verträge zwischen Hochschulen und Firmen sollten vertraulich bleiben, findet Antonio Loprieno.

ohnehin die strategische Autonomie. Insofern ist jede Universität eine eigene Republik: Wo die Zufriedenheit grösser ist, ist auch die Qualität besser. Und da muss man entscheiden: Will man in der Champions League mitspielen oder in der Nationalliga? Beides ist in Ordnung, aber man wird sich je nachdem anders aufstellen.

### **Was sagen Sie persönlich dazu, dass der Pluralismus tendenziell abnimmt?**

Als Bürger bedauere ich das - gesellschaftlich gesehen ist das sicher ein Verlust. Aber ob das auch wissenschaftlich gesehen zu bedauern ist? Das ist eine ganz andere Frage.

### **Wie meinen Sie das?**

Nun, nehmen Sie als Beispiel die Sprachenvielfalt gegenüber einer Lingua franca für die Wissenschaft. Natürlich sind wir stolz auf die Sprachenvielfalt in der Schweiz. Und natürlich ist das ein Standortvorteil. Leider ist jedoch die Sprache der zeitgenössischen Wissenschaft eine andere.

### **Der Autor und Psychoanalytiker Peter Schneider hat unlängst in einer Polemik im «Tages-Anzeiger» von einer grassierenden «Entakademisierung» der Universität gesprochen. Was sagen Sie zu dem Befund?**

Als Beschreibung eines Unbehagens ist das sicher nicht falsch. Allerdings wird da womöglich ein altes Modell der Universität verherrlicht, das sich nun einmal im Wandel befindet - aufgrund von Entwicklungen, die durchaus nicht nur die Universität betreffen, etwa der digitalen Revolution. Ich würde eher von einer Entdialektisierung sprechen: Wo früher der Professor das Wissen vermittelte, gibt es heute eine digitale Unmittelbarkeit im Zugang zum Wissen. Daran muss sich die Universität anpassen. Ohnehin sind die Grenzen zwischen Schule, Universität und Arbeitsmarkt fließender geworden. Das ist eine Herausforderung.

«Man hat die schlechteste Studienarchitektur gewählt: das angelsächsische Modell mit Bachelor und Master.»

### **Womit wir bei einer weiteren aktuellen Herausforderung wären: der Finanzierungsfrage. Immer mehr private Gelder - ist das eine Gefahr für die universitäre Autonomie?**

Die Beantwortung dieser Frage erfordert den Verweis auf einen anderen zeitgenössischen Wandel im Bild der Universität: jener von einer Universität der Lehre zu einer Universität der Forschung. Eigentlich

hatte Bologna die Lehre im Blick - fünfzehn Jahre später reden alle jedoch primär von Forschung. Die Kosten dieser Forschung sind nun höher geworden. Wenn man Topforschung betreiben will, dann bleibt einem gar nichts anderes übrig, als neue Wege der Finanzierung zu suchen. Der Trend ist also unausweichlich.

### **Und Sie sehen kein Problem darin?**

Sehen Sie, wir unterliegen einem kulturellen Vorurteil: dass nämlich die Legitimität des Geldes von der öffentlichen Hand per se grösser ist als von privaten Sponsoren. Ich sehe diesen Unterschied nicht wirklich und glaube, dass uns da ein missverständlicher alter Humboldt verfolgt.

### **Allerdings gab es durchaus ein paar störende Fälle in den letzten Jahren, mit Vereinbarungen zwischen Hochschulen und grossen Firmen, die diesen sehr viel Einfluss zusprachen. Und diese Verträge waren nicht mal öffentlich.**

Einige Details waren da in der Tat fragwürdig. Aber ich bin weiterhin dafür, dass solche Verträge vertraulich bleiben, und zwar aus dem einfachen Grund, dass sonst die Privatisierung der Forschung noch viel weiter getrieben würde. Die Konsequenz wäre nämlich, dass weniger Kollaborationen zwischen Hochschulen und privaten Firmen zustande kämen und noch mehr Forschung in die Labors der Privatindustrie delegiert würde.

### **Wird es also in Zukunft auch in der Schweiz viel mehr Stiftungsprofessuren geben?**

Das glaube ich eher nicht. Denn Universitäten sind prinzipiell keine sehr einfachen Partner für die Privatwirtschaft. Der Trend geht eher zu anderen Formen der Zusammenarbeit: sogenannten Hubs, wo gemeinsame Forschungsprojekte mit mehreren Partnern entwickelt werden.

### **Sie gehen nun zurück an die Wirtschaftsfakultät, um Ihre Erfahrungen im Hochschulmanagement weiterzugeben. Wechseln Sie da als Akademiker ein wenig die Fronten?**

Nein, ich bleibe ein Kulturwissenschaftler. Allerdings einer, der allmählich einen Sinn für die Quantifizierung entwickelt hat.

### **Sie glauben also auch, dass die Kulturwissenschaften vor einem Paradigmenwechsel stehen?**

Sie müssen sich erneuern in dieser Richtung, durchaus. Allerdings bin ich überzeugt, dass auch empirisch Forschende Exkursionen in die Geisteswissenschaften und deren hermeneutische Kultur unternehmen sollten - ich glaube nach wie vor an die Macht des qualitativen Denkens.

Roland Fischer ist Wissenschaftsjournalist in Bern.

«Ich glaube nach wie vor an die Macht des qualitativen Denkens.»

### **Ägyptologe, Rektor und Seele der schweizerischen Universitäten**

Antonio Loprieno kam 2000 als ordentlicher Professor für Ägyptologie an die Universität Basel. Bereits sechs Jahre später war er Rektor. Überraschend tritt er nun Mitte dieses Jahres vorzeitig aus seinem Amt zurück. Seine dritte Amtszeit wäre erst 2018 ausgelaufen.

Loprieno war auch Präsident der Rektorenkonferenz der Schweizer Universitäten (CRUS). Das Organ wurde aufgrund einer Gesetzesänderung Anfang Jahr durch den Verein Swissuniversities abgelöst. Das neue Organ schliesst die drei Konferenzen der universitären Hochschulen, der Fachhochschulen und der Pädagogischen Hochschulen der Schweiz zusammen; Loprieno ist Präsident der Kammer universitäre Hochschulen und wird weiterhin im Vorstand des Vereins einsitzen.

An der Universität Basel wechselt er zurück in Forschung und Lehre, als Ägyptologe wie als Experte für Hochschulmanagement.

# In Sambia bei den Aquariumfischen

Ostafrikas Buntbarsche sind mehr als beliebte Fische fürs Aquarium: Ihre vielfältigen Farben und Formen sind ein gutes Beispiel für die Geschwindigkeit der Evolution. Fabrizia Ronco, Doktorandin am Zoologischen Institut der Universität Basel, studiert die Artbildung. Dafür sammelt sie an den afrikanischen Binnenküsten DNA von Buntbarschen.



Der Tanganjikasee ist nach dem Baikalsee das zweitgrösste Süsswasservorkommen der Erde und einer der artenreichsten Orte der Welt. Wir erforschen dort das Ergebnis von rund 12 Millionen Jahren Fisch-Evolution. In diesem relativ kurzen Zeitraum haben sich etwa 250 Arten von Buntbarschen entwickelt. Eine solche Artenexplosion findet statt, wenn eine Tiergruppe neue ökologische Nischen besiedelt und sich an die neuen Umweltbedingungen anpasst. Die bekanntesten Beispiele dieses Vorgangs sind die Darwinfinken auf den Galapagosinseln und eben die Buntbarsche in den ostafrikanischen Seen.

Die Buntbarsche konnten neue ökologische Nischen erschliessen, als sich eine neue Erfindung durchsetzte: Buntbarsche haben tief im Schlund einen zweiten Kiefer, ähnlich wie das Alien aus dem gleichnamigen Science-Fiction-Film. Diese Schlundkiefer sind spezialisierte Kauwerkzeuge, und damit konnte der vordere Kiefer sehr vielseitig zum Fangen und Aufnehmen der Nahrung umgebildet werden. Es gibt Buntbarsche mit ausstülpbaren Mäulern, die wie ein Staubsauger vom Sandboden fressen. Andere raspeln mit ihren Rundmäulern die Schuppen von Fischen ab, und die Augenbeisser haben es auf die Hornhaut von Fischaugen abgesehen.

Mindestens zweimal im Jahr fange ich im Tanganjikasee Buntbarsche, bringe sie zurück an die Universität Basel und extra-

riere aus den Flossen die DNA. Das Ziel ist, die genetische Ausstattung aller Arten des Sees zu kennen und die Wege zu verstehen, die die Evolution bei der Entwicklung der verschiedenen Farben und Formen genommen hat. Wir arbeiten in Afrika hauptsächlich an Toby's Place, einer ehemaligen Fischzuchtanlage in Sambia am Südufer des Sees. Toby war ein Fisch-Exporteur, der Liebhaber aus der ganzen Welt mit Buntbarschen für ihre Aquarien beliefert hat. Der Ort liegt etwa eine Bootsstunde von der nächsten Küstenstadt entfernt. Es gibt keine Strasse und keine Stromleitung, aber Steinhäuser mit Strohdächern und vom Generator zwei Stunden Strom am Tag. Weil die Bewässerungsanlage eine Oase in der trockenen Umgebung geschaffen hat, kommen Grünmeerkatzen, um Früchte zu fressen. Mit den Insekten und anderem Kleingetier muss man sich anfreunden, und vor dem Anziehen werden die Skorpione aus den Schuhen geklopft.

Toby's Place liegt 20 Stunden mit Bus und Boot von der sambischen Hauptstadt Lusaka entfernt. Damit auch die einheimischen Forscher von unserer Arbeit profitieren, arbeiten wir mit Kollegen der Universität Lusaka und der lokalen Fischereibehörde zusammen. Dieses Jahr haben wir mit einem Boot die sambische Küste abgeklappert. Kapitän war Heinz Büscher aus Pratteln (BL), ein pensionierter Buntbarsch-Experte, der Unterwasserfilme dreht und 16 neue Fischarten



entdeckt hat. Heinz übernachtete immer auf dem Boot. Ich ging mit meinen Kollegen Walter Salzburger und Adrian Indermaur zum Schlafen an den Strand, oder wir übernachteten in Dörfern. Die Leute leben von dem, was der See und die Felder ihnen geben. Sie lachen meist über unsere Sonnencreme und die Malaria-Prophylaxe. Ein Einheimischer sagte uns: «Malaria ist nicht mein Freund, aber mein ständiger Begleiter» - fast jeder macht ein- bis zweimal im Jahr ein paar Wochen Malaria durch. Zu essen gibt es Maisbrei oder Reis und Fisch. Buntbarsche essen lohnt sich für uns kaum, denn die meisten sind zu klein; die grossen schmecken dafür umso besser. Ich habe auch Kinder mit aufgeblähtem Bauch gesehen. Meistens sehen die Leute aber glücklich aus, und alle sind hochinteressiert an unserer Arbeit.

Ich plane noch drei Expeditionen an die Küsten des Sees in Tansania und Sambia. Dann können wir die Genome der meisten Buntbarscharten analysieren. Ein Problem sind für uns die Arten der kongolesischen Küste, die wir wegen der instabilen politischen Lage des Landes nicht besuchen können. Wir müssen aus dem Kongo zusammensuchen, was wir überall auf der Welt in den Aquarien finden.



Aufgezeichnet von Valentin Amrhein.

**Oben:** Fabrizia Ronco beim Tauchen und mit einem Tanganjika Tilapia, einem beliebten Speisefisch.  
**Reihe links:** Ein Rotpunktmaulbrüter, ein harem bildender Schneckenbrüter und ein schuppenfressender Buntbarsch. Der Fisch im Wasser hat nur einen lateinischen Namen: *Neolamprologus fasciatus*.  
**Unten rechts:** Gemeinsam auf Expedition sind Heinz Büscher (l.), Studienleiter Walter Salzburger, Fabrizia Ronco und Adrian Indermaur.

Bilder: Adrian Indermaur

**Alana Saarinen (15) war eines der ersten rund 40 Kinder mit zwei genetischen Müttern. Der 2002 in den USA verbotene Cytoplasmatransfer sollte – anders als die Mitochondrienspende – Unfruchtbarkeit überwinden.**

Bild: Keystone/Magnum Photos/Alec Soth



## Die Angst vor der gespaltenen Mutter

Kinder mit drei Eltern sind die Horrorvision der Einen. Die Anderen hoffen mit der Mitochondrienspende schwere Erbkrankheiten zu vermeiden. Während Grossbritannien in der Fortpflanzungsmedizin vorprescht, wartet die Schweiz ab.

*Von Florian Fisch*

**A**ls erstes Land der Welt hat Grossbritannien im Februar 2015 die Mitochondrienspende zugelassen. Dank dieser Erweiterung der Befruchtung im Reagenzglas können schwere Erbkrankheiten verhindert werden (siehe «Defekte Zellbestandteile ersetzen»). Diese werden durch kleine Bestandteile der Zelle, die Mitochondrien, von der Mutter an das Kind weitergegeben.

Bei der Mitochondrienspende werden, vereinfacht gesagt, die krankmachenden Mitochondrien durch die Mitochondrien einer Spenderin ersetzt – ein spektakulärer Erfolg der Fortpflanzungsmedizin. Obwohl der Anteil des Mitochondriums am Erbgut nur 0,1 Prozent ausmacht und es keine bekannten Merkmale des Aussehens oder der Persönlichkeit bestimmt, wird oft von 3-Eltern-Kindern gesprochen. Denn so klein dieser Anteil auch sein mag, so werden die nachfolgenden Generationen doch dauerhaft verändert. «Eingriffe in die Keimbahn sind weitherum tabu und gesetzlich verboten», sagt Andrea Büchler, Rechtswissenschaftlerin von der Universität Zürich.

### Konservatives Familienbild

Das britische Parlament sieht in der Mitochondrienspende keine Keimbahnveränderung und übernimmt in dieser Frage, wie so oft in der Fortpflanzungsmedizin, die Pionierrolle. Die Schweiz hinkt, ebenso typisch, hinterher. «Wir befinden uns auf einer deutschsprachigen Insel», sagt Barbara Bleisch, Ethikerin von der Universität Zürich. «Länder wie Grossbritannien, Belgien, Spanien, Portugal und die osteuropäischen Staaten sind da viel liberaler.»

Hierzulande sind die künstliche Befruchtung und die Samenzellspende zwar erlaubt, die Eizellspende ist aber verboten – somit auch die Mitochondrienspende. Für Bleisch, die die Eizellspende legalisieren möchte, hat dies auch mit einem konservativen Familienbild zu tun: «Man will um jeden Preis die Spaltung der Mutterschaft verhindern.» Die Fortschritte der Fortpflanzungsmedizin stellen die Mutterschaft, die im Gegensatz zur Vaterschaft bisher immer als sicher galt, zunehmend in Frage. Denn mit der Mitochondrienspende kommt eine zweite genetische Mutter dazu. Die Unsicherheit der Vaterschaft mussten die Menschen schon immer hinnehmen, weshalb die Samenzellspende erlaubt sei.

### Geschichte Reproduktionsmediziner

In Grossbritannien erblickte das erste im Reagenzglas gezeugte Kind bereits 1978 das Licht der Welt. Vor vier Jahren stellte die britische Aufsichtsbehörde für die Fruchtbarkeitskliniken und Embryonenforschung (HFEA) ein Expertenkomitee zusammen und organisierte Umfragen. Das Resultat ist die im Februar verabschiedete Anpassung des Gesetzes zur künstlichen Befruchtung. Die Eingriffe müssen einzeln

bewilligt und für die Sicherheitsforschung medizinisch nachbegleitet werden.

Für den katholischen Theologen und Ethiker Markus Zimmermann von der Universität Freiburg geht das zu schnell und unreflektiert. Er kritisiert besonders die Salamitaktik der Fortpflanzungsmediziner: «Regelmässig werden wir aufgefordert, über einen nächsten kleinen technischen Fortschritt abzustimmen, nie steht das grundsätzliche Tun zur Debatte.» Sein aktuelles Beispiel ist die Zulassung der Präimplantationsdiagnostik, über die am 14. Juni 2015 abgestimmt wird.

### Ist die Mitochondrienspende nötig?

«Wir sollten uns Gedanken darüber machen, was wir beispielsweise unter krank und gesund verstehen», fordert Zimmermann. Mitochondriale Erbkrankheiten könnten schliesslich auch durch Verzicht auf eigenen Nachwuchs, Adoption oder eine Eizellspende verhindert werden, sagt Zimmermann. Er wünscht sich beispielsweise ein Forschungsprogramm zu den gesellschaftlichen Konsequenzen der Reproduktionsmedizin.

### «Was verstehen wir unter krank und gesund?»

Markus Zimmermann

Die Unterschiede zwischen Grossbritannien und der Schweiz führt die Rechtswissenschaftlerin Büchler auch auf die bioethische Kultur zurück: «Die kontinentaleuropäische Diskussion ist deontologisch geprägt. Man befürchtet eine Instrumentalisierung und Verletzung der Würde des Menschen. Im angelsächsischen Raum dominiert das utilitaristische Denken, das sich am Nutzen für die Betroffenen orientiert.»

Die Ethikerin Bleisch vertritt eher diese angelsächsische Haltung: «In einer liberalen Gesellschaft sind Verbote problematisch.» Bis die Mitochondrienspende in der Schweiz erlaubt wird, werden sicher noch viele Jahre vergehen. Doch selbst der kontinentaleuropäisch denkende Theologe Zimmermann räumt ein: «Die Zeit für die Diskussion ist knapp.»

Der Biologe Florian Fisch ist Wissenschaftsredaktor des SNF.

D. Paull et al.: Nuclear genome transfer in human oocytes eliminates mitochondrial DNA variants. Nature. 2013

Novel techniques for the prevention of mitochondrial DNA disorders: an ethical review. Nuffield Council on Bioethics. 2012

### Defekte Zellbestandteile ersetzen

Über tausend Mitochondrien befinden sich in jeder einzelnen unserer Zellen. Diese «Kraftwerke» besitzen ihr eigenes Erbgut und werden via Eizelle von Mutter zu Tochter weitergereicht.

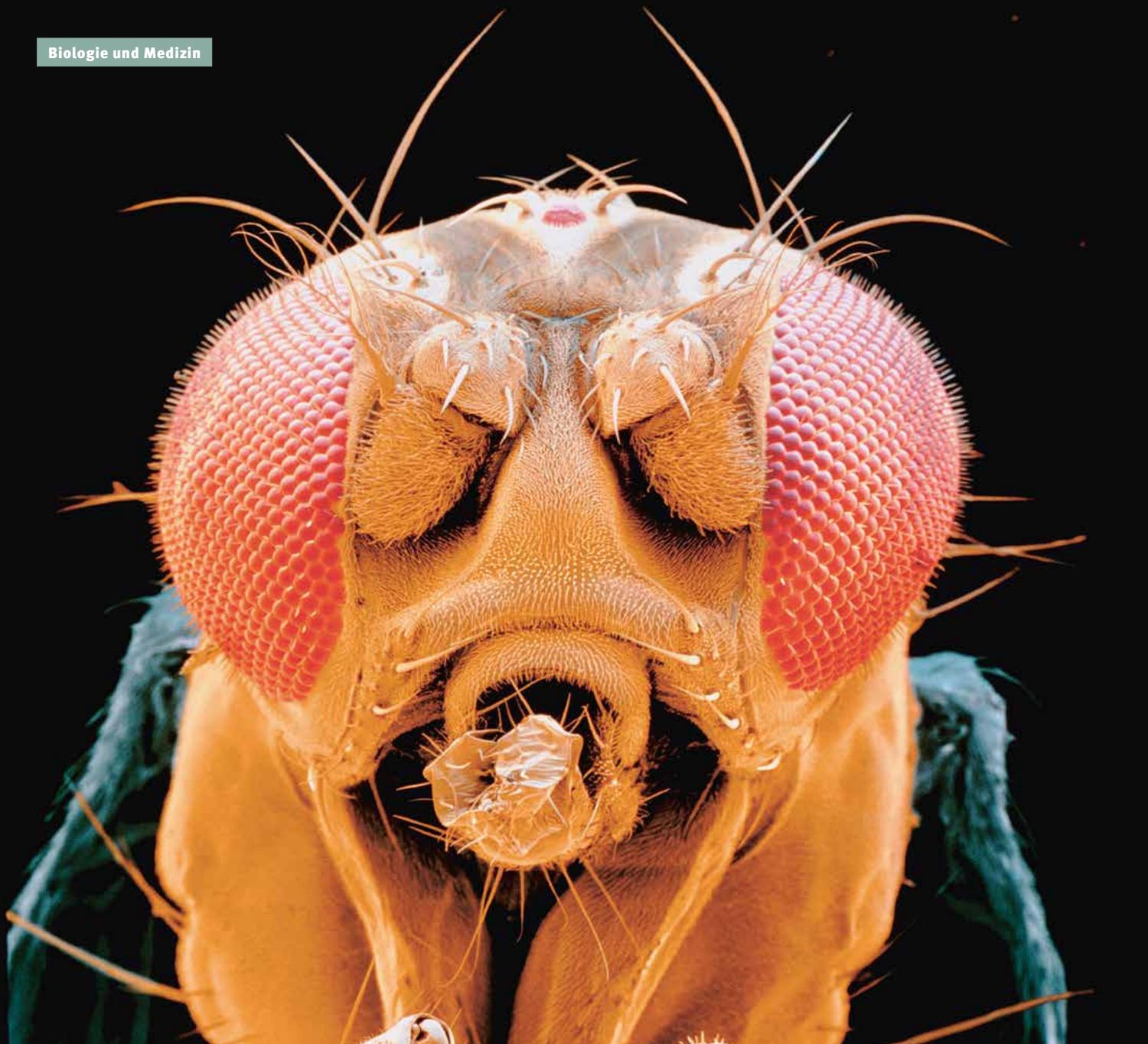
Etwa eines von 6500 Kindern leidet an einer schweren erblichen Mitochondrienkrankheit. Typische Symptome sind Hirnschäden, Muskelschwund, Herzversagen und Blindheit. Diese Krankheiten sind nicht heilbar, und die meisten Betroffenen sterben noch in ihrer Kindheit.

Um die Krankheiten zu verhindern, müssen die Mitochondrien in der Eizelle ersetzt werden. In der Praxis wird dafür der Zellkern mit 99,9 Prozent des Erbguts der Mutter in eine entkernte Eizelle einer Spenderin samt Mitochondrien verpflanzt, was vom britischen Parlament im Februar legalisiert wurde. Streng genetisch betrachtet hat das Kind dadurch zwei Mütter: eine 0,1-prozentige und eine 99,9-prozentige.

### Gefahren bisher hypothetisch

Neben den üblichen Risiken einer künstlichen Befruchtung birgt die Mitochondrienspende neue Gefahren. Die Mitochondrien und der Rest der Zelle arbeiten eng miteinander zusammen. Paul Knoepfler, Stammzellforscher an der University of California Davis, befürchtet deshalb behinderte Kinder und Todgeburten, die durch genetische Missverständnisse zwischen dem Zellkern und den Mitochondrien entstehen könnten. Bei Mäusen und Rhesusaffen hat die Methode bisher allerdings gesunde Nachkommen produziert.

Es könnte auch ein kleiner Teil von krankmachenden Mitochondrien mit dem Zellkern in die gesunde Eizelle hinübergetragen werden, wodurch die Methode nutzlos wäre. Dieter Egli vom New York Stem Cell Foundation Laboratory zeigte, dass dieser Anteil sehr klein ist. Trotzdem müsse diese Möglichkeit mittels Präimplantations-Diagnostik vor dem Einpflanzen der Embryos überprüft werden. Er hält auch sonst nichts von Knoepflers Befürchtungen. Für Egli ist klar: «Die erwähnten Risiken der Mitochondrienspende sind hypothetisch. Die Gefahr einer tödlichen Krankheit ist jedoch real.»



Die Lebenserwartung von Taufiegen kann im Labor um über 50 Prozent verlängert werden. Bild: Keystone/Science Photo Library/Eye of Science

## Fliegen, wollt ihr ewig leben?

Den Heiligen Gral wird wohl kein Mensch je finden. Doch Schweizer Forscher fahnden nach den Zutaten für ein längeres Leben – in den Genen von Fliegen und Ameisen.  
*Von Simon Koechlin*

Jeder möchte lange leben, aber keiner will alt werden», schrieb der irische Schriftsteller Jonathan Swift schon um das Jahr 1700. Daran hat sich seither nichts geändert. Tatsächlich leben die Menschen heutzutage länger als je zuvor, vor allem dank verbesserter Ernährung und Hygiene und enormer Fortschritte in der Medizin und Gesundheitsvorsorge. Doch alt werden wir alle. Mit den Jahren verschlechtert sich der Allgemeinzustand des Körpers. Die Anfälligkeit auf Krankheiten steigt und damit auch das Sterberisiko.

Doch warum eigentlich? Die Evolution hat den extrem komplexen, regulierten Entwicklungsprozess hervorgebracht, von der befruchteten Eizelle zum kompletten Individuum. Weshalb sollte es dann der natürlichen Selektion nicht auch möglich sein, den fertig entwickelten Körper auch im Alter - oder gar für ewig - in einem jungen Zustand zu erhalten? Weshalb sind Organismen nicht unsterblich?

«Diese Fragen hat man sich schon im Altertum gestellt», sagt der Biologe Thomas Flatt von der Universität Lausanne, der die Evolution der Alterung erforscht. Der römische Dichter und Philosoph Lukrez etwa sei davon ausgegangen, dass der Tod dazu diene, der neuen Generation Platz zu machen. Als überholt gilt diese Sichtweise erst seit etwa der Mitte des letzten Jahrhunderts, als die moderne evolutionäre Theorie der Alterung entwickelt wurde.

### Keine Selektion bei Alten

Diese Theorie erklärt die Evolution der Alterung mit der natürlichen Selektion von Individuen und nicht mit Vorteilen für die Art. Sie geht davon aus, dass das Leben im wahrsten Sinn des Wortes lebensgefährlich ist. In der Natur fallen früher oder später fast alle Individuen Fressfeinden, Konkurrenten, Krankheitserregern oder Unfällen zum Opfer. Das bedeutet, dass die natürliche Selektion im Alter kaum mehr eine Rolle spielt.

Angenommen, es gibt bei einem Menschen zwei tödliche Mutationen im Erbgut, wobei die erste nach 20 Lebensjahren zum Tod führt, die zweite erst nach 90 Jahren. Die Selektion bewirkt, dass die erste Mutation schnell wieder aus der Bevölkerung verschwindet - denn ihre Träger werden kaum Kinder haben. Die zweite Mutation hingegen hat keinen Einfluss darauf, wie viele Nachkommen ein Mensch in seinem Leben zeugen kann. «Aus diesem Grund können sich im Laufe der Generationen Mutationen im Genom anhäufen, die erst spät im Leben Schäden verursachen würden», sagt Flatt. Wenn sich nun die Lebensbedingungen verbessern, zum Beispiel bessere Ernährung, und Individuen länger

leben, dann können sich diese genetischen Spätschäden manifestieren: Die Gesundheit im Alter nimmt ab.

Laut Flatt bedeutet dies, dass Alterung letztlich wohl unvermeidbar ist. Tatsächlich weisen Experimente und mathematische Modelle darauf hin, dass sogar Bakterien und andere Einzeller, die lang für unsterblich gehalten wurden, altern. Trotzdem, sagt Flatt, gebe es noch viele offene Fragen. Einigen davon ist der Forscher selber auf der Spur. Am Beispiel der Taufliege *Drosophila melanogaster* möchte Flatt herausfinden, welche Gene und welche physiologischen Mechanismen dazu beitragen, dass einige Individuen länger leben als andere.

«Die Energie kann entweder in Fortpflanzung oder Überleben investiert werden.»

Thomas Flatt

### Begrenztes Immunsystem

Dazu untersucht er unter anderem die Funktion und Aktivität von Genen in Fliegen, bei denen seit über 30 Jahren die langlebigsten weitergezüchtet werden. Sie werden durchschnittlich 70 Tage alt - statt 45 Tage wie eine normale Laborfliege. «Wir fanden auffällig viele Unterschiede in Genen, die mit dem Immunsystem zu tun haben», sagt Flatt. Wie genau diese Unterschiede sich auf die Lebensspanne auswirken, weiss der Forscher noch nicht. Interessant sei aber, dass die kurzlebigen Fliegen im Alter ihre Immunantwort hochfahren, was zu einer chronischen Entzündung führen kann. Langlebige Fliegen dagegen scheinen anfänglich ein aktiveres Immunsystem zu haben, das sie aber im Alter herunterschrauben.

Nicht nur das Immunsystem kann aber die Lebensspanne beeinflussen, sondern auch die Fortpflanzung. Jedes Individuum hat nur eine limitierte Menge an Energie zur Verfügung - wer viel davon für die Reproduktion aufwendet, dem fehlt Energie für die Investition in Überlebensfunktionen. Forscher konnten dies bei Taufliegen schön aufzeigen. Wenn man Taufliegen auf die Fähigkeit selektiert, sich sehr spät im Leben noch fortzupflanzen, verdoppelt sich die Lebensspanne der Tiere nach ein paar Generationen. «Dafür haben diese Fliegen Probleme, wenn sie schon früh im Leben Nachwuchs zeugen sollten», sagt Flatt. «Die

Energie kann also entweder in die Fortpflanzung oder die Überlebensfunktionen investiert werden, aber nicht in beides.» Dieses im Fachjargon «trade-off» genannte Prinzip ist allgegenwärtig. Ein Extrembeispiel ist der Pazifische Lachs, der nach der Laichablage so erschöpft ist, dass er stirbt.

Allerdings gibt es Ausnahmen, die den Forschern Kopfzerbrechen bereiten. Die Königinnen einiger sozialer Insekten produzieren nicht nur Eier am Laufmeter - sie leben auch viel länger als nicht soziale Insekten. Bei der in der Schweiz weit verbreiteten Schwarzen Wegameise etwa könne die Königin bis zu 30 Jahre alt werden - 500 Mal älter als ein durchschnittliches Insekt, sagt der Ameisenspezialist Laurent Keller von der Universität Lausanne. Wie Ameisenköniginnen das schaffen, weiss man nicht. Kellers Gruppe untersucht momentan die Genaktivität von Königinnen verschiedenen Alters, um dies herauszufinden.

### Preis des Anti-Aging

Darauf zu hoffen, im Erbgut einer Ameise die Quelle der ewigen Jugend zu finden, wäre allerdings wohl etwas übertrieben. Denn zum einen profitiert die Ameisenkönigin von einem ganz besonderen Schutz: Der Ameisenstaat errichtet eine regelrechte Festung, in der sie vor Feinden und anderen äusseren Einflüssen geschützt ist. Und wer sich schützt, wird älter, das zeigen Studien bei diversen Tierarten. «Giftschlangen leben länger als ungiftige, Schildkröten mit hartem Panzer länger als solche mit weichem - und Vögel, die fliegen können, leben länger als flugunfähige», sagt Thomas Flatt.

Zum anderen deutet vieles darauf hin, dass die Kosten für eine längere Lebensspanne immer da sind - auch wenn sie nicht immer auf den ersten Blick ersichtlich sind. Ein gutes Beispiel ist laut Flatt eine Mutation beim Fadenwurm *Caenorhabditis elegans*. Würmer mit dieser Genvariante sind äusserst langlebig und haben keinerlei Fertilitätsprobleme. Als Forscher die Mutanten allerdings in Konkurrenz mit Wildtypen aufwachsen liessen, verloren sie den Überlebenskampf jedes Mal und starben aus. «Weshalb, weiss man bis heute nicht», sagt Flatt. «Aber irgendeinen Nachteil hat auch diese Mutation.»

Simon Koechlin ist Wissenschaftsjournalist und Chefredaktor der «Tierwelt».

# Dicke Luft

Wie viel Feinstaub jeder von uns einatmet, ermitteln Epidemiologen mit immer genaueren Messungen. Das hilft dabei, das Gesundheitsrisiko durch diese Partikel besser abzuschätzen.  
 Von Angelika Jacobs

**H**underte von wissenschaftlichen Publikationen beschreiben die Gesundheitseffekte von Feinstaub und chemischen Verbindungen, die meist bei Verbrennungsprozessen entstehen. Dass Luftverschmutzung Atemwegserkrankungen begünstigt, scheint heute offensichtlich. Tatsächlich sind solche Effekte aber schwierig nachzuweisen.

Ein grosser Kritikpunkt an epidemiologischen Studien zur Luftverschmutzung ist, dass sie sich auf Daten weniger zentraler Messstationen stützen, die nicht unbedingt der tatsächlichen Belastung der Studienteilnehmer entsprechen. Schadstoffkonzentrationen können je nach Standort stark variieren.

## Individuelle Belastung

Besonders im Fokus der Epidemiologen stehen seit einiger Zeit sogenannte ultrafeine Partikel (UFP). Durch ihre geringe Grösse – kleiner als 100 Nanometer – können sie in die Blutbahn und möglicherweise sogar ins Gehirn vordringen. Die Gesundheitseffekte dieses Feinstaubes sind jedoch noch wenig untersucht. UFP verteilen sich in der Luft sehr ungleichmässig. Es ist darum unklar, wie brauchbar zentral gemessene Werte für epidemiologische Studien sind.

Dieser Frage gingen Nino Künzli und Reto Meier vom Schweizerischen Tropen und Public Health Institut in Basel nach. Sie verglichen UFP-Messungen an zentralen Referenzstationen mit 80 umliegenden Wohnstandorten. Die Untersuchung ist Teil der Swiss Cohort Study on Air Pollution and Lung and Heart Diseases in Adults unter der Leitung von Professorin Nicole Probst-Hensch. «Die Kontraste können einen Faktor zwei und mehr erreichen», sagt Meier. Die UFP-Konzentration hänge von der Distanz zur Emissionsquelle ab – hauptsächlich vom Strassenverkehr. Man müsse bei der Standortwahl für repräsentative Messungen daher auf Strassennähe und Windrichtung achten.

## Drinnen anders als draussen

Es bestehen jedoch weitere Zweifel daran, wie repräsentativ solche Daten sind: Die meisten Menschen verbringen einen grossen Teil ihrer Zeit in Innenräumen. Gemessen wurde aber bisher meist unter freiem Himmel. Meier und seine Kollegen untersuchten darum auch den Zusammenhang

zwischen der Luftqualität in Wohnräumen und draussen. Die Belastung in Innenräumen fiel dabei generell etwas niedriger aus, spiegelte aber den Tagesverlauf im Freien recht gut. Daten von Aussen-Messstationen könnten also durchaus eine Abschätzung der Schadstoffkonzentration drinnen erlauben, erklärt Meier: «Es gibt aber auch Schadstoffquellen in den Wohnungen selbst, zum Beispiel entstehen UFP beim Kochen.» Die Essenszeiten mittags und abends waren entsprechend als Anstieg in der Luftbelastung in den Wohnungen klar erkennbar.

Zwar gebe es schon eine Reihe von Studien über das Verhältnis der Luftqualität in Innenräumen zu der draussen gemessenen, sagt Josef Cyrys vom Umweltzentrum der Universität Augsburg, der nicht am Projekt beteiligt war. «Aber die Datenlage insbesondere zu UFP ist dünn, und jede weitere Studie hilft, ein klareres Bild zu zeichnen.» Ihm fehle an der Studie jedoch ein Ausblick, wie die neuen Erkenntnisse für die Epidemiologie nutzbar seien.

Reto Meier gibt zu bedenken, wie komplex diese Frage werden kann: Partikel in

Innenräumen können auch anders zusammengesetzt sein als die Partikel draussen. «Diese Kontraste werden wahrscheinlich in Zukunft noch grösser, wenn Gebäude nach neuen Energiestandards gebaut oder saniert und dadurch immer mehr abgedichtet werden», sagt auch Künzli. In Zukunft werden persönliche Schadstoffmessungen mit dem Smartphone möglich sein. Dies eröffne neue Möglichkeiten, um die Auswirkungen der Partikel noch besser den verschiedenen Quellen zuzuordnen, so Künzli.

Angelika Jacobs ist Wissenschaftsjournalistin und arbeitet derzeit bei der «Neuen Zürcher Zeitung».

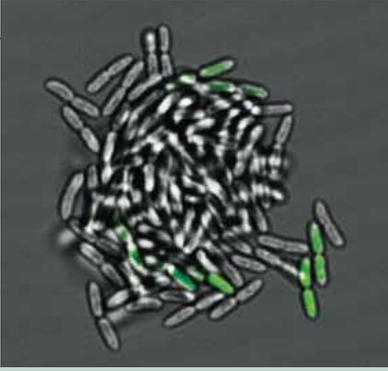
R. Meier et al.: Ambient Ultrafine Particle Levels at Residential and Reference Sites in Urban and Rural Switzerland. *Environmental Science & Technology*. 2015

R. Meier et al.: Differences in indoor versus outdoor concentrations of ultrafine particles, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>absorbance</sub> and NO<sub>2</sub> in Swiss homes. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2015



Zentrale Messstationen für Luftverschmutzung reichen nicht, um das individuelle Gesundheitsrisiko abzuschätzen. Bild: Valérie Chételat

Gerardo Carcamo-Oyarce



Die grünen Bakterien unter dem Mikroskop treten aus der Kolonie aus.

### Bei Dichtestress wandern Bakterien aus

**B**akterien werden oft als primitive Einzeller angeschaut. Doch sogar sie verhalten sich sozial: Mit Signalmolekülen kommunizieren die Winzlinge miteinander und erfahren dadurch, wie viele Schwesterzellen sich in ihrer nahen Umgebung befinden. Biologen sprechen vom «Quorum Sensing». Wie der römische Senat eines Quorums – einer Mindestzahl an anwesenden Mitgliedern – bedurfte, um Entscheide fällen zu können, verändern Bakterien ihre Lebensweise, wenn die Zelldichte ein gewisses Mass überschreitet.

Wenn Bakterien der Art *Pseudomonas putida* merken, dass es zu eng wird, wandern sie aus, fanden Wissenschaftler um Rolf Kümmerli und Leo Eberl vom Institut für Pflanzenwissenschaften der Universität Zürich heraus. Sie scheiden dann ein seifenähnliches Produkt namens Putisolvin ab. Damit lösen die Mikroben ihr gemütliches Heim – einen schleimigen Biofilm – auf und machen sich allein auf die Suche nach neuen Nahrungs- und Nistplätzen.

Bisher galt, dass «Quorum Sensing» vorwiegend kooperatives Verhalten steuert. Zum Beispiel bei den symbiontischen Mikroben im Leuchtorgan eines Zwergtintenfisches: Erst wenn die dort vorkommenden Bakterien der Art *Aliivibrio fischeri* die nötige Dichte erreicht haben, verwenden sie ihre Energie für die Lichtproduktion. Später entdeckte man die Kooperation auch bei der Bildung von Fruchtkörpern oder Biofilmen. Nun ist klar, die Dichtemessung kann auch asoziale Züge fördern. «Quorum Sensing» ist also weitaus komplexer als bisher angenommen», stellen Kümmerli und Eberl fest. *Ori Schipper*

G. Cárcamo-Oyarce et al.: Quorum sensing triggers the stochastic escape of individual cells from *Pseudomonas putida* biofilms. *Nature Communications*. 2015

### Mehr Hirnzellen für gezähmte Füchse

**H**unde sind weniger aggressiv und ängstlich gegenüber Menschen als Wölfe. Diese Zähmtheit wird Haustieren angezchtet und somit genetisch verankert. Forschende der ETH und der Universität Zürich haben nun gezeigt, dass gezähmte Silberfüchse mehr neue Hirnzellen bilden als ihre wilden Artgenossen – und zwar im Hippocampus, einem stammesgeschichtlich alten Gehirnnareal, das an der Steuerung des Stresshormons Cortisol beteiligt ist. Cortisol aktiviert und ermöglicht eine rasche Reaktion in gefährlichen Situationen – Kampf oder Flucht.

Die Zellneubildung reduziere den Cortisolspiegel im Blut, vermuten die Forschenden. Warum gerade Silberfüchse für die Studie gewählt wurden, erklärt Irmgard Amrein vom Anatomischen Institut der Universität Zürich: «Ein Teil der Füchse wurde auf einer Forschungsanstalt im russischen Novosibirsk speziell auf Zähmtheit gezüchtet und unter den gleichen Bedingungen wie deren ungezähmte Artgenossen aufgezogen.» Bei anderen Tierarten sei ein so direkter Vergleich nicht möglich. Die zahmen Füchse verhalten sich laut Amrein ähnlich wie Hunde. Allerdings weiss man noch nicht, ob die verstärkte Neubildung von Hirnzellen eine Folge oder eine Ursache der Zähmtheit ist.

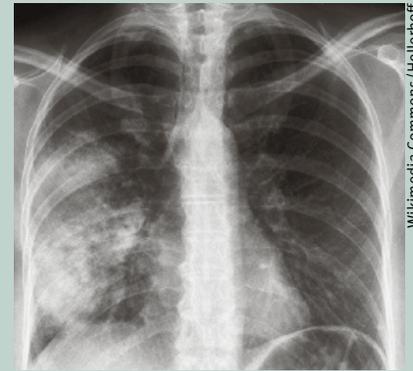
Dank der Zellneubildung kann sich das Gehirn von Haustieren offensichtlich rascher an neue Umweltbedingungen anpassen als jenes von Wildtieren. Auch zahme Mäuse können neue Hirnzellen bilden, etwa beim Training im Laufstad. Wilden Mäusen fehlt diese kurzfristige Anpassungsfähigkeit. *Thomas Pfluger*

S. Huang et al.: Selection for tameness, a key behavioral trait of domestication, increases adult hippocampal neurogenesis in foxes. *Hippocampus*. 2015

Shihhui Huang



Stress wird nicht nur bei Füchsen im Hippocampus geregelt.



Wikimedia Commons / Hellerhoff

Entzündungshemmer könnten auch dieser Lunge helfen.

### Lungenentzündung schneller heilen

**L**ungenentzündungen zählen weltweit zu den häufigsten Todesursachen: Seit Jahrzehnten besteht trotz guter medizinischer Versorgung ein hohes Sterberisiko von 10 bis 15 Prozent. Forschende versuchten bislang erfolglos den Krankheitsverlauf zu verbessern und die Sterberate zu reduzieren.

Eine neue Therapie, entwickelt von einem Team von Ärzten und Forschenden vom Universitätsspital Basel, verspricht nun Besserung. In einer klinischen Studie konnte die durchschnittliche Aufenthaltsdauer im Spital von sieben auf sechs Tage verkürzt werden.

Für die Studie verabreichten die Ärzte 800 Personen mit Lungenentzündung entweder ein Placebo oder das entzündungshemmende Medikament Prednison – ein künstlicher Verwandter des Hormons Cortisol. Beide dämpfen das Immunsystem des Körpers. «Bei einer Lungenentzündung kann es zu einer Überreaktion des Immunsystems kommen. Das kann das Lungengewebe schädigen», sagt Mirjam Christ-Crain, Studienleiterin und stellvertretende Chefärztin am Universitätsspital Basel.

Prednison konnte diese Überreaktion neutralisieren, und die Patienten erholten sich schneller. Das Abklingen des Fiebers, die Normalisierung der Atemfrequenz und der Sauerstoffsättigung im Blut waren nach insgesamt drei Tagen erreicht statt erst nach viereinhalb Tagen.

Bei den Komplikationen einer Lungenentzündung, die im schlimmsten Fall zum Tode führen können, hatte Prednison nach wie vor keinen statistisch belegbaren Einfluss. «Die Tendenz zeigt jedoch eine Reduktion der Komplikationen an. Darum werden wir diesen Ansatz auf jeden Fall weiter verfolgen», sagt Christ-Crain. *Atlant Bieri*

C. A. Blum et al.: Adjunct prednisone therapy for patients with community-acquired pneumonia: a multicentre, double-blind, randomised, placebo-controlled trial. *The Lancet*. 2015



**«Die Europäische Union muss demokratisiert werden»**

Mit dem Sieg von Syriza in Griechenland wird das Dogma der Austerität erneut in Frage gestellt. Für den Politologen Yannis Papadopoulos sind die Erfolge der euroskeptischen Parteien ein Alarmsignal.  
*Von Benjamin Keller*

**D**ie Europäische Union durchlebt stürmische Zeiten. In Griechenland gewann im Januar die linksradikale Syriza die Parlamentswahlen - nach einer Kampagne gegen den rigiden Sparskurs, den die Europäische Kommission, die Europäische Zentralbank und der Internationale Währungsfonds fordern.

Die Austeritätspolitik war in der gewählten Form nicht das richtige Heilmittel. Dieser Meinung ist Yannis Papadopoulos, Professor für Politikwissenschaften an der Universität Lausanne. Er spricht aber auch von einem «verantwortungslosen» Verhalten der griechischen Parteien. Der Forscher ist überzeugt, dass die EU als Antwort auf die zunehmende Euroskepsis mehr Integration und Demokratisierung anstreben sollte. Für «Horizonte» analysiert er die Krise in Griechenland und ihre Folgen.

**Herr Papadopoulos, wie beurteilen Sie mit etwas Abstand den Sieg von Syriza bei den Parlamentswahlen in Griechenland?**

Die Sparmassnahmen schufen den Nährboden für eine Protestwahl, mit der das Volk die Regierung und die Parteien bestrafte, die mit dieser Politik in Verbindung gebracht wurden. Ausserdem liess sich die vielerorts verzweifelnde und unzufriedene Bevölkerung von den Versprechen von Syriza blenden.

**Waren diese Wahlen eine reine Reaktion auf die Politik aus Brüssel?**

Nicht nur. Das Ergebnis war gleichzeitig ein Misstrauensvotum gegen Parteien, die als weitgehend korrupt gelten. Eine nicht unwesentliche Zahl von Stimmen wanderte deshalb von der Rechtspartei Nea Dimokratia zur Syriza ab.

**Syriza versprach nicht nur eine Neuverhandlung der Schulden, sondern auch kostenlose medizinische Leistungen sowie eine Anhebung der Löhne und Renten. Ist das realistisch?**

Auf keinen Fall. Es existieren weder eine kohärente Verhandlungsstrategie mit den europäischen Partnern noch ein seriöser Plan zur Finanzierung der angekündigten Massnahmen. Die griechischen Parteien haben die Gewohnheit, Versprechen abzugeben, wenn sie in der Opposition sind. Sie halten diese aber nicht, wenn sie an die Regierung kommen - eben deshalb, weil sie häufig zu viel versprechen. Als die Nea Dimokratia vor einigen Jahren noch in der Opposition war, sprach sie sich de-

zidiert gegen die Massnahmen aus, die für eine Beteiligung Griechenlands an der Eurozone verlangt wurden. Als ihre Leute dann das Ruder übernahmen, änderte sich das. Die Parteien in Griechenland handeln ziemlich verantwortungslos.

**Wie ist das zu erklären?**

Durch eine politische Kultur, die populistisch geprägt ist. In der griechischen Politik besteht eine Tendenz der schönen Worte und leeren Versprechungen. Probleme werden grundsätzlich anderen angelastet. Ein Teil der Wählerschaft wird deshalb enttäuscht sein, dass Syriza ihre voreiligen Versprechen nicht wird halten können. Andere sind jedoch weniger naiv und waren sich wohl bewusst, dass auch Syriza kein Patentrezept kennt.

«Die Parteien in Griechenland geben häufig unrealistische Versprechen ab.»

**Hat die Europäische Union die richtige Strategie verfolgt?**

Griechenland hat ein echtes Schuldenproblem, für das es nicht der Europäischen Union die Schuld zuschieben kann, denn es ist das Ergebnis einer Fehlwirtschaft früherer Regierungen. Dagegen musste etwas unternommen werden. Doch die Austeritätspolitik war nicht das richtige Heilmittel. Denn sie hat Personen zusätzlich belastet, die bereits in prekären Verhältnissen lebten - in einem System ohne echtes soziales Auffangnetz. Zudem wurde dadurch das Wachstum blockiert.

**Welche Alternativen wären denkbar gewesen?**

Gewisse Massnahmen waren notwendig, wie Reformen und eine Modernisierung der Verwaltung. Der Schwerpunkt hätte jedoch stärker auf wachstumsfördernden Strategien liegen müssen. Allerdings ist das einfacher gesagt als getan. Die griechische Wirtschaft leidet unter strukturellen Schwächen, unter anderem an einem Mangel an internationaler Wettbewerbsfähigkeit und wirklich produktiven Aktivitäten. Es hätte auch weitere strukturelle

Reformen gebraucht, namentlich zum Abbau des Protektionismus, der in gewissen Branchen besteht, weil mächtige Vereinigungen ihren Einfluss geltend machen, übrigens auch aus der Syriza.

#### **Also eine Liberalisierung?**

Ja, in gewissen Sektoren, aber auch ein Ausbau des sozialen Auffangnetzes. Daran haben sich weder die Europäische Union noch die griechischen Behörden gewagt. Und die Wahrscheinlichkeit ist klein, dass Syriza hier etwas in Bewegung setzt. Was die Reformen anbelangt, will die Partei zurück zum Status quo vor der Austeritätspolitik.

«Trotz Defiziten bleibt die EU Garant für Frieden und demokratische Stabilität.»

#### **Weshalb wurde in dieser Richtung nichts unternommen?**

Lange bestand ein Konsens darüber, dass eine Sparpolitik die richtige Lösung zum Abbau eines Ausgabenüberschusses sei. Heute wissen die politischen Akteure, dass diese strengen Vorhaben auch sehr schädliche Wirkungen mit sich bringen. Die griechischen Regierungen wiederum waren nicht in der Lage, die notwendigen Reformen umzusetzen. Oder sie wollten dies nicht, weil sie befürchteten, in einem stark klientelistischen System Stimmen zu verlieren.

#### **Wird Syriza die Europäische Union davon überzeugen können, ihren Ansatz zu ändern?**

Ich glaube nicht. Das Dogma der Austerität wird zwar tatsächlich hinterfragt, aber nicht aufgrund des Erfolgs von Syriza. Diese agiert isoliert und ohne richtige Verbündete.

#### **Die Verhandlungen von Brüssel mit Mitgliedsstaaten werden häufig als kompromisslos wahrgenommen.**

Der Eindruck der Kompromisslosigkeit entsteht, wenn die Seite, die andere Ansichten

vertritt, keine Verbündeten findet und allein einem doch recht homogenen Block gegenübersteht, der sie zur Ordnung ruft. Mit dieser Erfahrung ist in gewisser Weise auch die Schweiz konfrontiert.

#### **Nach der Abstimmung über die Masseneinwanderungs-Initiative vom 9. Februar 2014?**

Die Europäische Union beruft sich darauf, dass der freie Personenverkehr unantastbar sei. Sie kämpft damit auch gegen Distanzierungstendenzen innerhalb der EU. Grossbritannien zum Beispiel hat Vorbehalte gegenüber der Freizügigkeit.

#### **Die euroskeptischen Parteien haben in den Europawahlen 2014 gut abgeschnitten. Ist ein Auseinanderbrechen der Europäischen Union denkbar?**

Diese Erfolge sind ein klares Alarmsignal für die Integration. Doch diese Parteien sind nach wie vor in der Minderheit. Die beiden grossen Bündnisse Mitte-Rechts (Europäische Volkspartei) und Mitte-Links (Fraktion der Progressiven Allianz der Sozialdemokraten) bleiben die tragenden Säulen des Systems.

#### **Wie müsste Brüssel vorgehen?**

Es braucht mehr Integration, aber auch eine Demokratisierung der Integration. In der Eurozone besteht weiterhin ein starker Widerspruch zwischen einheitlicher Währung und weniger einheitlicher Wirtschaftspolitik. Bei der Demokratisierung wurden Fortschritte erzielt, in der Öffentlichkeit ist dies aber kaum bekannt.

Das Europäische Parlament, das direkt von der Bevölkerung der Mitgliedsstaaten gewählt wird, hat im legislativen Prozess viel Einfluss gewonnen. Ein weiteres Beispiel: Heute existiert das Instrument der Europäischen Bürgerinitiative. Dieses Instrument ist zwar nicht ganz so verbindlich wie das Pendant in der Schweiz, allerdings müssten die Organisationen der Zivilgesellschaft Druck machen und dafür sorgen, dass es kein «Papiertiger» bleibt.

#### **Ist die Europäische Union zu technokratisch?**

Häufig wird abschätzig von «Eurokraten» gesprochen. In Wirklichkeit ist die Bürokratie in Brüssel sehr beschränkt. Hier handelt es sich um ein Wahrnehmungs-

problem. Die Bevölkerung hat das Gefühl, dass Entscheidungen weit entfernt in Brüssel durch Technokraten gefällt würden. Ein Grossteil dieser Entscheide beruht jedoch auf nationalen Präferenzen, welche die einzelnen Mitglieder der Europäischen Union einbringen.

#### **Weshalb wissen die Leute so wenig über die Abläufe in der EU?**

Lange lief der Motor ohne eigentliche Integrationsdebatte. Heute ist dies nicht mehr der Fall. Tatsächlich ist die Funktionsweise der EU komplex und nicht ganz einfach zu verstehen. Diese Komplexität ergibt sich aber aus der Vielfalt des Kontinents. Bei den Medien handelt es sich ausserdem fast immer um nationale Akteure, deren Fokus auf nationalen Interessen liegt. Eine öffentliche, gesamteuropäische Dimension fehlt noch.

Benjamin Keller hat einen Hochschulabschluss in internationalen Beziehungen und ist als freischaffender Journalist in Genf und Tunis tätig.

#### **Schweiz, Griechenland und Europa**

Yannis Papadopoulos ist schweizerisch-griechischer Doppelbürger und seit 1990 Professor für Politikwissenschaften an der Universität Lausanne. Der 55-jährige befasst sich mit Fragen zur schweizerischen und europäischen Politik. Seit 2012 ist er Mitherausgeber des «European Journal of Political Research», einer der wichtigsten internationalen Fachzeitschriften für Politikwissenschaften. Er ist zudem Mitglied des Nationalen Forschungsrats des Schweizerischen Nationalfonds.

## Kulleraugen sind eine Lebensversicherung

**R**osige Pausbäckchen und grosse Augen - dem Jö-Effekt niedlicher Babys ist wohl jede und jeder schon einmal erlegen. Aus Sicht der Evolutionsbiologie ist es sinnvoll, sich um niedliche Babys zu kümmern: ein attraktives, gesundes Baby hat grössere Überlebenschancen als ein kränkliches. Auch wenn es heute nicht mehr um Leben und Tod geht, garantiert eine starke Bindung zur Bezugsperson doch bessere Voraussetzungen für die Zukunft des Kindes.

Janek Lobmaier vom Institut für Psychologie der Universität Bern hat herausgefunden, dass Frauen feine Unterschiede in Babygesichtern besser erkennen als Männer. Um die Zeit des Eisprungs herum sind Frauen darin gar noch erfolgreicher, als während des restlichen Zyklus. Der Forscher vermutet, dass das sogenannte «Kuschelhormon» Oxytocin, das beim Eisprung und bei einer Geburt ausgeschüttet wird, dafür verantwortlich ist. Es verstärkt die emotionale Bindung zwischen Mutter und Kind - wird aber auch bei Männern ausgeschüttet, wenn sie Vater werden. Lobmaiers neue Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass Männer die Niedlichkeit von Babys gleich einschätzen wie Frauen, wenn sie Oxytocin erhalten.

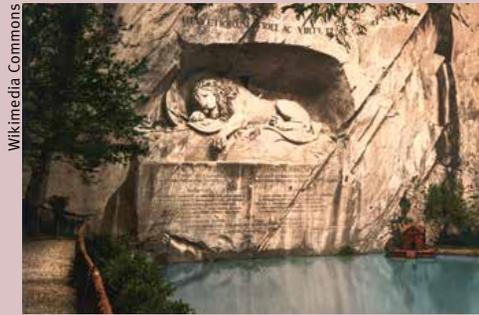
Die Babybilder für die Studie stammen aus dem Internet und wurden zuerst von Versuchspersonen nach ihrer Niedlichkeit beurteilt. Die Bilder der niedrigsten Babys und diejenigen der am wenigsten niedlichen Babys wurden mit einem Computerprogramm gemittelt und in kleinen Schritten niedlicher oder weniger niedlich gemacht. Die Babys auf den Fotos weisen also nur ganz subtile Unterschiede auf - niedlich sind sie trotzdem alle.

Anna-Katharina Ehlert

J.S. Lobmaier et al.: Menstrual cycle phase affects discrimination of infant cuteness. *Hormones & Behavior*. 2015



**Kleiner, aber bedeutender Unterschied: Das Baby rechts erzeugt den grösseren Jö-Effekt.**



Teil der Unterhaltungsindustrie des 19. Jahrhunderts: das Luzerner Löwendenkmal.

## Luzern ist die Wiege einer leicht verdaulichen Schweiz

**W**as in den fünfziger Jahren des 19. Jahrhunderts noch ein verschlafenes Städtchen war, entwickelte sich bis in die achtziger Jahre zum Touristenmagnet der Innerschweiz. Die Luzerner Tourismusmeile im Wey-Quartier mit Löwendenkmal (eingeweiht 1821), Gletschergarten (1873), Bourbaki-Panorama (1889) und Internationalem Kriegs- und Friedensmuseum (1902) zog Scharen von Touristen aus dem In- und Ausland an.

«Diese Tourismusmeile ist ein Unikat im Schweizer Tourismus», erklärt der Literaturwissenschaftler Andreas Bürgi. Nirgendwo sonst haben sich die für die Touristen eingerichteten Attraktionen zu einem Stadtteil mit Souvenirläden, Fotoateliers, Gastwirtschaften und abendlichen Spektakeln verdichtet. Die Luzerner Tourismusmeile diente der aufkommenden Unterhaltungsindustrie als Experimentierfeld. «Man probierte aus, was zieht und was eher nicht», sagt Bürgi. Dabei kristallisierten sich die noch heute gängigen Themen heraus, mit denen Touristen angelockt werden: Alpen, idyllische Seenlandschaften, Tiere, Traditionen, aber bloss nichts Problematisches wie etwa Krieg und Frieden.

Was den vorab englischen, deutschen und französischen Touristen gezeigt wurde, war «eine leicht konsumierbare Schweiz», so Bürgi, die sich in rückwärts-gewandten Inhalten und vergangenen Zeitaltern spiegelte - geschaffen mit modernsten Finanzierungsmodellen und neuester Technik. Die Bevölkerung habe das Bild dieser widerspruchsfreien, gefälligen Kommerzschweiz teilweise auch selbst übernommen. «Mit den Bildern dieser Konsumschweiz haben gewisse politische Parteien noch heute Erfolg», sagt Bürgi. Anna-Katharina Ehlert

Luzern: Die touristische Bilderfabrik. Unterhaltungsbetriebe am Luzerner Löwenplatz, 1820–1914. Chronos-Verlag, Oktober 2015

## Wenn der Wolf die Mutter ersetzt

**A**usgesetzte Kinder, von wilden Tieren aufgezogen: Der Mythos der Gründung Roms findet sich auch in der Literatur des Mittelalters. Yasmina Foehr-Janssens, Professorin für mittelalterliche französische Literatur an der Universität Genf, beschäftigt sich mit der Bedeutung des Stillens über die Artgrenze hinweg in den Chansons de geste des 13. und 14. Jahrhunderts.

In der Erzählung «La Belle Hélène de Constantinople» werden einer verstorbenen Mutter die beiden Kinder von einem Wolf und einem Löwen geraubt. Diese helfen ihnen, zu überleben. Da sie die Säuglinge nicht ernähren und aufziehen können, bitten sie eine Hirschkuh, die Zwillinge zu stillen, während ein Einsiedler sie pflegt. «Hier lässt sich die gedankliche Entstehung einer männlichen Mutterschaft erkennen, welche die Person der Mutter ersetzt», so die Interpretation von Yasmina Foehr-Janssens. «Der Text spiegelt das Anliegen der Übertragung der väterlichen Abstammung am Ende des Mittelalters.»

In den untersuchten Werken sind es immer männliche Säuglinge, die von Tieren aufgezogen werden. «Die Absicht der Heroisierung ist unverkennbar», sagt die Mediävistin. «Wer wagte zu bezweifeln, dass ein mit der Muttermilch eines Raubtiers genährter Knabe zu einem Übermenschen wird?» Heute lächeln wir über solche Mythen, «sie sind jedoch kraftvoller Ausdruck der komplexen Beziehungen zwischen Mensch und Tier», sagt die Forscherin. Die Ernährung mit artfremder Muttermilch ist übrigens sehr aktuell: Unzählige Säuglinge erhalten Kuhmilch statt Muttermilch - und niemand wundert sich darüber. Martine Brocard

Y. Foehr-Janssens et al.: Représentations de l'allaitement au moyen âge: invisibilité ou prolifération matérielle et légendaire. Allaitement et pratiques de sevrage. (eingereicht, 2015)

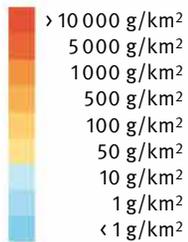


Der Heilige Stephanus von Martino Di Bartolomeo (um 1435) wird von einer Hirschkuh gestillt.

# Die Plastiksuppe

Unzählige Plastikteile treiben in den Weltmeeren – mit katastrophalen Folgen für die Umwelt.

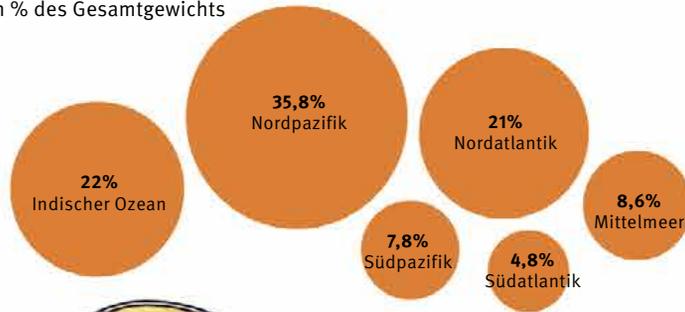
## Treibender Plastik



→ Meeresströmungen

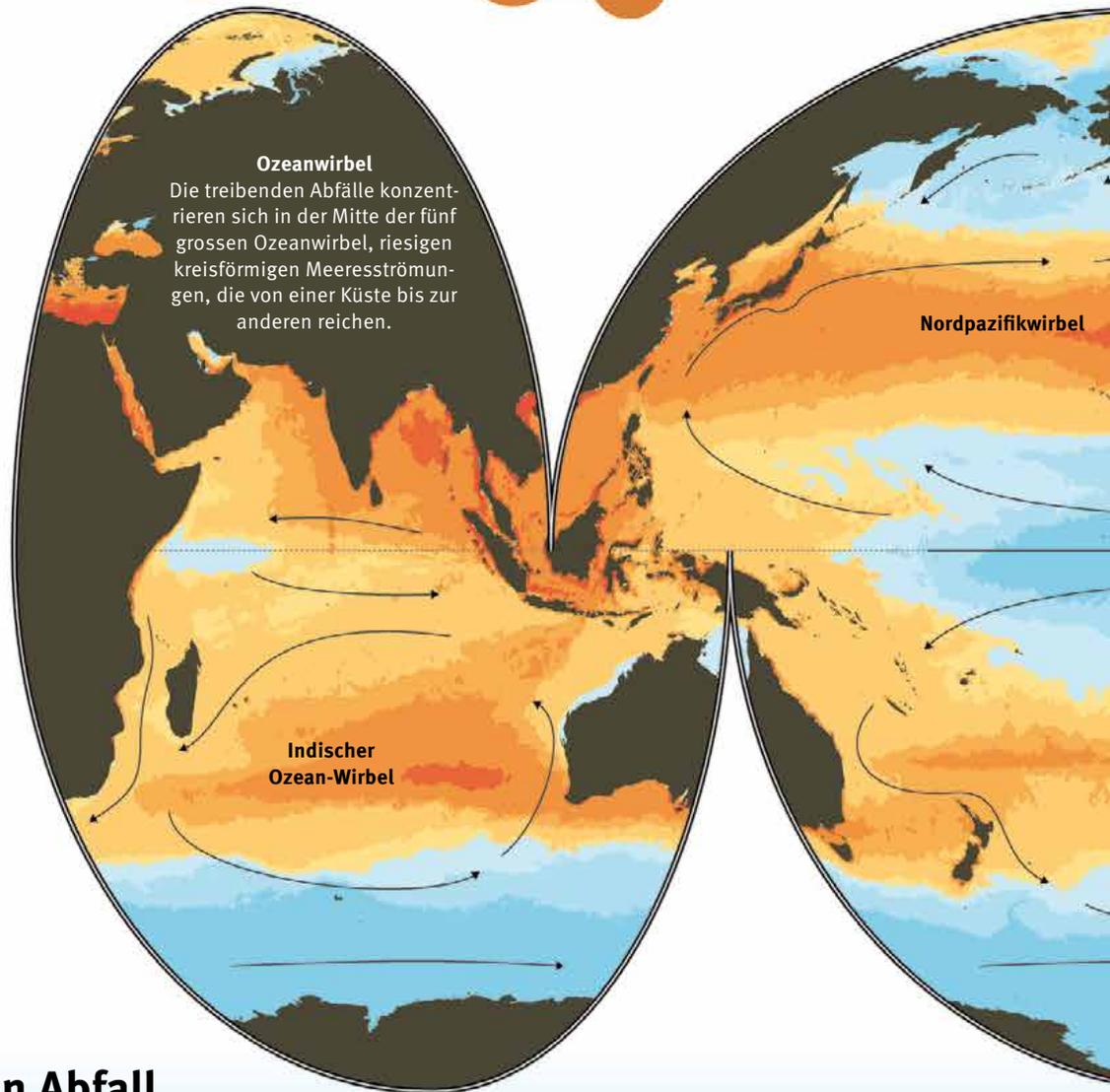
Eine vom kalifornischen Institut «5 Gyres» koordinierte internationale Forschungsgruppe hat ein Modell entwickelt, um die Dichte der Mikroplastikteilchen im Meer zu eruieren.<sup>1</sup> Die Schätzung beruht auf 24 Proben-Sammelaktionen und visuellen Erfassungen zwischen 2007 und 2013; sie ist laut den Studienautoren «sehr vorsichtig» und muss als «Minimum» angesehen werden.

Der Nordatlantik ist am stärksten betroffen in % des Gesamtgewichts



268 940 Tonnen

Gewicht des treibenden Abfalls



## Der Lebenszyklus von Abfall

### 1. Der Weg ins Meer

Der Plastik wird durch Abwässer, natürliche Wasserläufe oder vom Wind ins Meer verfrachtet oder aber direkt von Schiffen über Bord geworfen.

### 2. Fragmentierung

Im Lauf vieler Jahre zerfällt der Plastik durch Wellengang und die Einwirkung ultravioletter Strahlung in kleinste Teilchen, ohne sich dabei aber ganz aufzulösen.

### 3. Bedrohte Tiere

Von Vögeln über Schildkröten bis zu Walen nehmen zahlreiche Arten den Plastik über die Nahrung auf, mitunter bis zur kompletten Verstopfung der Mägen mit Todesfolge.

### 4. Schadstoff-Schwämme

Die Mikro-Plastikteilchen absorbieren organische Schadstoffe wie zum Beispiel Pestizide aus dem Meerwasser, an denen sich Tiere vergiften können.

### 5. Anreicherung

Der oft kolportierte «Plastikkontinent» existiert nicht – es handelt sich um einen Mythos. Tatsächlich schweben die Plastikabfälle vornehmlich unter der Oberfläche, bis in eine Tiefe von 30 Metern.

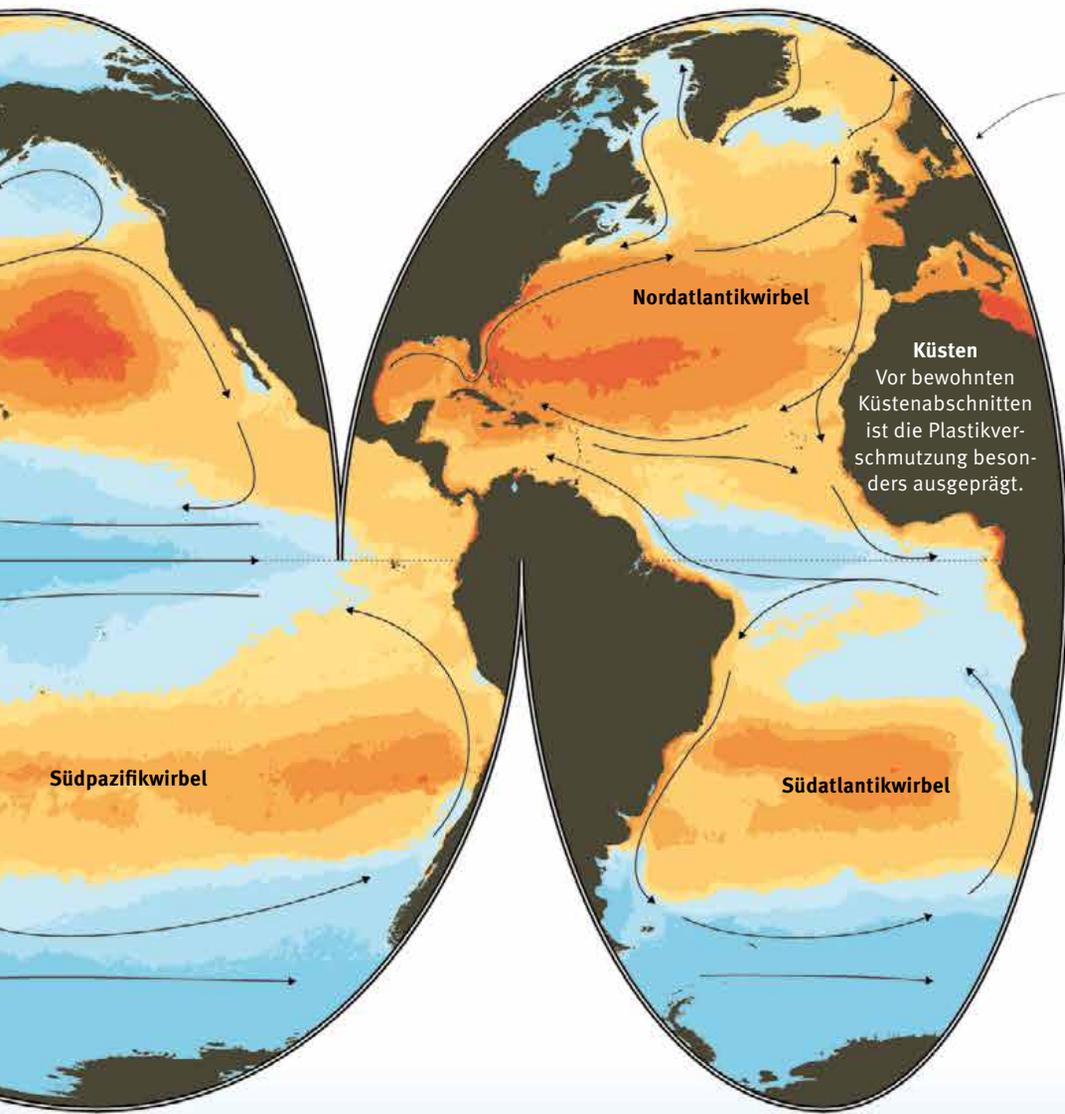
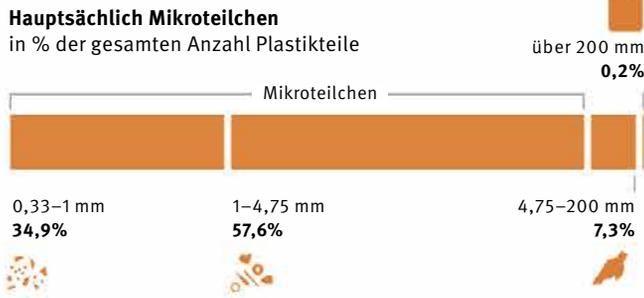
Spuren von Plastik sind in Miesmuscheln und Zuchtaustern nachgewiesen worden.



Beispiel: Die Donau spült täglich 4,2 Tonnen Plastik ins Schwarze Meer, hauptsächlich in Form von industriellen Granulaten.

# 5 250 Milliarden

Anzahl der treibenden Plastikteile



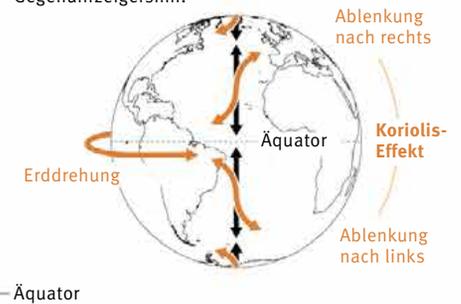
## Ein juristisches No man's land

«Auf globaler Ebene gibt es keinen angemessenen juristischen Rahmen, um gegen die Plastikverschmutzung anzugehen», sagt Thomas Cottier, Professor für Europa- und Wirtschaftsvölkerrecht an der Uni Bern. «Die Hochsee gehört niemandem. Und die nationalen Bestimmungen unterscheiden sich stark von einem Land zum anderen – und werden oft falsch angewandt.»

Um die Form der Meeresoberflächen so wenig wie möglich zu verzerren, verwenden wir für die Karte eine unterbrochene Mollweide-Projektion, auf den Pazifik zentriert.

## Korioliskraft

Die Meeresströmungen drehen auf der Nordhalbkugel im Uhrzeigersinn, auf der Südhalbkugel im Gegenuhrzeigersinn.



## Eine Schweizer Expedition untersucht die Ozeane

Die dem Schutz des Wassers gewidmete Lausanner Stiftung «Race for Water» hat eine wissenschaftliche Expedition lanciert, um die Plastikverschmutzung der Meere zu untersuchen. Ein Rennkatamaran ist am 15. März 2015 in Bordeaux gestartet, um in 310 Tagen durch alle fünf Ozeanwirbel zu segeln. «An Stränden von zwölf besonders exponierten Inseln werden Proben genommen, beispielsweise auf den Osterinseln, den Marianen-Inseln und auf den Azoren», erklärt Florian Faure vom zentralen Umweltlabor der EPFL, wo die Plastikteilchen analysiert werden. Die Studie wird ergänzt mit einer 3D-Kartierung der Küstenabschnitte und ihrer Verschmutzung, erstellt mit einer Sensefly-Drohne eines Schweizer Start-ups.



Infografik: Benjamin Bollmann

Grafik und Visualisierung: Dumpark

1 Quelle: M. Eriksen et al. Plos One. 2014

2 Quelle: J.R. Jambeck et al. Science. 2015

## 6. Wo landet der ganze Plastik?

Man schätzt, dass jedes Jahr 8 Millionen Tonnen Plastik in die Meere gelangen, also dreissigmal mehr als die sichtbare Menge an treibendem Abfall.<sup>2</sup>

## 7. Abtauchen zum Grund

Der grösste Anteil des Plastikabfalls könnte sich in den Sedimenten am Meeresgrund verstecken. Von Mikroorganismen besiedelt, werden die Teilchen schwerer und sinken schliesslich.

## 8. Tiefgefroren

Eine andere Hypothese: Ein Grossteil des Plastiks könnte im arktischen Eis eingeschlossen sein.

Sichtbare Menge

Alljährlich ins Meer gelangende Menge



# Das Prinzip Selbstorganisation

Die Erfindung einer neuartigen Solarzelle machte aus Rita Tóth eine der 100 führenden Denkerinnen und Denker in der US-Zeitschrift «Foreign Policy». Die physikalische Chemikerin hielt dies zuerst für einen Scherz. *Von Florian Fisch*

**F**ür die Nutzung der Kraft von Motenagen» wurden die physikalische Chemikerin Rita Tóth von der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt in Dübendorf bei Zürich (Empa) und vier weitere Wissenschaftler von «Foreign Policy», einer US-Zeitschrift für Aussen- und Sicherheitspolitik, in die Liste der «100 Leading Global Thinkers» aufgenommen - in der Sparte Innovation. Ihre Leistung ist auch der internationalen Presse, darunter «The Economist» und «Le Monde», nicht entgangen.

Das Auswahlkomitee war beeindruckt vom neuen Solarzellentyp, den Tóth und ihren Kollegen der Empa und der Universität Basel entwickelten. Dieser wandelt Sonnenlicht direkt in hochkonzentrierte chemische Energie in Form von Wasserstoffgas um - eine Art Solartreibstoff. Damit könnte man Sonnenenergie nicht nur einfangen, sondern die Überschüsse auch speichern.

## Wasserstoff von der Sonne

«Als wir den Brief von «Foreign Policy» erhielten, dachten wir zuerst, es sei ein Scherz», erinnert sich Tóth. Es war kein Scherz, und das Wissenschaftlerteam folgte der Einladung zum exklusiven politischen Forum in einem luxuriösen Hotel in Washington. Das bescheidene Auftreten von Tóth passt nicht zu jemandem, der im gleichen Atemzug mit Bundeskanzlerin Angela Merkel genannt wird - interessanterweise ebenfalls eine ehemalige physika-

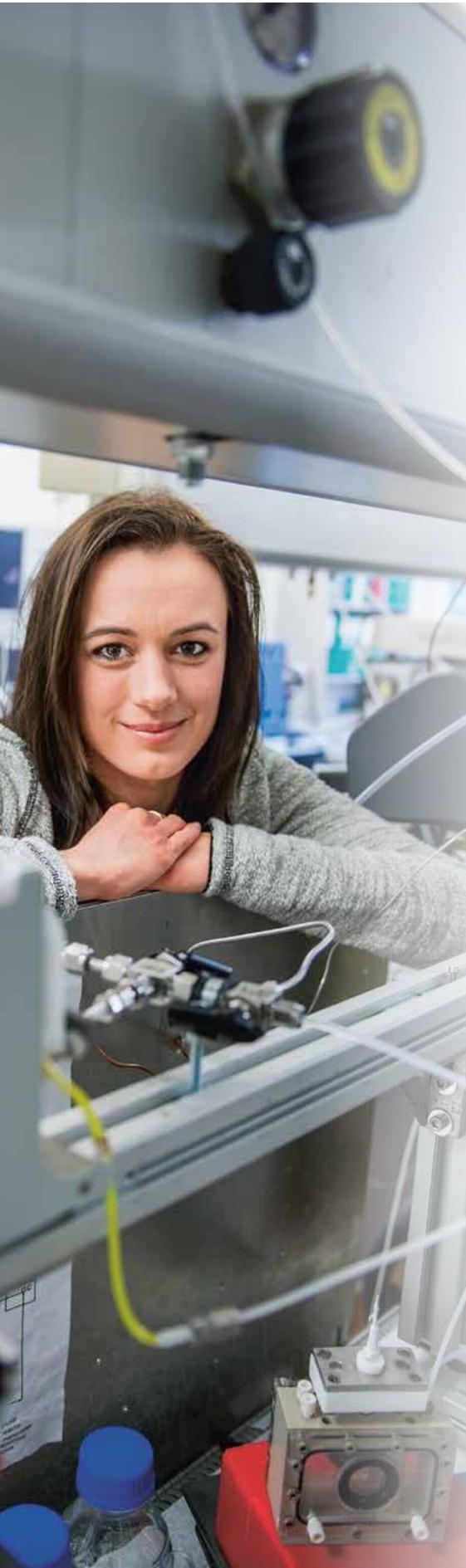
lische Chemikerin. Tóth ist klein, hat feine Züge und eine sanfte Stimme. Sie spricht über ihre Arbeit, als wäre nichts dabei.

Das Kernstück der Solarzelle ist eine daumennagelgrosse Glasscheibe mit einer speziell beschichteten Oberfläche. Um deren Effizienz zu testen, wird die Scheibe in ein grösseres, mit einer Salzlösung gefülltes Gefäss getaucht und von einer Sonnenlicht-Lampe angestrahlt.

Was auf der Glasscheibe wie abgeschliffen aussieht, ist in Wahrheit eine dünne Schicht aus gerostetem Eisen und Wolfram. Negativ geladene Elektronen werden durch Photonen des Sonnenlichts herausgeschlagen und hinterlassen positiv geladene «Löcher». Die Kunst besteht nun darin, das Potenzial der Trennung auszunutzen, bevor die Elektronen wieder in die «Löcher» fallen. Beide müssen nämlich bis zur Oberfläche gelangen, um dort mit der Salzlösung zu interagieren, wobei Sauerstoff- und Wasserstoffgas entstehen. Mit den Gasen könnten Autos angetrieben oder Strom produziert werden.

«Die Neuheit unseres Ansatzes liegt in der Struktur der Beschichtung und somit in unserer Verwaltung des Lichts», erklärt Tóth. Das Licht wird von weniger als einen Tausendstel Millimeter breiten Kuppen aus gerostetem Wolfram eingefangen. Florent Boudoire, Doktorand in derselben Gruppe wie Tóth, hat herausgefunden, dass Motenagen nach dem gleichen Schema funktionieren. Damit können die Nachtfalter nach Sonnenuntergang besser sehen





«Die Neuheit unseres Ansatzes liegt in unserer Verwaltung des Lichts.»

und gleichzeitig für Jäger weniger sichtbar sein - eine schöne Geschichte für Journalisten. «Wir können die Grösse der Kuppen ganz einfach anpassen und so die Streuung und das Einfangen von Licht regulieren», sagt Tóth. Eine zusätzliche dünne Schicht aus gerostetem Eisen auf den Ausstülpungen steigert die Effizienz weiter.

#### **Moleküle als Pfadfinder**

Die Beherrschung der Bauweise, wie die der beschichteten Kuppen, ist Tóths Fachgebiet: «Mich interessiert die Selbstorganisation von Materialien.» Damit arbeite sie nach dem Bottom-Up-Ansatz, der im Gegensatz zum Top-Down-Ansatz, typisch für die Herstellung von Computerchips, weniger komplex und teuer ist. «Beim Bottom-Up-Ansatz mischen wir einfach Dinge zusammen, und alles geschieht spontan», erklärt sie in ihrer bescheidenen Art.

Bei ihrem Schwerpunktthema kommt die ungarische Forscherin in Fahrt: «Die Selbstorganisation ist allgegenwärtig und reicht von Vogelschwärmen und den Streifen von Zebras über menschliches Sozialverhalten bis hin zur Entstehung von Galaxien. Selbstorganisation hat grosses Potenzial für Technologie und Wirtschaft.»

Mit dem Prinzip brachte Tóth Moleküle dazu, beinahe magisch ihren Weg selbst durch ein Labyrinth zu finden. Die Chemikerin hat mit kleinen Kanälen den Strassenverlauf der Budapester Innenstadt im Kreditkartenformat nachgebaut. Eine Spezialmischung aus basischen und sauren Chemikalien in den Kanälen erzeugt einen Fluss, der automatisch einen Farbstoff in den Kanal zieht und damit den kürzesten Weg zwischen Uni und Pizzaladen sichtbar macht. Der entsprechende Bericht wurde 2014 zum meistgelesenen Artikel in der namhaften Fachzeitschrift «Langmuir».

#### **Sesshaft in der Mitte**

Selbstorganisation ist auch ein passendes Motto für Tóths Wissenschaftskarriere. Um in der Nähe ihrer Familie zu sein, entscheidet sie sich für ein Studium an der Universität Debrecen im Osten Ungarns. Zur ihrer Masterarbeit sagt die physikalische Chemikerin: «Eigentlich hat mich die Wahl meines Supervisors zum Thema geführt.»

Als die Zeit kommt, das Vereinigte Königreich zu verlassen, lockt einerseits die Brandeis-Universität mit einer Stelle in Amerika, andererseits die Schweiz, wo ihr britischer Lebensgefährte eine Anstellung in der Pharmaindustrie gefunden hat. Die Wahl liegt auf der Hand: «Die Schweiz liegt ziemlich genau zwischen unseren Familien.»

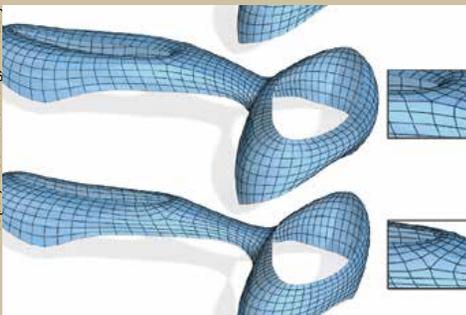
Der Biologe Florian Fisch ist Wissenschaftsredaktor des SNF.

#### **100 Leading Global Thinkers**

Eine Umfrage der US-Zeitschrift «Foreign Policy» kürt jedes Jahr 100 führende globale Denkerinnen und Denker. Die Liste 2014 umfasst Kategorien wie «Agitatoren», darunter der russische Präsident Wladimir Putin, «Entscheidungsträger» und «Künstler». Rita Tóth, ihr Teamleiter Artur Braun, ihr Doktorand Florent Boudoire sowie ihre Kollegen Jakob Heier und Edwin Constable von der Universität Basel wurden als «Innovatoren» ausgezeichnet. Ebenfalls ausgezeichnet wurden die Erfinderinnen eines Gen-Werkzeugs und der Gründer des Virtual-Reality-Headsets Oculus Rift. Sie alle waren zum «Foreign Policy»-Symposium eingeladen, wo US-Aussenminister John Kerry eine Rede hielt. Putin nahm nicht teil.

#### **Rita Tóth**

Rita Tóth, geboren 1975 in Salgótarján (Ungarn), verlässt nach ihrer Promotion über Musterbildung an der Universität Debrecen im Jahr 2002 das akademische Umfeld, um in der Pharmaindustrie zu arbeiten. Nur ein Jahr später zieht es sie zurück in die Forschung an der University of Leeds und an der University of the West of England in Bristol. Dort lernt sie ihren Partner kennen, mit dem sie nach Basel zieht. Seit 2009 forscht Tóth an der Empa. Sie ist Mutter von zwei Kindern. Ein Marie Heim-Vögtlin-Beitrag vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützt sie bei der Weiterführung ihrer Karriere.



Ein interaktiver Algorithmus deformiert das Design und macht daraus einen Entwurf, der bauliche Einschränkungen berücksichtigt.

## Virtuelles Design beschleunigen

Heute zeichnen Architekten das geometrische Profil der Gebäude, die sie sich ausdenken, mit dem Computer. Da bei dieser Arbeitsetappe Einschränkungen oft nicht berücksichtigt sind, die sich aus den verwendeten Materialien und dem Zusammenbau ergeben, braucht es nachträglich Anpassungen. Um diesen Vorgang zu beschleunigen, haben Forschende der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) einen interaktiven Algorithmus entwickelt, der das Design automatisch den baulichen Erfordernissen anpasst.

Eine Form lässt sich mit spezieller Software als Gitternetz darstellen, bei der miteinander verknüpfte Segmente so zusammengefügt sind, dass sie den geometrischen Rahmen festlegen. «Wenn diese Software mit unserem Tool ergänzt wird, erhält der Anwender eine unmittelbare visuelle Rückmeldung zu den baulichen Einschränkungen bei einer komplexen Vernetzung. Dadurch lässt sich in der Design-Phase viel Zeit sparen», erklärt Mark Pauly, Leiter des Labors für grafische und geometrische Informatik der EPFL.

Die Architektin oder der Architekt kann dabei mit Hilfe der Maus die auf das Gitter ausgeübten Kräfte festlegen – zum Beispiel die auf eine Fassade aus Glasplatten wirkenden Kräfte – und der Algorithmus verändert die Geometrie entsprechend. Dem Werkzeug sind allerdings Grenzen gesetzt, wie Mark Pauly erläutert: «Der Anwender muss das Szenario seines Designs an das Tool anpassen, insbesondere die geometrischen Elemente und Materialien, damit es von unserem mathematischen Modell beschrieben werden kann.» Das Forscherteam möchte den Algorithmus mittelfristig in die gängigen Architekturprogramme integrieren. *Aurélie Coulon*

B. Deng et al.: Interactive Design Exploration for Constrained Meshes. Computer-Aided Design. 2015

## Fotovoltaische Bakterien

Elektrizität produzieren mit Hilfe einer Kolonie von Cyanobakterien: Dies gelang einem Forscherteam an der Universität Cambridge, zu dem dank eines Mobilitäts-Stipendiums des SNF auch der Zürcher Physiker Thomas Müller gehört. Die Vorrichtung entwickelt eine Leistung von 100 Milliwatt pro Quadratmeter, was im Vergleich zu gängigen Solarzellen eher bescheiden ist, aber auf dem Gebiet der biologischen Solarzellen, das noch in den Kinderschuhen steckt, einen Rekord darstellt.

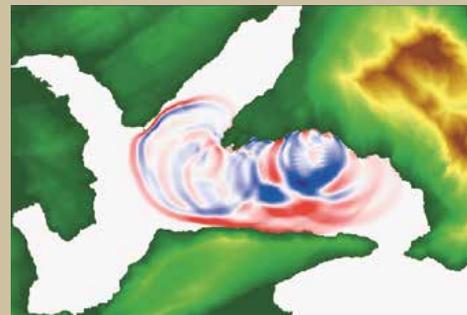
Die zur Fotosynthese fähigen Bakterien der Gattung *Synechocystis* wurden direkt auf die Oberfläche einer Elektrode aufgetragen, welche die bei Licht produzierten Elektronen sammelt. Abgesehen von einer sehr speziellen Legierung für die Anode und Platin für die Kathode braucht es für die experimentelle Vorrichtung keinerlei weitere Zutaten als Mikroorganismen, Wasser und Salz.

«Im Gegensatz zu konventionellen Modulen haben die biologischen Solarzellen den Vorteil, dass sie leicht verfügbar sind und sich überdies im Fall einer Beschädigung selbst reparieren können», erklärt Thomas Müller. Das System nimmt ein kleineres Volumen ein als ein Wassertropfen. Es braucht deshalb nur wenige Zellen und produziert eine leicht messbare elektrische Leistung. «Diese Arbeit eröffnet neue Perspektiven», ist der Molekularbiologe Jean-David Rochaix, Honorarprofessor an der Universität Genf, überzeugt. «Vor allem, um rasch photosynthetisierende Mikroorganismen aufzuspüren, die interessante fotochemische Eigenschaften aufweisen.» *Anton Vos*

P. Bombelli et al.: A High Power-Density, Mediator-Free, Microfluidic Biophotovoltaic Device for Cyanobacterial Cells. Advanced Energy Materials. 2015



Eine Vision: Biologische Solarzellen liefern von der Meeresoberfläche aus Strom.



Drei Meter hohe Wellen breiten sich eine Minute nach dem Erdbeben von Weggis 1601 aus.

## Tsunami im Vierwaldstättersee

Meterhohe Monsterwellen sind nicht nur ein Phänomen der Weltmeere: sie können auch in den kleinen Schweizer Seen auftreten. Forscher konnten nun anhand des Vierwaldstättersees zeigen, wie das funktioniert. Demnach lauert die Gefahr unter der Wasseroberfläche. Es sind steile, sedimentbeladene Abhänge. Von ihnen können sich bei einem Erdbeben grössere Massen an Schlamm lösen und tiefer ins Seebecken rutschen. Die Wassermassen, die dabei umgewälzt werden, können an der Oberfläche bis zu zehn Meter hohe Wellen auslösen.

«In der Vergangenheit gab es am Vierwaldstättersee immer wieder Flutwellen aufgrund unterseeischer Rutschungen», erklärt Michael Hilbe, Geologe an der Universität Bern. Zum letzten Mal war das im 17. Jahrhundert in grösserem Massstab der Fall. Hilbe hat aufgrund von historischen und geologischen Daten mit einem Computermodell das Ausmass dieser Flutwellen simuliert.

Das Fazit: «Dort, wo das Ufer flach ist, kann sich das Wasser bis zu mehrere hundert Meter landeinwärts ergiessen», sagt Hilbe. Das ist beispielsweise für die Ortschaften Buochs, Ennetbürgen und Brunnen überliefert. Tsunamis gibt es nicht nur in der Zentralschweiz. Hilbe und seine Kollegen haben kürzlich herausgefunden, dass es auch im Genfersee während der letzten 4000 Jahre zu mindestens sechs Tsunamis gekommen ist.

Im schlechtesten Fall beträgt die Zeit zwischen Rutschung und Eintreffen des Tsunamis nur eine Minute. Die Vorwarnzeit ist also äusserst kurz. Glücklicherweise kehrt ein solches Ereignis wohl nur alle 1000 bis 2000 Jahre wieder. Trotzdem wollen die Forscher nun in einem nächsten Schritt den Vierwaldstättersee systematisch analysieren und herausfinden, wo der nächste Tsunami zuschlagen könnte. *Atlant Bieri*

M. Hilbe et al.: Mass Movement-Induced Tsunami Hazard on Perialpine Lake Lucerne (Switzerland): Scenarios and Numerical Experiments. Pure and Applied Geophysics. 2015

# Soar, die Schweizer Raumfähre

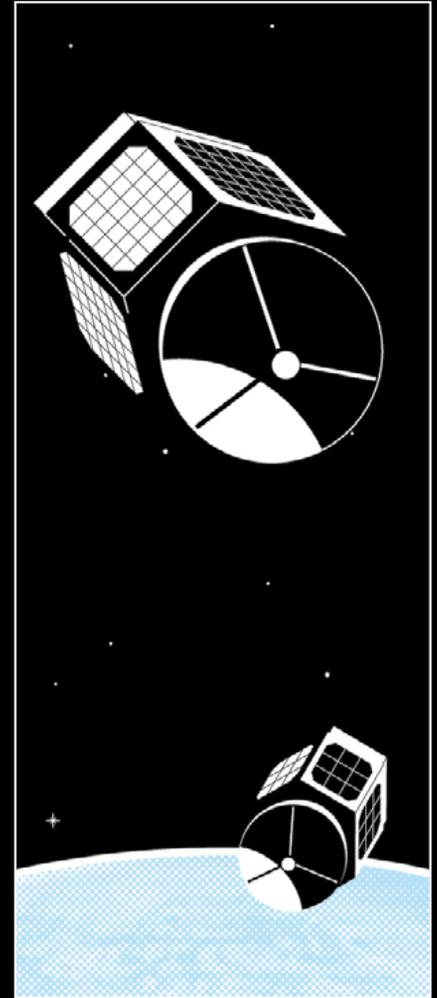
Von Benjamin Bollmann, Illustration Francesco Muzzi



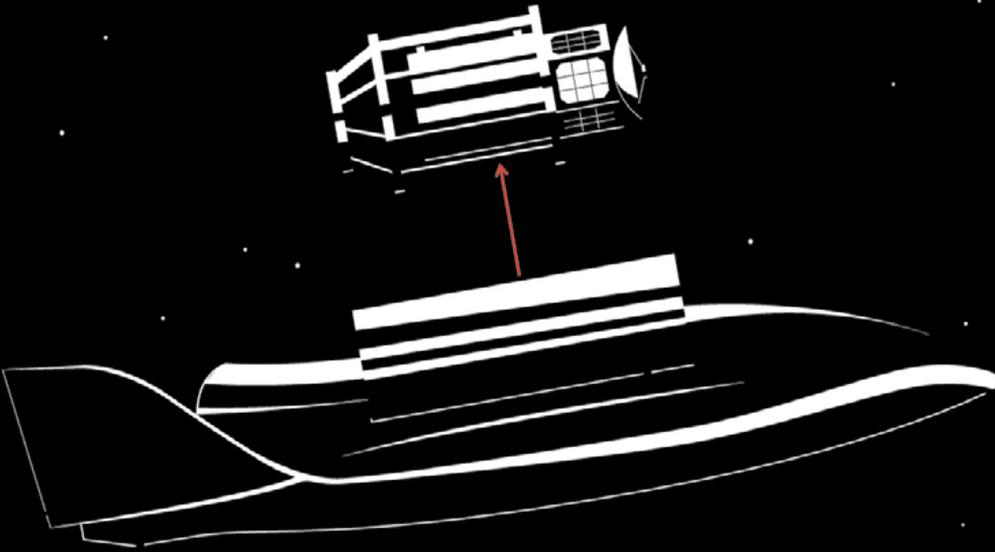
**1** Swiss Space System (S3) entwickelt ein Raumschiff, das kleine Satelliten in den Orbit bringen kann. Vom Boden aus ferngesteuert löst sich das Raumschiff mit dem Namen Soar in 10 000 Meter Höhe vom Rücken des Airbus. Die ersten kommerziellen Flüge sind für 2018 vorgesehen. Das 2012 in Payerne (VD) gegründete Unternehmen vereinigt in seinem Flugobjekt Technologien von rund zwanzig internationalen Partnern. Der Börsengang ist für 2015 vorgesehen.



**2** Die Schweizer Raumfähre misst rund 15 mal 10 Meter. Sie erreicht eine Geschwindigkeit von 7 600 km/h und mit 80 Kilometern eine Höhe, in der Einflüsse der Atmosphäre vernachlässigbar sind. Angetrieben wird sie durch eine modifizierte Version des russischen Triebwerks NK-39, das in ähnlicher Ausführung für die dritte Stufe der Sojus-Trägerrakete entwickelt wurde. Der französische Konzern Dassault Aviation wird die Kontrollanlage am Boden liefern. Diese basiert auf dem Steuerungssystem für die Tarn-Kampfdrohne Neuron dieses Unternehmens.

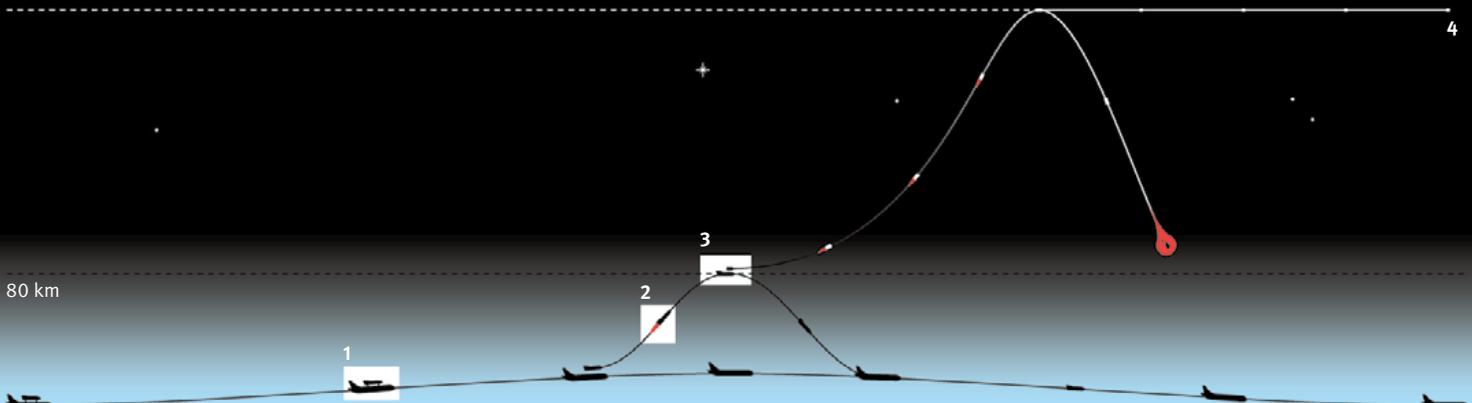


**4** S3 hat in erster Linie den sich schnell entwickelnden Markt kleiner Satelliten im Visier. Solche Satelliten werden für Klimabeobachtungen, die Erforschung der Mikrogravitation, den Internetzugang oder die Überwachung landwirtschaftlicher Kulturen eingesetzt. Das Schweizer Unternehmen möchte im nächsten Jahrzehnt in den bemannten Raumflug einsteigen, indem es die Raumfähre mit einer Druckkabine für acht Personen ausstattet. Langfristig sind ultraschnelle Interkontinentalflüge das Ziel.



**3** Mit einer dritten Stufe bringt Soar die Satelliten auf eine tiefe Erdumlaufbahn in maximal 700 Kilometer Höhe. Dieses Element des S3-Systems verglüht beim Wiedereintritt in die Atmosphäre, sodass kein Weltraumschrott entsteht. Das

Raumschiff selbst gleitet zurück zur Basis, von wo es zu weiteren Missionen starten kann. Die Form ist an die europäische Raumfähre Hermes angelehnt, ein Projekt, das 1992 aufgegeben wurde.



# Die wissenschaftliche Verantwortung wahrnehmen

Von *Thierry Courvoisier*

200 Jahre – so alt ist die Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT). Das Jubiläum soll Anlass dazu sein, die Wissenschaft in der ganzen Schweiz zu feiern (S. 25). Gleichzeitig bietet es die Chance, die Rolle unserer Akademie in der Landschaft der wissenschaftlichen Institutionen der Schweiz und Europas hervorzuheben.



SCNAT

Die SCNAT ist eine Vereinigung wissenschaftlicher Organisationen, die gesamtschweizerisch und kantonal aktiv sind. Ausserdem ist ein Grossteil der Personen, die in der Schweiz in Forschung und Lehre tätig sind, Mitglied der Akademie. Diese breite Basis verschafft uns Zugang zu hochkarä-

tigen Spezialistinnen und Spezialisten in vielfältigen Disziplinen und sorgt für eine weltweit einzigartige Verankerung in der Gesellschaft.

Bei der Gründung im Jahr 1815 hiess unsere Akademie noch Schweizerische Naturforschende Gesellschaft. Der Grundgedanke bestand in einer Annäherung zwischen der Genfer Gesellschaft für Physik und Naturgeschichte und der schweizerischen Wissenschaftsgemeinschaft. Das Ziel war, diese Gemeinschaft auf wertvolle Weise zu bereichern – damals, als Genf gerade der Schweiz beitrat und gleich zur grössten Stadt des Landes wurde. Diese Gründung erfolgte in einem komplexen Umfeld, das vom Ende der Napoleonischen Kriege und dem beginnenden Restaurationszeitalter in Europa geprägt war.

Artikel 1 der Statuten dieser Institution hielt folgendes fest: «Der Zweck der Gesellschaft ist: Die Beförderung der Kenntnis der Natur überhaupt und der vaterländischen insbesondere; die Ausbreitung und Anwendung derselben

zum wahren Nutzen des Vaterlandes.» Diese Formulierung mag heute veraltet erscheinen, im Geiste ist sie jedoch bemerkenswert nahe an unserem Verständnis der aktuellen Rolle unserer Akademie. Unser Hauptziel besteht nämlich darin, der breiten Gesellschaft im Allgemeinen und der politischen Welt im Besonderen Wissen und ein gewisses Verständnis der Wissenschaftskultur zu vermitteln. Diese Annäherung ist zentral geworden, denn nur so können Entscheidungen, die unser künftiges Umfeld prägen, gut informiert und überlegt getroffen werden.

Wir verfolgen heute dieses Ziel, indem wir das verfügbare Wissen über gesellschaftlich relevante Themen wie Energie, Klima, Gentechnologie oder Biodiversität zusammentragen und in Form von Berichten oder Factsheets bereitstellen. Die Ergebnisse dieser Arbeit machen wir im Parlament, in der Bundesverwaltung oder in der Öffentlichkeit bekannt.

In der Wissenschaftsgemeinde nimmt die Akademie die Rolle der gesamtschweizerischen Koordination wahr, beispielsweise durch das Verfassen von Roadmaps in investitionsintensiven Bereichen. Sie bietet einen Rahmen zur Vertretung der verschiedenen Disziplinen auf internationaler Ebene und beteiligt sich aktiv an den Bemühungen zur Annäherung von Wissenschaft und Politik in Europa.

Faszinierend sind die Parallelen unserer Arbeit mit grossen nationalen Akademien in anderen Ländern wie der Royal Society in Grossbritannien oder der Leopoldina in Deutschland und die Feststellung, dass unsere Ergebnisse in der ganzen Welt anerkannt sind.

Durch die Teilhabe am Leben der Akademie können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ihre Verantwortung in der sich wandelnden Gesellschaft wahrnehmen und ihre berufliche Erfahrung bereichern.

Thierry Courvoisier ist Präsident der Akademien der Wissenschaften Schweiz und Professor für Astrophysik an der Universität Genf.

18. Juni

## Das Stromnetz der Zukunft

Podiumsdiskussion über die Schweizer Netzstrategie im internationalen Kontext  
[ETH Zürich](#)

23. Juni

## Ehe und Partnerschaft

Interdisziplinäre Tagung der Schweizerischen Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften zur Zukunft des Familienrechts  
[Universität Bern](#)

25. August

## Industry Day

Führende Forscher diskutieren aktuelle Forschungstrends aus den Bereichen Sensorik, Robotik, Systembiologie und personalisierte Medizin  
[ETH Zürich](#)

23. bis 24. September

## ScienceComm in Solothurn

Die Akteure der Wissenschaftskommunikation der Schweiz treffen sich zum Jahreskongress  
[Landhaus Solothurn](#)

23. September

## Advanced Researchers Day

Der SNF informiert fortgeschrittene Forschende aus der ganzen Schweiz über Fördermöglichkeiten  
[Schweizerischer Nationalfonds, Bern](#)

Bis 29. November

## Die Welt der Emotionen

Ausstellung zusammen mit dem NFS «Affektive Wissenschaften»  
[Naturhistorisches Museum Neuenburg](#)

Bis 4. April 2016

## Ausstellung über Exoplaneten

20 Jahre nach der Entdeckung des ersten Exoplaneten sind diese ein Ausstellungsthema  
[Naturhistorisches Museum Genf](#)

## Medizinisches Berufsgeheimnis unter Druck

Der Absturz des Germanwings-Airbusses im März 2015 verliert der in verschiedenen Kantonen laufenden Diskussion über die ärztliche Meldepflicht zusätzliche Aktualität. Zur Diskussion stehen Gesetzesbestimmungen, die Ärzte verpflichten, Befunde über potenzielle Gefährlichkeit oder allgemein über Körperverletzungen der Patienten den Behörden weiterzugeben. Die Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften SAMW und die Verbindung der Schweizer Ärztinnen und Ärzte FMH halten in einer gemeinsamen Stellungnahme fest, dass eine Aufweichung des Berufsgeheimnisses weder notwendig noch sinnvoll ist und im Widerspruch zu den berufsethischen Prinzipien steht. Die bisher geltenden gesetzlichen Regelungen erlauben es bereits heute, in Ausnahmesituationen den notwendigen Beitrag zur Sicherheit zu leisten.



Image Point Fr/Shutterstock

## Fast 60 Gesuche für OAPEN

Am 15. April 2015 ist die erste Eingabefrist des Pilotprojekts für Open-Access-Buchpublikationen OAPEN-CH abgelaufen. Zehn Verlage haben knapp 60 Gesuche eingereicht. Der SNF informiert die Verlage im Juni über die ausgewählten Buchpublikationen. Diese sollen im Herbst 2015 veröffentlicht werden.

## Der SNF setzt im Mehrjahresprogramm vier Prioritäten

Mit seinem Mehrjahresprogramm 2017 bis 2020 antwortet der SNF auf die Herausforderungen für den Forschungsplatz Schweiz. Er reagiert damit auf den raschen Wandel in der Wissenschaft, also auf die fortschreitende Digitalisierung und Internationalisierung sowie erhöhte Transparenzansprüche. Hinzu kommt die auch im Parlament diskutierte Frage, wie der wissenschaftliche Nachwuchs in der Schweiz gestärkt werden kann. Der SNF setzt darum folgende vier Prioritäten: Exzellenz und Internationalität in Forschung

und Evaluation; frühe Unabhängigkeit in der Karriere von Nachwuchsforschenden; Beitrag zu Wissenstransfer und Innovation sowie Schwerpunkt-Initiativen in ausgewählten Forschungsgebieten.  
www.snf.ch/mjp

## An Horizon 2020 teilnehmen

Euresearch erklärt am 16. Juni in Bern, wie Forschende in der Schweiz an Horizon 2020 teilnehmen können. Der Informationstag soll Unsicherheiten beseitigen, die durch das Ja zur Masseneinwanderungsinitiative entstanden sind. Info: [www.euresearch.ch/h2020wecandoit](http://www.euresearch.ch/h2020wecandoit)

## Aus Agglomerationen sollten Städte werden

Das Nationale Forschungsprogramm «Neue urbane Qualität» (NFP 65) wurde Ende Mai 2015 abgeschlossen. Die Resultate zeigen Wege auf, um die stadtgewordenen Quartiere und Ortsteile in den Agglomerationen umzubauen. Bereits seit März abgeschlossen ist das NFP 62 «Intelligente Materialien». Seine Besonderheit: eine Zusammenarbeit mit der Kommission für Technologie und Innovation, um den Technologietransfer zu fördern. Das Ergebnis sind 174 wissenschaftliche Artikel, 23 Industrieprojekte, 12 Patente und zwei Start-ups.



Valérie Chételat

## Horizonte: In eigener Sache

Seit Anfang Jahr verantwortet ein neues Team die Wissenschaftskommunikation des Schweizerischen Nationalfonds und damit die Redaktion von «Horizonte». Neuer Leiter und Chefredaktor ist Daniel Saraga (41). Der promovierte Physiker leitete zuvor das Wissenschaftsmagazin «Technologist». Seit Februar im Team ist der promovierte Biochemiker und ehemalige freie Wissenschaftsjournalist Florian Fisch (37). Pascale Hofmeier (36), Journalistin mit zehn Jahren Erfahrung, ist seit April für den SNF tätig.

### Horizonte

Das Schweizer Forschungsmagazin erscheint viermal jährlich auf Deutsch und Französisch.  
27. Jahrgang, Nr. 105, Juni 2015  
[www.snf.ch/horizonte](http://www.snf.ch/horizonte)

### Herausgeber

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

Akademien der Wissenschaften Schweiz  
Generalsekretariat  
Hirschengraben 11  
CH-3001 Bern  
Tel. 031 313 14 40  
[info@akademien-schweiz.ch](mailto:info@akademien-schweiz.ch)

### Redaktion

Daniel Saraga (dsa), Leitung  
Florian Fisch (ff)  
Pascale Hofmeier (hpa)  
Mirko Bischofberger (mb)  
Marcel Falk (mf)  
Valentin Amrhein (va)

### Gestaltung und Bildredaktion

2. stock süd netthoewel & gaberthüel,  
Valérie Chételat  
Illustration Editorial: Gregory Gilbert-Lodge

### Übersetzung

Weber Übersetzungen, Roland Fischer,  
Catherine Arber, Jessica Schmid

### Korrektorat

Anita Pfenninger

### Druck und Litho

Stämpfli AG, Bern und Zürich  
klimaneutral gedruckt, [myclimate.org](http://myclimate.org)  
Papier: Refutura FSC, Recycling, matt  
Typografie: FF Meta, Greta Text Std

### Auflage

39 600 deutsch, 17 600 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 Artikel geben nicht die Meinung der beiden Herausgeber SNF und Akademien wieder. Die präsentierten Forschungsprojekte werden in aller Regel vom SNF unterstützt.

### Der SNF

Der SNF fördert im Auftrag des Bundes die Grundlagenforschung und unterstützt jährlich mit rund 800 Millionen Franken über 3400 Projekte, an denen 14 000 Forschende beteiligt sind. Er ist damit die wichtigste Schweizer Institution zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

### 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.

«Es ist keine Tragödie,  
wenn man ein paar Plätze  
im Ranking verliert.»

Antonio Loprieno Seite 29

«Selbstorganisation ist überall.»

Rita Tóth Seite 46



**Diese Stele hat ein Mann im alten Ägypten von seinem Bruder erhalten. Die Nachricht hat mehrere tausend Jahre überdauert, ihr Sinn ist aber nur noch Experten verständlich.**

Bild: Keystone/Heritage Images/Ann Ronan Pictures

«In der griechischen Politik  
besteht eine Tendenz  
der leeren Versprechen.»

Yannis Papadopoulos Seite 40