

## Wissenschaft, öffne dich! ..... 10

Die Forscherin im  
Männergefängnis ... 30

Ukraine: Ein Staat auf  
Identitätssuche ..... 32

Eine Milliarde für den  
Quanten-Traum ..... 43

Arbeit und Familie:  
Forschende  
berichten  
Seite 25

## Inspiration aus der Privatwirtschaft

Die Probleme der Wissenschaft sind bekannt: Das System ermutigt Forschende, möglichst rasch und viel zu veröffentlichen, nicht aber, die Erkenntnisse anderer zu verifizieren; Ideen und Methoden geheim zu halten, um als erste zu publizieren; unerwünschte Ergebnisse nicht mitzuteilen; keine Fehler einzugestehen; kleine Abweichungen von der guten Praxis zu verbergen.

Open Science möchte diese Probleme lösen. Indem Publikationen und Daten, unbearbeitete Ergebnisse und Laborjournale, Protokolle und Instrumente frei zugänglich sind. Und indem alle zusammenarbeiten, Forschende und Laien, Industrie und Aktivisten. Geeignete Werkzeuge stehen bereit, hauptsächlich über das Internet. Doch das entsprechende Verhalten stellt sich nur zögerlich ein: Die Wissenschaft blieb bisher von den Umwälzungen durch das Internet weitgehend verschont, im Gegensatz zu Arbeitsmarkt, Handel, Musik oder Reisen. Die Ironie: Ursprünglich wurde das Web am Cern entwickelt, um die von den Teilchenbeschleunigern produzierten Daten zu teilen. Ein Paradebeispiel von Open Data, das auch drei Jahrzehnte später die Ausnahme und nicht die Regel ist.

Trotz ihrer Freiheit entwickelt sich die Wissenschaft langsam. Weil sie dezentralisiert sei, meint der Ökonom Sascha Friesike, aber auch, weil es für ihre Produkte (die Erkenntnisse) keinen wirklichen Markt gebe: Ihr Wert wird intern festgelegt, durch etablierte Experten, die kein Interesse an Veränderungen haben. Im Gegensatz dazu ist ein Unternehmen gezwungen, sich den externen Anforderungen der Kunden anzupassen. Durch seine Unabhängigkeit kann es rasch reagieren und in die notwendigen Technologien investieren.

In der Wissenschaft gibt die akademische Gemeinschaft, eine Art öffentlicher Dienst, den Ton an. Aber es waren Forschende des pharmazeutischen Unternehmens Amgen, die 2014 die Debatte zur Reproduzierbarkeit neu entfachten, nachdem es ihnen nicht gelang, bereits publizierte Ergebnisse zu bestätigen. Und es ist die private Stiftung Wellcome Trust, die ihre eigene Fachzeitschrift ins Leben gerufen hat, um unter ihrer Ägide gewonnene Ergebnisse frei zugänglich zu machen. Vielleicht mangelt es der Privatwirtschaft an Weitsicht. Doch sie verlangt zuverlässige Ergebnisse und reagiert umgehend, wenn es ihr notwendig scheint. Die Wissenschaft sollte sich davon inspirieren lassen.



Daniel Saraga, Chefredaktor

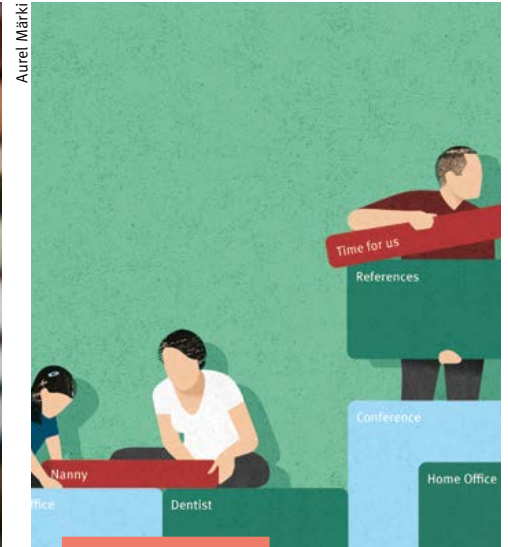


# horizonte





Schwerpunkt Open Science



Wissen und Politik

## 10 Öffnung: eine Bedienungsanleitung

Alle reden über Open Science. Was das heisst, darüber sind sie sich nicht einig.

- 12 **Der Aufruf**  
Transparenz soll die Probleme der Wissenschaft lösen.
- 13 **Die Zutaten**  
Die Zugänge zur neuen Wissenschaftskultur.
- 14 **Die Macher**  
Vier Forschende zeigen, wie es geht.
- 17 **Die Herausforderung**  
Eine neue Arbeitskultur etablieren.
- 21 **Der Weg**  
Die Forschenden werden die Vorteile erkennen, sagt Martin Vetterli.

- 24 **Leidenschaftlicher Jungphysiker**  
Chenkai Mao findet Physik einfach und schön. Der 19-Jährige hat die Physikolympiade in Zürich gewonnen.
- 25 **Akademiker und Eltern**  
Kreativität und gute Nerven brauchen Schweizer Forschende, um Beruf und Familie zu koordinieren.
- 29 **Ungeliebte Rohstoffbranche**  
Wie die Rohstoffbranche gerechter werden könnte, skizziert Rechtsanwältin Elisabeth Bürgi Bonanomi im Interview.



# 32

Keystone/AP Photo/Efrem Lukatsky



Kultur und Gesellschaft

## 32 **Ukraine: Ein Land auf Identitätssuche**

In der Ukraine gibt es trotz aller Spannungen gemeinsame Werte.

## 34 **Wann ist Schluss mit lustig?**

Klagen gegen Satire sind in der Schweiz selten. Noch seltener sind sie in England, trotz des äusserst bissigen Humors.

## 35 **Mächtige Gerichtsschreiber Schwieriger Alltag nach dem Alkoholentzug Das Chalet ist ein deutscher Importschlager**

### Im Bild

6  
Präzise Waldbetrachtung aus Distanz

### kontrovers

8  
Sind Volluniversitäten noch zeitgemäss?

# 36

Valérie Chételat



Biologie und Medizin

## 36 **Der Gesundheitsmissionar**

Jakob Zinsstag impft Hunde gegen Tollwut, statt Bisse zu behandeln. Seine Mission: One Health.

## 38 **Pilze und Bakterien statt Dünger** Neue Erkenntnisse über das Mikrobiom des Bodens versprechen grössere Ernten.

## 40 **Bauch an Kopf: Ich bin satt** Das Wissen, wie Bauch und Kopf kommunizieren, könnte neue Therapien gegen Fettleibigkeit ermöglichen.

## 41 **Tollwut mit dem Computer bekämpfen Schneller neue Antibiotika bauen Warum extrem Frühgeborene anders sind**

### Vor Ort

30  
Forscherin im Männergefängnis

### Wie funktioniert's?

49  
Zellgewebe aus dem 3D-Drucker

# 42

Lifehand 2, Patrizia Tocci



Umwelt und Technik

## 42 **Die ruckelige Geste**

Prothesen sind grobe Geräte. Amputierte können nun auf neue Ansätze hoffen.

## 43 **Quanten für die Praxis** Wie Schweizer Universitäten in der Quantentechnologie positioniert sind.

## 47 **Made in Afrika** Fliegenlarven revolutionieren die Abfallentsorgung in Grossstädten des Südens.

## 48 **Zuckerspiegel ohne Blutentnahme Barium als Fingerabdruck des Urzeitklimas Wie ein warmer Boden Pflanzen beeinflusst**

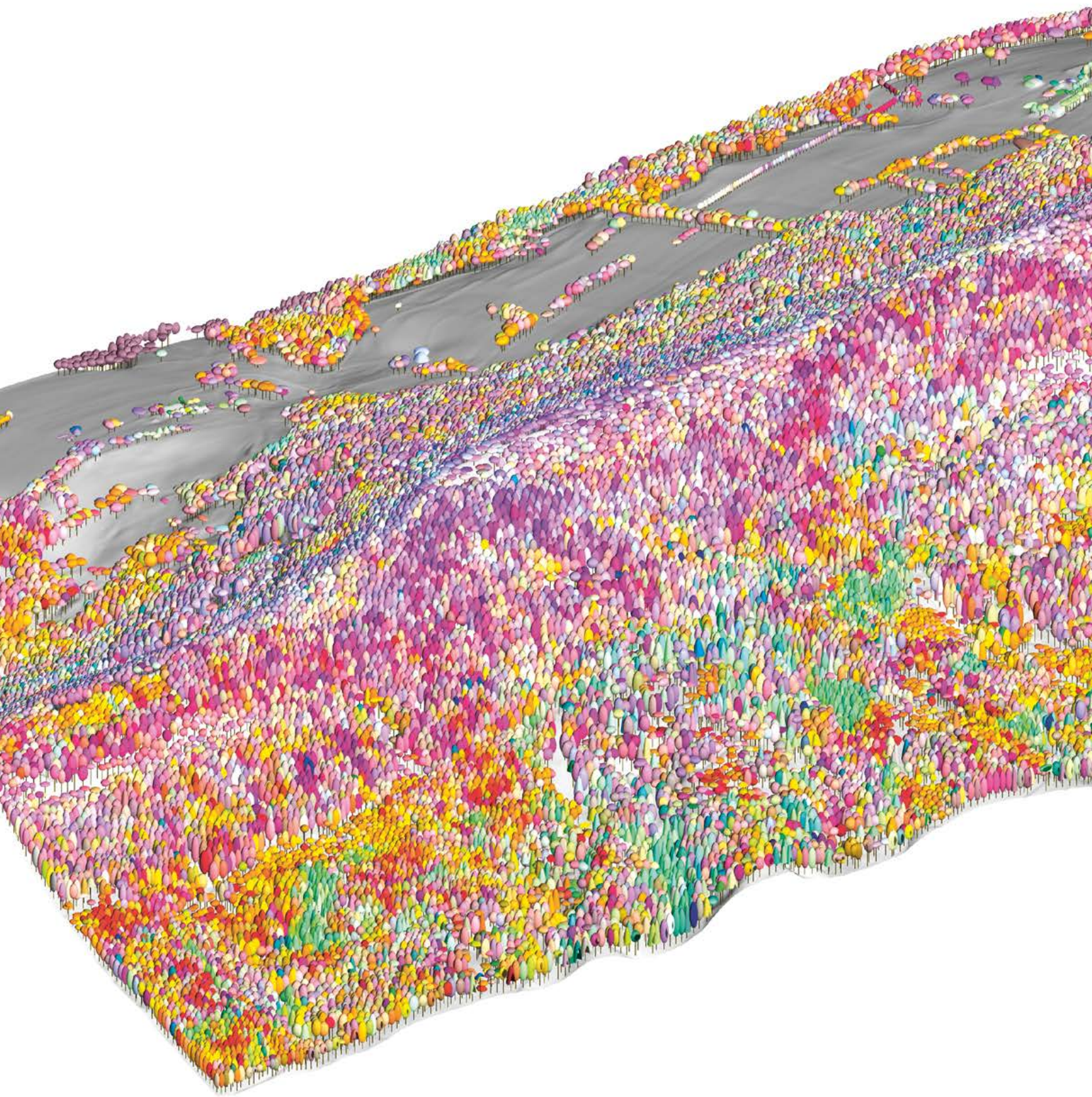
### Aus erster Hand

50  
Vernetztes Wissen für alle

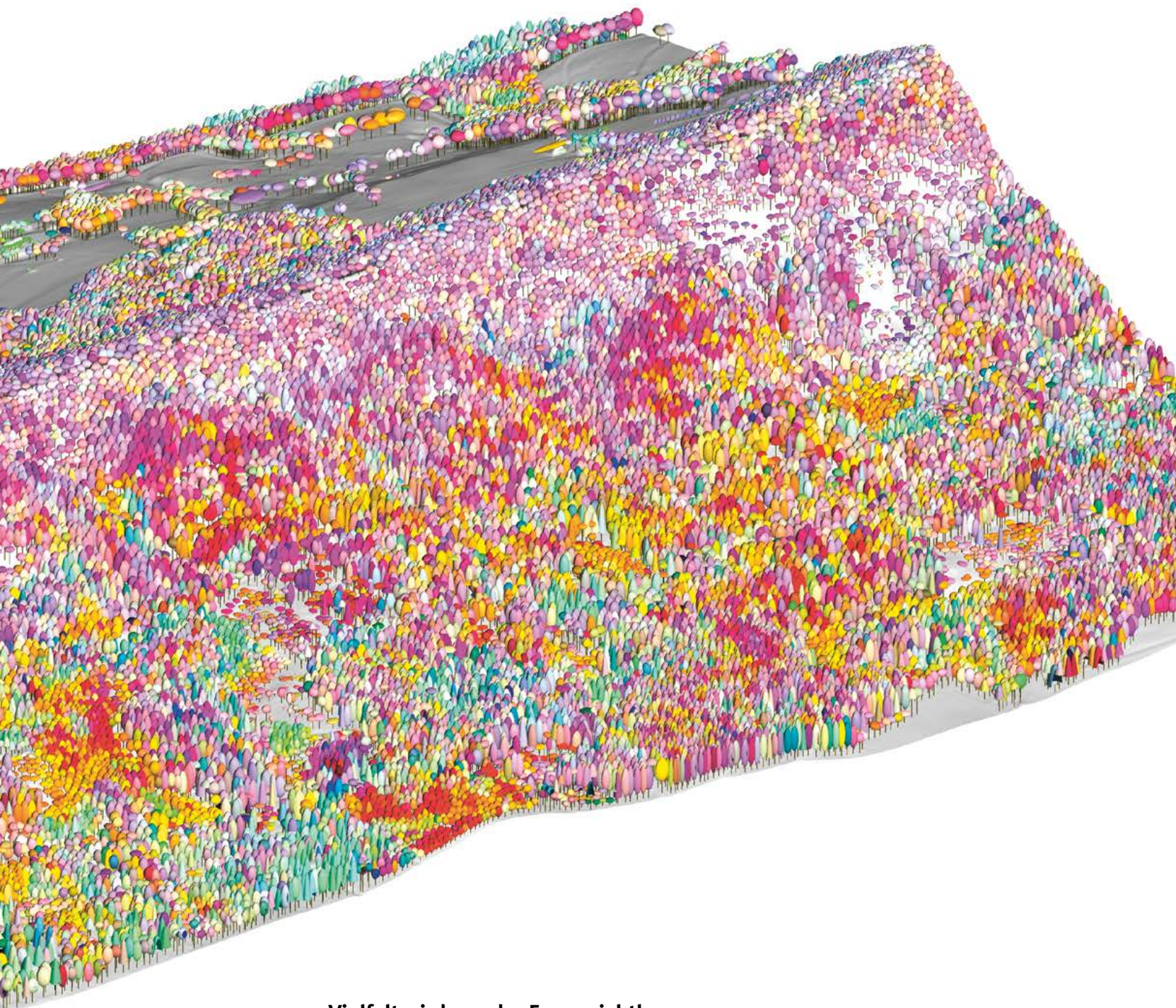
### SNF und Akademien direkt

51  
Die Akademien haben eine neue Direktorin









## Vielfalt wird aus der Ferne sichtbar

Was wirkt wie eine pointillistische Stilübung, zeigt den Wald auf der Lägern bei Baden, bestehend aus 44 000 Baumkronen. Das Bild illustriert die ziemlich grosse Vielfalt an biologischer Aktivität auf dem Gebiet im Juli 2015, wobei beispielsweise Rosarot auf einen hohen Chlorophyllgehalt hindeutet. Mit zwei hochempfindlichen Messgeräten untersucht das Team um den Geografen Michael Schaepman von der Universität Zürich aus dem Flugzeug die Diversität der Vegetation.

Ein Laserscanner (Lidar) tastet die Oberfläche ab und bestimmt Höhe, Dichte und Form sämtlicher Bäume

auf dem 1,5 mal 3 Kilometer grossen Gebiet. Ein abbildendes Spektrometer misst, wie eine Art Kamera, gleichzeitig auf 500 verschiedenen Kanälen sichtbare und unsichtbare Farben. So erfassen die Forschenden in jedem Bildelement von zwei Meter Seitenlänge neben Chlorophyll den Gehalt von 15 weiteren Stoffen wie Zellulose, Wasser und Stickstoff.

Insgesamt sechs Leute arbeiteten fast drei Jahre daran, die Datensätze miteinander zu verbinden und mit den am Boden erhobenen Informationen abzugleichen. Die Lägern ist eines der Testgebiete, auf denen für die Fernerkundung («remote

sensing») hochpräzise Methoden entwickelt werden. Diese sollen grossflächig ausgedehnt werden, um die Veränderung der Biodiversität systematisch zu überwachen. «Wir sind damit in der Lage, die Vielfalt der biologischen Funktionen mit hoher Genauigkeit zu messen», sagt Schaepman. Die Methode soll für Grasland, Regenwald und arktische Tundra erweitert werden: «Unser Fernziel ist, Satelliten mit Messgeräten so auszustatten.» ff

Bild: UZH: Fabian Schneider, Reik Leiterer, Felix Morsdorf, Michael Schaepman



# Sind Volluniversitäten noch zeitgemäss?

Die meisten Schweizer Unis mit Ausnahme der ETHs bieten das gesamte Spektrum der Wissenschaften an. Hat das Zukunft?

Valérie Chételat (Fotomontage)



**Ja** sagt die Unidirektorin Astrid Epiney.

Die Volluniversität ist weder überholt noch unnützlich oder ineffizient. Vielmehr trägt sie der ganz spezifischen Rolle der kantonalen Universitäten im tertiären Bildungssystem der Schweiz Rechnung. Sie leistet einerseits ihren Beitrag zur Bildung der künftigen Akademikerinnen und Akademiker, andererseits trägt sie zur wissenschaftlichen Durchdringung der bedeutenden gesellschaftlichen Fragen bei. So ermöglichen die Universitäten den Erwerb einer grossen Vielfalt von allgemeinem und spezialisiertem Wissen, dies in allen Wissensbereichen und unter Berücksichtigung der jeweils geltenden Methoden, der wissenschaftlichen Vorgehensweise und der Einheit von Lehre und Forschung.

Sie fördern die Entwicklung des unabhängigen und kritischen Denkens, das dazu befähigt, sich mit abstrakten Fragen vertieft auseinanderzusetzen und zur Erneuerung von originärem Wissen sowie zur beruflichen respektive wissenschaftlichen Tätigkeit beizutragen. Dies impliziert auch ein fächerübergreifendes Zusammenarbeiten in Lehre und Forschung. Letztlich geht es darum, dass sowohl die Lehrenden als auch die Studierenden nicht

nur ihren - mehr oder weniger engen - Wissenschaftsbereich pflegen, sondern die Sicht anderer Wissenschaften zur Kenntnis nehmen und sich mit andern Ansätzen auseinandersetzen. So können die wirklich bedeutenden heutigen Herausforderungen - Stichworte sind hier beispielsweise Migration, Digitalisierung und Klimawandel - nur unter Einbezug verschiedener Wissenschaften analysiert und, so die Hoffnung, auch Lösungen zugeführt werden.

«Das Konzept der Volluniversität ist aktueller denn je.»

Astrid Epiney

Die Aufgabe der Universität in diesem Zusammenhang ist die Pflege der interdisziplinären Bezüge - bei den Studierenden soll zumindest das Bewusstsein dafür gefördert werden - sowie die interdisziplinäre Zusammenarbeit im Bereich der Forschung. Die Volluniversität schafft die

besten Bedingungen für die Ausbildung von Nachwuchstalente für Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft, die eben nicht nur Spezialisten sind, sondern mit einem fächerübergreifenden Blick an die sich stellenden Aufgaben herangehen. Dies schliesst im Übrigen nicht aus, an einer Universität gewisse Schwerpunkte zu setzen, die auch zu einer Komplementarität der Aktivitäten der Universitäten führen können und sollten. Ganz abgesehen davon gibt es keine empirische Evidenz, dass «spezialisierte» universitäre Hochschulen grundsätzlich bessere «Leistungen» erbringen.

Das Konzept der Volluniversität ist aktueller denn je. Unsere vornehmste Aufgabe sollte es sein, die Chancen möglichst zu nutzen, die sich im Rahmen der Volluniversität bieten, damit diese ihre Rolle im Dienste der Gesellschaft optimal spielen kann.

Astrid Epiney ist Direktorin der Universität Freiburg und Professorin für Europarecht und Völkerrecht.





# Nein

sagt Patrik Schellenbauer von Avenir Suisse.

Im globalen Massstab ist die Schweiz ein kleines, wirtschaftlich sehr erfolgreiches Land. Diese Prosperität verdankt sie auch einem - gemessen an der Kleinheit des Landes - aussergewöhnlichen Wissens- und Forschungsplatz. Einige unserer Hochschulen erbringen hervorragende Leistungen, die weltweit ausstrahlen. Der Werkplatz und die exportierende Industrie, aber auch der Finanzplatz und die Dienstleistungswirtschaft sind auf die Befruchtung durch den Wissensplatz und seine Ideen angewiesen.

«Die Schweiz sollte sich als ein einziger nationaler Hochschulraum verstehen.»

Patrik Schellenbauer

Doch künftiger Erfolg ist nicht garantiert. Der globale Wettbewerb verschärft sich mit zunehmender Mobilität der begehrten Talente. Auf vielen Gebieten wird Spitzenforschung anspruchsvoller und

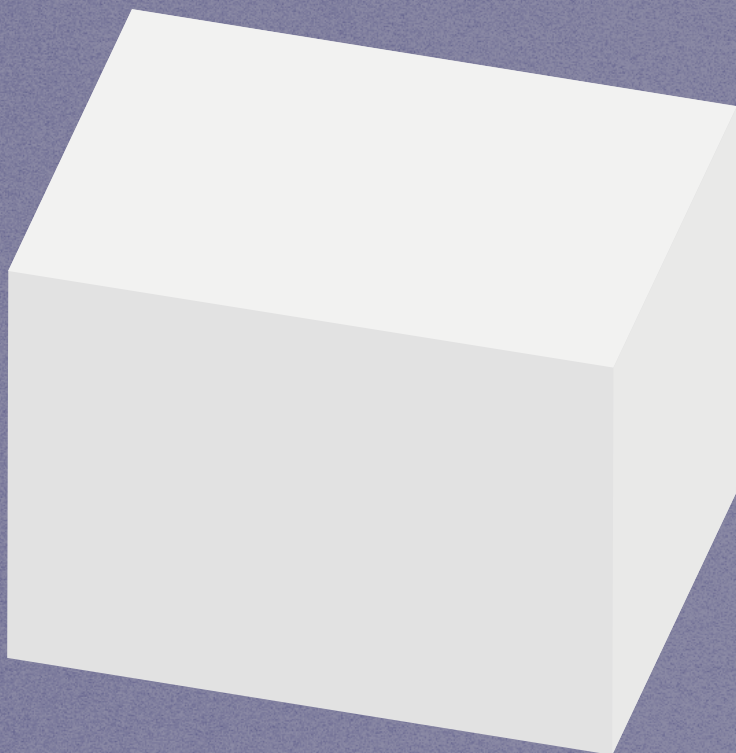
aufwändiger, die kritische Masse der Mittel steigt. Gleichzeitig steht der Bildungs- und Forschungsfranken in Konkurrenz mit anderen Staatsaufgaben. Will die Schweiz ihre Position halten oder ausbauen, muss sie ihre Kräfte auf dem Wissensplatz stärker bündeln als bisher.

Der Kontrast zur Wirklichkeit der Schweizer Hochschulpolitik ist gross. Hier stehen nicht Effizienz oder Exzellenz im Zentrum, sondern allzu oft ein Geflecht regionalpolitischer Anliegen. Statt sich zu fragen, ob die Schweiz wirklich sieben Phil-I-Fakultäten braucht oder eine weitere Wirtschaftsfakultät, setzt man die Energien dafür ein, einen möglichst grossen Teil des öffentlichen Kuchens für die Bildung abzuschneiden und dann «freundeidgenössisch» zu verteilen. Hochschulen werden als eine Art Service public verstanden, die überall im Land ein möglichst komplettes Angebot gewährleisten sollen. Das Hochschulförderungs- und -koordinationsgesetz ist Ausdruck dieser föderalkorporatistischen Grundhaltung, die Verteilung über Effizienz stellt.

Die Schweiz sollte sich aber als ein einziger nationaler Hochschulraum verste-

hen, der im globalen Konzert der Wissensplätze mitspielt. Gefragt ist kein bürokratischer Masterplan, der den Hochschulen Rollen zuweist, sondern mehr Gestaltungsfreiheit für die einzelnen Institutionen. Dazu müssten sie möglichst aus der politischen Einflussnahme befreit werden. Ein möglicher Weg, die Debatte zu entpolitisieren, wäre der Übergang von der heutigen Anbieter- zur Nutzerfinanzierung: beispielsweise über ein staatlich finanziertes Bildungskonto, aus dem Studierende ihr Studium bezahlen. Im so entstehenden Wettbewerb müssten sich die Hochschulen überlegen, welche Studiengänge sie selbst anbieten und wo sie Kooperationen eingehen wollen. Es käme zu einer Spezialisierung und damit zur nötigen Konzentration der Kräfte. Vielleicht gäbe es weiterhin Volluniversitäten, denn die Breite der Disziplinen hat durchaus einen Wert. Wenn nicht, wäre das für die Studierenden kein Unglück, denn in der Schweiz liegen die Universitätsstädte in Pendlerdistanz.

Patrik Schellenbauer ist Stellvertretender Direktor und Chefökonom von Avenir Suisse.



**Wissenschaft,  
öffne dich!**

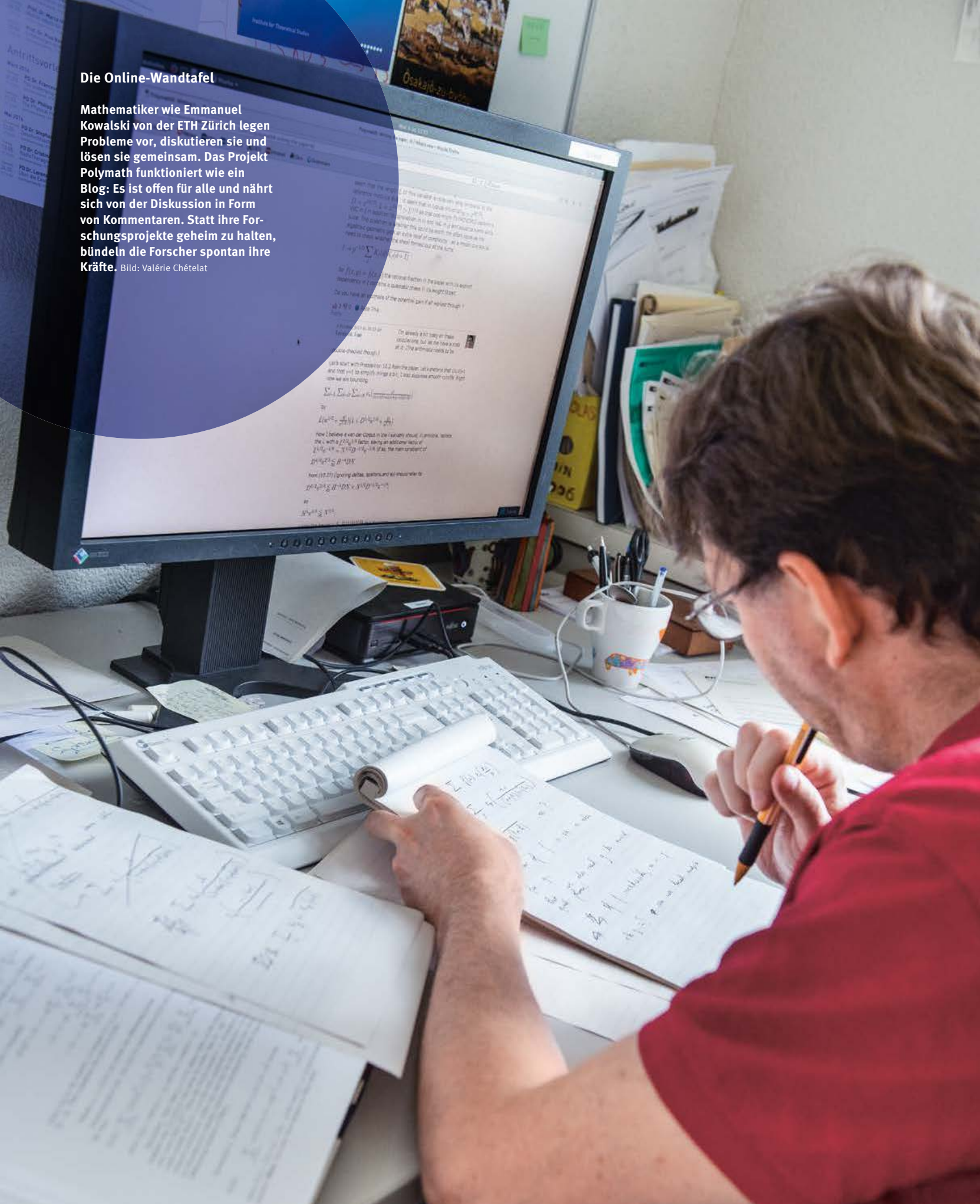


Transparenter und kollaborativer: Die Forschung muss sich neu erfinden. Aber wie?



## Die Online-Wandtafel

Mathematiker wie Emmanuel Kowalski von der ETH Zürich legen Probleme vor, diskutieren sie und lösen sie gemeinsam. Das Projekt Polymath funktioniert wie ein Blog: Es ist offen für alle und nährt sich von der Diskussion in Form von Kommentaren. Statt ihre Forschungsprojekte geheim zu halten, bündeln die Forscher spontan ihre Kräfte. Bild: Valérie Chélat





# Die Barrieren niederreissen

Die Open-Science-Bewegung möchte mehr Forschende dazu bewegen, ihre Daten zu teilen. Das Ziel: Die Wissenschaft effizienter, nützlicher und zuverlässiger zu machen.

Von Daniel Saraga

**Z**urückgezogene Artikel, nicht reproduzierbare Ergebnisse, nicht standardisierte Methoden und Publikationen hinter Bezahlschranken: Die Wissenschaft hat viele Probleme selbst geschaffen (siehe «Fixing Science», Horizonte September 2015). Sie sucht aber auch selbst aktiv nach Lösungen.

Für viele Beobachter verspricht ein neues Paradigma Linderung: Open Science. Die Idee ist, die Barrieren niederzureissen, die die wissenschaftliche Produktionskette behindern - von der Formulierung von Hypothesen bis zur Veröffentlichung der Ergebnisse (siehe «Die Elemente der Open Science», S. 13). Die Schlüsselbegriffe: Teilen und Einbeziehen, Zusammenarbeit und Dezentralisierung, Transparenz. Die Forschungsarbeit soll ganz offengelegt und für alle zugänglich gemacht werden - für Wissenschaftler ebenso wie für Mitglieder der Zivilgesellschaft sowie der Industrie, sogar auch für Informatikprogramme, die aus alten Ergebnissen neue Schlussfolgerungen ziehen können.

## Wissen für alle

Die erste Säule, der Open Access, stellt den Gratis-Zugang zu allen wissenschaftlichen Publikationen sicher. «Selbst wenn die Leute etwas ungeduldig sind, befinden wir uns klar auf dem richtigen Weg», kommentiert Daniël Lakens, Forscher im Bereich Psychologie an der Eindhoven University of Technology und Open-Access-Aktivist. Gemäss einer europäischen Studie von 2014 sind mehr als die Hälfte der seit 2007 veröffentlichten Artikel frei zugänglich. Ungelöst ist nach wie vor die Kostenfrage: Die Lektüre eines Open-Access-Journals mag gratis sein, einen Artikel darin zu veröffentlichen kostet aber durchschnittlich 3000 Euro. Im Gegensatz dazu stellen Preprint-Plattformen wie Arxiv oder SSRN an Fachzeitschriften eingereichte Manuskripte kostenlos zur Verfügung. Die wissenschaftlichen Verlage, die wegen der stän-

dig steigenden Preise in der Kritik stehen, müssen reagieren, weil sie sich mit dem Vorwurf der Piraterie konfrontiert sehen: Auf Internetplattformen werden Kopien von Millionen von Artikeln zur Verfügung gestellt - illegal zwar, aber nach Ansicht mancher legitim.

«Open Data hat im Moment nur einen minimalen Einfluss auf das Ansehen eines Forschers.»

Sascha Friesike

Open Research Data, der zweite Pfeiler der Bewegung, will die Haltung der Wissenschaftsgemeinde gegenüber den Rohdaten ihrer Forschung grundlegend ändern. «Die meisten Forschenden halten die Daten für ihr Eigentum», bemerkt Lakens. Sie konzentrieren sich auf deren Interpretation, um eine klare und prägnante Schlussfolgerung präsentieren zu können. Aber die Primärdaten legen sie nicht im gleichen Zug vor. Somit ist es unmöglich, ihre Interpretationen zu prüfen und die gewählte statistische Analysemethode zu hinterfragen. «Normalerweise werden nur positive Ergebnisse veröffentlicht. Diese Verzerrung durch die Publikation halte ich für das grösste Problem der heutigen Wissenschaft. Abhilfe würde die freie Verfügbarkeit aller Daten schaffen - gerade auch jener Daten, die nicht in der Publikation erscheinen.»

## Anreize schaffen

Die Mehrheit der Forschenden sieht keinen direkten und individuellen Nutzen darin, die eigenen Daten zu teilen. Es braucht Zeit und Ressourcen, und teilweise müssen sie sich die Informatikkompetenzen aneignen. So bleibt Open Research Data oft eine

persönliche Initiative oder eine von oben diktierte Bedingung. «Es ist wichtig, Anreize zu schaffen, weil im Moment Open Data nur einen minimalen Einfluss auf das Ansehen eines Forschers hat», meint Sascha Friesike vom Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft in Berlin, der eine Dissertation über Management und Innovation an der Universität St. Gallen geschrieben hat. Inzwischen ist einiges ins Rollen gekommen, «insbesondere weil verschiedene öffentliche und private Forschungsförderungseinrichtungen die freie Zugänglichkeit der Forschungsdaten fordern», erklärt Lakens.

## Protokolle preisgeben

Daten allein reichen aber nicht: Es müssen auch die Methoden erklärt und Laborprotokolle oder Modifikationen von Messinstrumenten offengelegt werden. Erst dann können andere Forschungsgruppen die Ergebnisse überprüfen und diese reproduzieren oder widerlegen.

Die Open-Science-Bewegung träumt davon, dass die Forschenden Probleme gemeinsam lösen und Laborjournale für alle einsehbar im Internet veröffentlichen. «Die Zusammenarbeit wird immer wichtiger, weil die Wissenschaft immer komplexere Probleme lösen will», betont Friesike. «Statt nur die Anforderungen von manchmal starren Forschungsprogrammen zu erfüllen, sollten die Forschenden ein Interesse daran haben, sich selbst zu organisieren und Aufrufe zur Zusammenarbeit zu lancieren. Das würde einen zusätzlichen Anreiz schaffen, Daten, Methoden und Infrastruktur zu teilen. Andernfalls sind die Forschungskollegen kaum motiviert, zum Projekt beizutragen.»

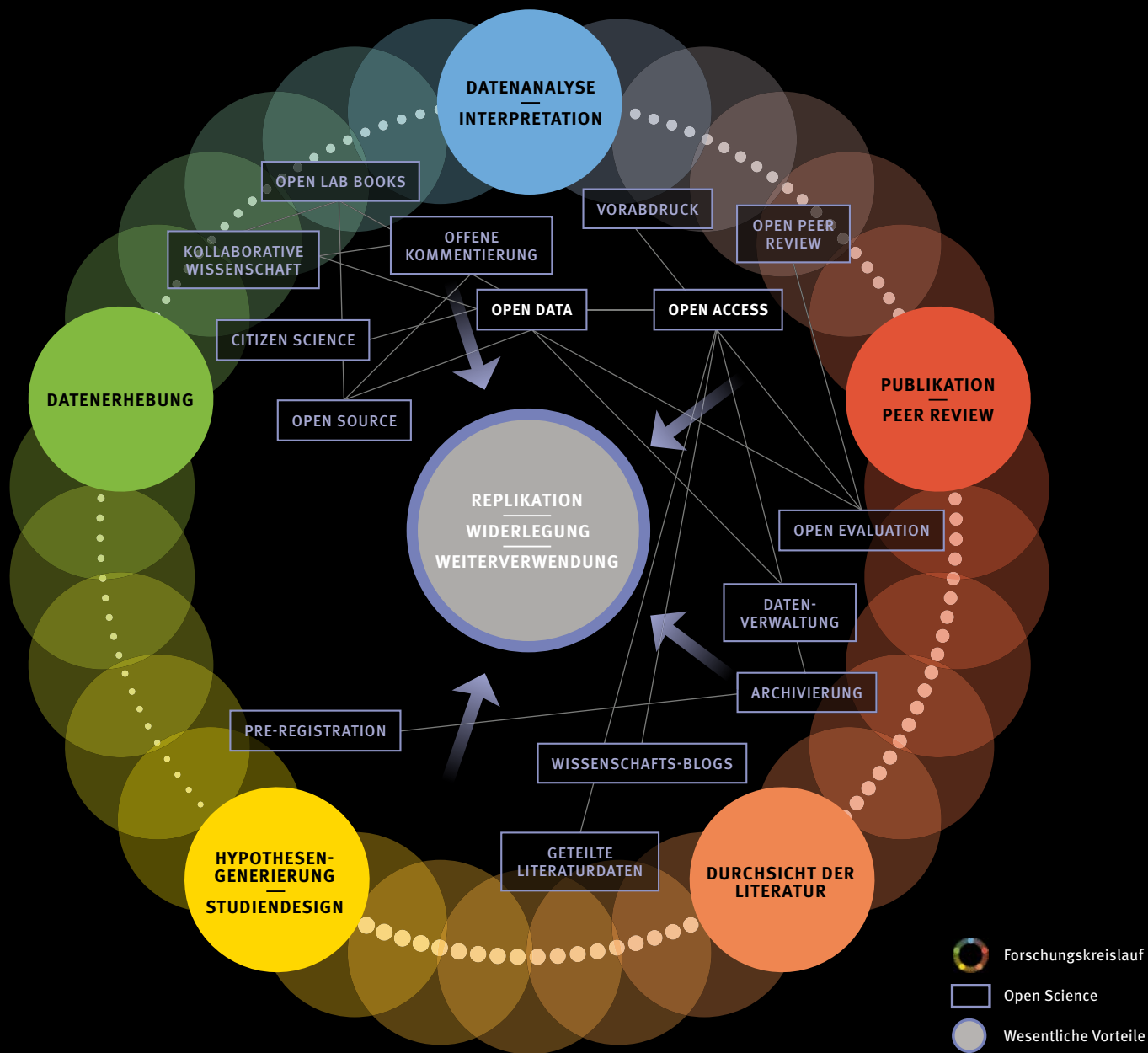
Daniel Saraga ist Chefredaktor von Horizonte.

B. Fecher and S. Friesike: Open Science: One Term, Five Schools of Thought. SSRN (2013)



# Die Elemente der Open Science

Die Basisbewegung hat eine Vielfalt von Begriffen geschaffen. Eine Übersicht.



## Open-Science-Glossar

**Archivierung** ▶ Langzeitspeicherung der Forschungsergebnisse  
**Citizen Science** ▶ Von Nichtwissenschaftlern durchgeführte Forschung  
**Daten-Verwaltung** ▶ Langfristiger Unterhalt von Forschungsdatenbanken  
**Geteilte Literaturdaten** ▶ Teilen der persönlichen Literaturlisten online  
**Kollaborative Wissenschaft** ▶ Kollaborativ Probleme lösen, zum Beispiel auf einem Blog  
**Open Access** ▶ Freier und kostenloser Zugang zu wissenschaftlichen Artikeln  
**Offene Kommentierung** ▶ Forschungsdaten (Genomik, Editionen usw.) werden kommentiert und komplettiert

**Open Data** ▶ Rohdaten aus einer Forschung, die anderen Forschenden zur Verfügung stehen  
**Open Evaluation** ▶ Öffentliche Online-Evaluation eines publizierten Artikels  
**Open Lab Books** ▶ Laborhefte, die online gestellt und öffentlich diskutiert werden  
**Open Peer Review** ▶ Öffentliche, nicht anonyme Peer Review eines Artikels vor seiner Publikation oder im Rahmen einer Evaluation  
**Open Science** ▶ Offene, transparente und kollaborative Wissenschaft  
**Open Source** ▶ Frei wiederverwendbare oder transformierbare Soft- und Hardware  
**Pre-Registration** ▶ Vorzeitige Anknü-

pfung eines Forschungsplans, um A-posteriori-Modifikationen auszuschliessen  
**Replikation** ▶ Reproduktion und Validierung früherer Forschungsergebnisse  
**Vorabdruck** ▶ Vor der offiziellen Publikation veröffentlichte Manuskripte  
**Wissenschafts-Blogs** ▶ Kritische Diskussion von Forschungsergebnissen durch Wissenschaftler und Journalisten  
**Weiterverwendung** ▶ Neues Wissen aus bereits existierenden Forschungsdaten gewinnen  
**Widerlegung** ▶ Nicht erfolgreiche Reproduktion früherer Forschungsergebnisse

## Nützliche Werkzeuge

- Werkzeugliste: [bit.ly/Ho\\_tools](http://bit.ly/Ho_tools), [bit.ly/Ho\\_tools2](http://bit.ly/Ho_tools2)
- Arbeitsablauf der Forschung: [osf.io](http://osf.io)
- Laborhefte: [labguru.org](http://labguru.org); [openwetware.org](http://openwetware.org)
- Kommentierung: [t-pen.org](http://t-pen.org) (Manuskripte), [opencontext.org](http://opencontext.org) (Archäologie), [hypothes.is](http://hypothes.is) (Webseiten)
- Forschungsdaten-Aufbewahrung: [re3data.org](http://re3data.org) (Liste), [datadryad.org](http://datadryad.org), [openresearchdata.ch](http://openresearchdata.ch); [ckan.org](http://ckan.org) (Datenmanagement)
- Aufbewahrung anderer Daten: [figshare](http://figshare.com) (Daten, Grafiken u. Ä.), [github](http://github.com) (Software und Notizen), [zenodo](http://zenodo.org) (Verschiedenes)
- Vorabdruck-Archive: [arxiv.org](http://arxiv.org), [biorxiv.org](http://biorxiv.org), [SSRN.org](http://SSRN.org), [PeerJ.org](http://PeerJ.org) Preprints
- Open Evaluation: [thinklab.org](http://thinklab.org) (Anträge), [ACP Discussion](http://ACP-Discussion.org) (Artikel), [F1000.org](http://F1000.org) (Empfehlungen), [PubPeer](http://PubPeer.org) (Kommentare)



# Die transparenten Wissenschaftler

In den Laboren und im Feld entscheidet sich, wie künftig Wissenschaft betrieben wird. Vier Porträts stellen Forscher vor, die sich für eine offene Wissenschaft einsetzen – jeder auf seine Art.

Von Roland Fischer. Illustrationen: Karoline Schreiber

## Maximale Offenheit ist seine Ideologie

Malte Elson versteht unter Open Science die «maximale Transparenz beim wissenschaftlichen Arbeiten – und zwar in allen Belangen». Die Idee gebe es schon lang, meint der junge Psychologe mit Spezialgebiet Aggressivität und Computerspiele. Nun aber komme eine neue Generation, die «Zugänglichkeit zugänglich machen» möchte – und die sich um die Strukturen kümmert, damit Open Science kein leeres Versprechen bleibt. Elson versteht sich als Teil dieser neuen «nicht nur ideologischen, sondern technologischen» Bewegung. Er hat selbst zwei Webseiten lanciert: [journalreviewer.org](http://journalreviewer.org), eine Sammlung von Erfahrungsberichten über Reviewverfahren, und [flexiblemeasures.com](http://flexiblemeasures.com), wo auf akribische Weise Aggressionsmessungen von andern Forschenden unter die Lupe genommen werden – und die fehlende Standardisierung angeprangert wird.

Elson nutzt vor allem das Open Science Framework, mit dem der Forschungsprozess vollständig dokumentiert werden kann, «von der ersten Idee bis zur Publikation». Das erhöhe die Transparenz des Vorgehens massiv, auch für den Forscher selbst: Er könne Jahre später noch genau nachvollziehen, was er gemacht habe: «Zudem schützt diese sehr reflektierte Art des Forschens auch davor, sich selbst zu täuschen.»



## Das Laborjournal ist offen für alle

Beim Open-Source-Malaria-Projekt ist das Internet gewissermassen Leitmotiv: der Netzwerkcharakter, der offene Fluss der Informationen und die Neuverhandlung von öffentlich gegenüber privat. «Wer auch immer am meisten Arbeit in das Projekt hineinsteckt, wird zum Leader, egal, wo auf der Welt er ist», sagt die Biochemikerin Alice Williamson, die die Initiative zur Entwicklung eines neuen Malaria-Wirkstoffs mit lanciert hat. Sie arbeitet in Sydney, beteiligt sind aber Forscher aus der ganzen Welt, darunter auch ein Software-Spezialist der EPFL.

Alle Forschungsdaten werden unmittelbar offengelegt. Auch die Kommunikation zwischen den Forschern findet «möglichst wenig per E-Mail», sondern vorzugsweise auf Seiten wie Github oder über Twitter statt. So könne Forschung nicht nur transparenter, sondern auch effizienter werden, sagt Williamson. Es sei eine «furchtbare Vergeudung von Forschungsmitteln», wenn verschiedene Labors an denselben Substanzen forschten und alle in der gleichen Sackgasse landeten. Sie organisiert regelmässig Workshops zur Führung von offenen Laborjournalen und merkt da, dass es für den Nachwuchs ganz normal sei, Erfolge wie auch experimentelle Irrwege zu teilen – so wie sie es auch im Privatleben handhaben.





### Seminare finden online statt

Die Deep-Learning-Community erprobt, via Online-Foren Forschungsansätze und -ideen zu diskutieren. Zunächst werden die Inhalte möglichst einfach zugänglich gemacht: «Die Tendenz geht dahin, alles auf dem Preprint-Server Arxiv zu veröffentlichen», sagt Oliver Dürr, Professor an der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW). Der Programmiercode wird meist gleich mitveröffentlicht. Arxiv dient auch als Linkquelle, um die sich allerlei weitere Diskussionsforen scharen.

Sehr populär zum Beispiel ist laut Dürr Reddit, wo in spezialisierten Subforen Artikel verlinkt und kommentiert werden. Und im «Ask me anything»-Forum gibt es regelmässige Fragestunden, für die sich renommierte Kollegen zur Verfügung stellen: Peers reichen Fragen ein, die dann hoch- und runtergewertet werden können. Auch Blogs über Künstliche-Intelligenz-Forschung liest Dürr gern. Sein eigener diene mehr als Tagebuch, um seine Ideen festzuhalten. Manche, wie der von Andrej Karpathy, finden viel mehr Aufmerksamkeit: Die langen Einträge sind mit Reviews vergleichbar, und die Kommentarspalte ist voll mit Nachfragen und Anregungen. So bilden sich laufend neue Diskussionskreise, zu denen prinzipiell jeder Zugang hat – mit oder ohne universitären Abschluss.

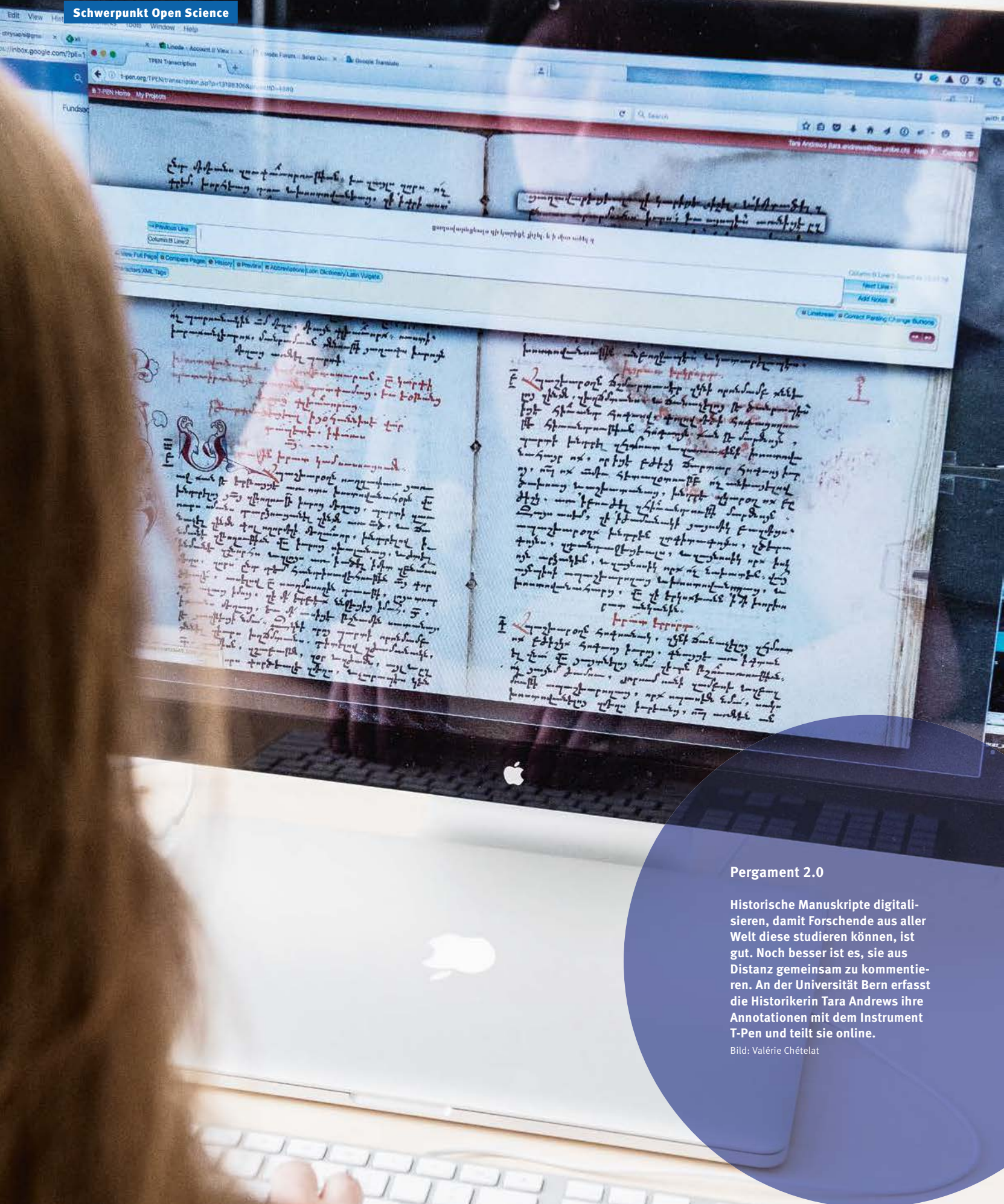
### Gegen Lizenzen kämpfen

Der Roboterforscher Francesco Mondada von der EPFL baut sein Laborequipment selber, und für die Bauteile benutzt er am Computer CAD-Software (Computer Aided Design). Er möchte seine Baupläne der Öffentlichkeit zur Verfügung stellen – das wäre selbstverständlich für ihn. Aber er bleibt im Kleingedruckten hängen: Für den Gebrauch von CAD-Software gibt es spezielle Lizenzen für Bildungsinstitutionen, teure für die Industrie und verschiedene Dateiformate, je nach Lizenz. Und dazu ein Wirrwarr an Bestimmungen, denen man beim Kauf der Software zustimmt – und die kaum je die offene Verbreitung der Dateien vorsehen. Es ist ein wenig, als müsste ein Schriftsteller vor der Publikation Microsoft um Erlaubnis fragen, wenn er seinen Text mit Word geschrieben hat.

Mondada glaubt nicht, dass die Robotik diesbezüglich ein exotisches Feld ist: «Auch Biologen beginnen, 3D-Drucker in ihren Labors zu nutzen, die spezialisierte Software verlangen.» Seit Jahren kämpft er auch für einfachere Regelungen. Es gebe einen «Clash zwischen zwei Vorstellungen der Universität». Das alte Modell beurteile den Transfer in die Industrie von Fall zu Fall; das neue, offenere Modell stehe für einen offenen und unbürokratischen Austausch, nicht nur zwischen Akademikern, sondern auch mit der Industrie.







### Pergament 2.0

Historische Manuskripte digitalisieren, damit Forschende aus aller Welt diese studieren können, ist gut. Noch besser ist es, sie aus Distanz gemeinsam zu kommentieren. An der Universität Bern erfasst die Historikerin Tara Andrews ihre Annotationen mit dem Instrument T-Pen und teilt sie online.

Bild: Valérie Chételat



# Der lange Weg zu Open Science

Viele Forscher finden die neue Wissenschaftskultur gut, zögern aber noch, sich auf offenen Erkenntnisaustausch einzulassen. Mangelnde Kenntnisse im Datenmanagement und die Angst vor Ideenklau sind nur zwei der vielen Gründe. *Von Sven Titz*

**W**issenschaftler legen von Beginn an ihre Studien- und Versuchspläne offen; sie berichten auf Blogs transparent und tagesaktuell über ihre Fortschritte im Labor; später publizieren sie in Open-Access-Zeitschriften, die per Open Peer Review begutachtet wurden. Die Resultate legen sie in für alle Welt einsehbare Datenbanken nieder. Soweit die Utopie der Open Science.

Kommt jetzt die gläserne Forschung? Ganz so einfach entwickeln sich die Dinge wohl nicht. Denn manchmal fehlt das liebe Geld. Manchmal ist niemand in der Lage, eine erforderliche Datenbank anzulegen. Oder Wissenschaftler zögern, ihre Daten offenzulegen, weil sie fürchten, die Konkurrenz könnte die Idee klauen und schneller publizieren.

## Unterschätzter Aufwand

Die Erfolge mit der Offenlegung von Forschungsdaten, die Big Science vorzuweisen vermag - sei es am Kernforschungszentrum Cern, sei es in der Genforschung -, können täuschen. In vielen Bereichen ausserhalb von Grossprojekten bestehen noch starke Hemmnisse. Die Freigabe von Daten zu fordern ist leicht. Doch einzelne Forscher, die nicht die Mittel und Expertise haben, verzweifeln an der Aufgabe. Da Einzelforscher und kleine Gruppen Schwierigkeiten mit der Offenlegung haben, können ihre Daten oft nicht oder nur schwer von anderen Wissenschaftlern genutzt werden. «Vielen fehlt die Zeit und die Kenntnis, um die Daten ausreichend zu dokumentieren und bereitzustellen», sagt Benedikt Fecher. Der Doktorand am Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung

sowie am Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft in Berlin hat die Einstellung der Forscher zu Open Science erkundet.

In den USA und in Europa haben sich die Organisationen zur Forschungsförderung auf die Fahnen geschrieben, die Offenlegung von Daten voranzutreiben. Dazu genügt es aber nicht, Open-Science-Standards zu diktieren. Forscher benötigen auch organisatorische, finanzielle und personelle Unterstützung - wie sie zum Beispiel das Schweizer Kompetenzzentrum Sozialwissenschaften (FORS) leistet. Die Institution hilft bei der Aufbereitung, Dokumentation und Speicherung sozialwissenschaftlicher Forschungsdaten und stellt die nötige Infrastruktur zur Verfügung. Wissenschaftler können sich zum Beispiel in Workshops weiterbilden und für das Datenmanagement auf Online-Tools zugreifen.

«Viele realisieren nicht, dass ihre Daten nach der eigentlichen Arbeit weiterleben können»

Alexandra Stam

In den Naturwissenschaften ist Open Data schon etabliert, doch Sozialwissenschaftler fremdeln noch mit dem Konzept. Das liegt zwar auch daran, dass sie meistens mit personenbezogenen Daten arbeiten, die dem Datenschutz unterliegen - aber nicht nur. Generell seien

Sozialwissenschaftler oft nicht daran gewöhnt, Daten standardisiert zu dokumentieren, benennt Alexandra Stam, Leiterin der FORS-Gruppe «Data Promotion», eines der Probleme: «Viele Forscher realisieren nicht, dass ihre Daten nach der eigentlichen Arbeit weiterleben können.» Auf diese Weise gingen viele potenziell wertvolle Daten und wichtige Details unnötigerweise verloren.

Die Ursachen für die Misere liegen unter anderem in der Ausbildung. Datenmanagement werde im Studium nicht formal gelehrt, sagt die Expertin. Oft würden Forscher es verpassen, die Daten bereits während des Projekts zu dokumentieren. Stattdessen fingen sie erst damit an, wenn sich das Vorhaben dem Ende zuneige.

In manchen Ländern, etwa in den USA und im Vereinigten Königreich, muss ein Plan zum Datenmanagement oft schon mit dem Antrag zur Forschungsförderung erstellt werden. In der Schweiz ist das noch nicht der Fall. Stam hofft, dies werde bald kommen. Darüber hinaus hat es sich als essenziell erwiesen, einmal dokumentierte und offengelegte Daten in dauerhaften Datenbanken zu speichern. Sonst hängt deren Pflege nach Ablauf eines Projekts in der Luft.

## Prinzipiell ja, aber ...

Zu viel Optimismus ist bei Open Data bisher unangebracht - trotz institutioneller Hilfestellung wie durch das FORS. Selbst wenn die Forscher nicht mit der Aufgabe allein gelassen werden, zögern nicht wenige, ihre Daten offenzulegen. Fecher hat in seinen Befragungen in Forscherkreisen eine Diskrepanz festgestellt zwischen

## «Vielen fehlt die Zeit und die Kenntnis, um die Daten ausreichend zu dokumentieren und bereitzustellen.»

Benedikt Fecher

einer allgemein positiven Einstellung zu Open Science und der persönlichen Zurückhaltung, eigene Daten freizugeben.

Oft hemmt die Angst vor Ideendiebstahl die Forscher. Das Risiko mag stark überschätzt werden, doch dass solche Fälle gelegentlich auftreten, ist nicht von der Hand zu weisen. Der Genforscher Titus Brown an der University of California in Davis hat einmal berichtet, Konkurrenten hätten seine offengelegten Methoden für Fachartikel verwendet, die er selbst hätte schreiben können. Er ist trotzdem ein Verfechter der Offenlegung geblieben. Brown ist davon überzeugt, dass sie der Forschung nützt.

Natürlich gibt es noch weitere Ursachen für die Zurückhaltung. Der gepriesenen Transparenz kann zum Beispiel auch eine Art Gewohnheitsrecht im Weg stehen. In der empirischen Medizinforschung sei bis heute die «antiquierte» Haltung verbreitet, dass man als Urheber von Daten auch Koautor neuerer Studien werden müsse, wenn sich diese auf die eigenen Daten stützten, sagt Fecher.

### Es fehlen Anreize

Generell, das beklagen viele Beobachter, mangelt es noch an Anreizen, Daten offenzulegen. Forscher werden heute an Qualität und Quantität ihrer Publikationen gemessen. Aber für Datensätze fehlt noch eine entsprechende akademische Anerkennung. «Die Forscher fänden das gut», sagt Doktorand Fecher. Auch Stam betont die Bedeutung dieses Anreizes: «Es ist wichtig, dass die Leute den Nutzen guten Datenmanagements für ihre eigene Forschung erkennen - jenseits des Datenteilens.»

Immerhin sind in den vergangenen Jahren viele so genannte Datenjournale entstanden, die neue Datensätze ins Zentrum

der Artikelpublikation stellen. Das bekannteste dürfte «Scientific Data» der Nature Publishing Group sein. Auch Archäologie, Geowissenschaften, Chemie und andere Wissenschaftszweige nutzen inzwischen fachspezifische Datenjournale. Diese spezialisierten Medien werden so lange eine Lücke füllen, bis Forschungsdaten formal anerkannt werden.

«Bei Drohnen sind Open-Source-Lösungen sogar militärischer Software überlegen.»

Lorenz Meier

### Die frivole Offenheit der Notizbücher

Ein bisschen anders liegen die Dinge bei der Offenlegung des Forschungsprozesses selbst, zum Beispiel in offenen «Labor-Notizbüchern». Der Ökosystemforscher Carl Boettiger von der University of California in Berkeley begann schon als Doktorand damit, seine Forschungsnotizen online zu stellen. Wie er heute sagt, hatte er einfach Glück: Er sei naiv an die Sache herangegangen; kein Vorgesetzter nahm Anstoss an seinem Notizbuch. Das ist aber nicht der Regelfall. Mit allzu ungestümer Offenheit irritieren manche Nachwuchsforscher ihre Kollegen. In manchen Situationen schaden sie sogar ihrer Karriere.

Boettiger nutzt das Notizbuch vor allem als Gedächtnisstütze und zum Austausch mit Kollegen, die er gezielt auf Einträge verweisen kann. Hin und wieder hätten ihn Koautoren von Fachartikeln gebeten, sensible Informationen zeitweise zurück-

zuhalten. Sonst aber schreibe er immer alles sofort auf. Ideen wurden ihm aufgrund des offenen Notizbuchs noch nicht geklaut. Neben vielen diffusen Sorgen wegen Open Science besteht ein reales Problem darin, dass die offenen Labor-Notizbücher Zeitfresser sein können. Laut Boettiger muss man sich je nach Computerkenntnissen in spezielle Programme einarbeiten. Da es dem Ökosystemforscher generell am Herzen liegt, Open Science in all ihren Facetten zu vereinfachen, hat er vor ein paar Jahren das Projekt «Open-Sci» mitbegründet - eine Plattform zur Bereitstellung von Software, mit der wissenschaftliche Daten aufbereitet und offengelegt werden und die auch für Labor-Notizbücher nützlich ist.

### Wenn Firmen bei der Hardware zögern

Selbstverständlich ist Open Science nicht auf Daten und Kommunikation beschränkt. In Open-Source-Projekten sind auch Hardware und Software transparent. Die Schaltpläne und Baupläne werden zur Verfügung gestellt - analog zum Quellcode bei Open-Source-Software, erläutert Lorenz Meier, Doktorand am Institute for Visual Computing der ETH Zürich. Meier hat in mehreren Projekten mit Firmen zusammengearbeitet. Meistens konnte er durchsetzen, mit offener Hard- und Software zu arbeiten. Das bedeutet bei Open-Source-Software, dass die Firmen oft bereit waren, auch die Verbesserungen weiterzugeben, die während eines Projekts erarbeitet wurden.

Zusammen mit Kollegen hat Meier zum Beispiel die Autopilot-Software «PX4» entwickelt, mit der sich Drohnen und Miniaturflugzeuge steuern lassen. Die Software und Anleitungen zur Hardware werden zum freien Download angeboten. Alles



## Vom Labortisch in die Welt

Versuche, Erfolge und Misserfolge: Ein Biologe hält all seine Beobachtung auf Papier oder mit dem Computer fest. Die Forscher des internationalen Open-Source-Malaria-Projekts gehen noch weiter und öffnen ihr Laborjournal online für alle – wie Volker Heussler von der Universität Bern. Dies ist der beste Weg, um den Fortschritt zu dokumentieren und andere Wissenschaftler davor zu bewahren, dieselben Fehlversuche zu machen.

Bild: Valérie Chételat



«Es ist wichtig, dass die Leute den Nutzen guten Datenmanagements für ihre eigene Forschung erkennen – jenseits des Datenteilens.»

Alexandra Stam

andere ergibt keinen Sinn, findet Meier. «Bei Drohnen sind Open-Source-Lösungen sogar militärischer Software überlegen.» Kein Unternehmen sei mehr in der Lage, eine Neuentwicklung besserer Software selbst zu stemmen.

Die Zusammenarbeit mit Firmen klappt gut, findet Meier, wenn auch nicht immer auf Anhieb. Nach seiner Erfahrung sperren sich Firmen besonders dann gegen eine Offenlegung, wenn sie sich Probleme einbilden – zum Beispiel wenn sie ihr Geschäftsmodell bedroht sehen. Um solche Widerstände zu entkräften, müsse geklärt werden, woran sich bei einem Projekt überhaupt Geld verdienen lasse, sagt Meier. Und das ist eben oft weder der Bauplan noch die Software, sondern eher das Angebot von Expertise und Service.

Modelle wie Linux, bei denen der Quellcode offen zugänglich ist und keinen Schutz genießt, hätten sich auf dem Markt bewährt, bestätigt Oliver Gassmann vom Institut für Technologiemanagement der Universität St. Gallen. Firmen hätten so grosse Vorteile erkannt, dass sie manchmal sogar Patente an die Open-Source-Bewegung spendeten. «Dann setzen sich nämlich neue Standards viel rascher durch als bei geschützten Lösungen», so Gassmann. In solchen Fällen besteht die Aufgabe der Unternehmen darin, die Wertschöpfung anderswo zu suchen.

Grundsätzlich beurteilt Gassmann die Zusammenarbeit von Forschungsinstituten mit Privatunternehmen positiv: Die Unternehmen erhielten Zugang zu Grundlagenwissen und die Forscher eine zusätzliche Finanzierung. Open Science könne dabei Konflikte verursachen, wenn Veröf-

fentlichungen der Forscher so früh kommen, dass sie mit dem Stand der Technik bei den Patentanmeldungen kollidieren. Das sei aber ein grundsätzliches Problem, das auch in klassischen Kooperationsprojekten zwischen Hochschulen und Wirtschaftspartnern auftrete, meint Gassmann. Bei Open Science werde das Problem bloss verschärft.

### Das Problem Privatsphäre

An ihre Grenzen gelangt die Forderung nach Transparenz der Forschung, wenn offengelegte Informationen genutzt werden, um den Ruf von Wissenschaftlern zu beschädigen. Klimaforscher – gerade im angelsächsischen Raum – können ein Lied von energierenden Anfragen zur Freigabe von Daten singen, etwa gemäss dem «Freedom of Information Act», einem Gesetz von 1967. Oft wurden die gesammelten Informationen anschliessend dazu genutzt, um die Mainstream-Klimaforschung als fragwürdig hinzustellen. Michael Mann von der Pennsylvania State University dürfte das prominenteste Opfer solcher Aktivisten sein.

Wie weit Forscher mit der Offenlegung ihrer Arbeit gehen sollen, lässt sich also nicht so einfach entscheiden. Ein zu grosser Transparenzdruck kann auch ein unerwünschtes Resultat haben: Innere Zensur kann etwa zu konformistischem Verhalten führen. Das aber würde den Erfolgsaussichten von Open Science zuwiderlaufen.

Zu einem besonders schwerwiegenden Problem wird die Privatsphäre, wenn es um die Rechte Dritter geht, zum Beispiel, wenn Patientendaten aus klinischen oder

genetischen Studien für andere Mediziner zugänglich gemacht werden sollen. Die Folgen können richtig ärgerlich sein: Ärzte mit Patienten, die an sehr seltenen Krankheiten leiden, standen bis anhin oft vor dem Problem, konkrete Vergleichsfälle zu finden, um sich bei der Therapie daran zu orientieren. Der Datenschutz war im Weg.

Aber auch für so schwierige Fälle gibt es Lösungen. 2013 wurde zum Beispiel die «Global Alliance for Genetic Health» gegründet. Dieser weltweite Verbund von mehr als 380 Institutionen entwickelt raffinierte Verfahren, damit Patientendaten auf freiwilliger Basis sicher und effektiv geteilt werden können. Dazu wurden ein fein abgestuftes Modell von Einwilligungen zur Datenfreigabe durch Patienten sowie Algorithmen für den Datenzugriff entwickelt. Am Ende soll der Austausch der Patientendaten vor allem der Erforschung von seltenen Krankheiten, Infektionskrankheiten und Krebs dienen.

Um den Kulturwandel hin zu Open Science trotz aller Hindernisse zu realisieren, ist also noch ein beträchtlicher Aufwand nötig.

Sven Titz ist Wissenschaftsjournalist in Berlin.



## «Ich bin frustriert»

Martin Vetterli weibelt seit Jahren für Open Science. «Befehlen kann ich es nicht», sagt der Präsident des Forschungsrates des Schweizerischen Nationalfonds. Als Forscher an der EPFL legt er sämtliche seiner Rohdaten offen.  
*Von Atlant Bieri*



«Wenn wir auf Open Science umstellen, dann produzieren wir weniger Papers von besserer Qualität.»

### **Was bedeutet «Open Science» für Sie als Forscher?**

Wir haben bei uns an der Fakultät für Computer- und Kommunikationswissenschaften an der EPFL eine Tradition, dass alle veröffentlichten Papers online frei verfügbar sind. Dazu liefern wir auch alle Daten und alle Quellcodes. Auf diese Weise können alle unsere Resultate von anderen Forschergruppen reproduziert werden.

### **Schon heute versinken Forschende in Papers. Wie können Forschende den Überblick behalten, wenn nun alles offengelegt wird?**

Mit Open Science wird genau das Gegenteil der Fall sein. Einen Artikel auf dieser Basis zu publizieren bedeutet, dass alle Daten sauber dokumentiert sind. Jeder Arbeitsschritt, der zu einem Resultat führte, ist beschrieben, damit er von anderen nachvollzogen werden kann. Das führt dazu, dass generell weniger Papers publiziert werden und dass gleichzeitig deren Qualität steigt. Forschung wird damit auch übersichtlicher.

### **Wie gehen Sie dabei konkret vor?**

Wir publizieren immer noch in den traditionellen Journals. Doch bereits während wir das Paper einreichen, stellen wir alle Daten auf unseren Server. Sobald der Artikel akzeptiert wird, stellen wir auch dieses online frei zur Verfügung.

### **Sollte ein Forscher nicht das Recht haben, seine Laborrezepte für sich zu behalten?**

In meinem Feld sicher nicht. Aber auch für andere Wissenschaftszweige als die Computerwissenschaften ist das fragwürdig. Vor 350 Jahren haben wir die Wende von der Alchemie zur Chemie vollzogen. Die Alchemisten behaupteten einfach, nach einer geheimen Methode Gold produziert zu haben. Es gab keine Möglichkeit, die Behauptung systematisch zu überprüfen. Man konnte es glauben oder auch nicht glauben. Doch mit der Chemie änderte sich das. Wir begannen unsere Methoden zu publizieren. Das war die Geburtsstunde der modernen Wissenschaften. Wenn wir es heute anders machen, bewegen wir uns wieder zurück zur Alchemie.

### **Nur 40 Prozent der Publikationen, die über Beiträge des Schweizerischen Nationalfonds entstanden sind, sind frei zugänglich. Sind Sie als Forschungsratspräsident zufrieden damit?**

Nein. Ich bin frustriert. Wir sind viel zu langsam. Heute zahlt der Schweizer Steuerzahler drei Mal. Das erste Mal für die Forschung, das zweite Mal für das Abon-

nement der Fachzeitschrift und das dritte Mal für die Open-Access-Gebühr. Dabei schöpft der Verlag zwei Mal einen Gewinn ab. Das ist sehr beschämend. Das können wir nicht tolerieren.

### **Was unternehmen Sie dagegen?**

Der SNF arbeitet zusammen mit Swissuniversities an einer Strategie. Wir wollen erreichen, dass alle Papers Open Access erhältlich sind, und zwar ohne dass wir nochmals eine Gebühr dafür entrichten müssen. Wir hoffen, dass wir eine Vereinbarung mit den Verlagen treffen können, damit Forscher in der Schweiz automatisch Open Access erhalten.

### **Wie wollen Sie das erreichen?**

Wenn der Forschungsplatz Schweiz geschlossen auftritt, dann könnten wir zu den Verlagen gehen und sagen: Entweder macht ihr mit uns jetzt einen Deal, oder die Schweizer Forschergemeinde wird euch boykottieren. Das ist natürlich schwierig. Aber die Niederlande haben das geschafft. Und sie waren erfolgreich damit.

### **Ist die Schweiz bereit für diesen Schritt?**

Die ganze Sache ist etwas kompliziert. Verschiedene Akteure auf dem Forschungsplatz Schweiz haben unterschiedliche Interessen. Wir tun uns bei der Koordination dieser Interessen noch ein wenig schwer.

«Die Konkurrenz unter den Forschenden ist heute etwas zu stark.»

### **Könnte der SNF die Forschenden nicht einfach dazu zwingen, ihre Daten nur noch bei Open Access Journals zu publizieren?**

Dies ist nicht so einfach, denn das wäre unter Umständen schlecht für ihre Karriere. Ein Forscher muss möglichst in einer Zeitschrift publizieren, die am besten zu seinen Resultaten passt. Unser Ziel ist es auch, die Karrieren der Forschenden zu fördern, und nicht, sie zu behindern.

### **Warum gründet die EPFL nicht ihr eigenes Fachmagazin?**

Ein eigenes Fachmagazin ist eine sehr gute Idee. Aber das ist nicht etwas, das wir von oben herab befehlen können. Das muss von der Forschergemeinde selbst kommen. Wenn eine Gemeinschaft sich dafür entscheidet, den traditionellen Weg zu verlassen, dann wird es passieren. Aber ich bin nicht der, der das entscheidet. Für einen solchen Prozess braucht es einen kulturellen Wandel bei den Forschenden.



### **Sind Forscher anderswo schon diesen Weg gegangen?**

Ja. Der berühmte Mathematiker Timothy Gowers von der Universität Cambridge hat zusammen mit anderen Forschenden das Journal «Discrete Analysis» gegründet. Das ist ein virtuelles Journal. Das Editorial Board kann sich ganz auf das Peer-Review konzentrieren, weil die Verwaltung der eingehenden Papers von einer externen Firma übernommen wird. Die Kosten belaufen sich auf rund zehn Franken pro Manuskript. Es kostet also hundert bis tausend Mal weniger als die Publikation in einem traditionellen Journal.

«Wenn eine Gemeinschaft sich dafür entscheidet, den traditionellen Weg zu verlassen, dann wird es passieren.»

### **Ein Artikel in Nature zeigte 2012, dass 47 von 53 wichtigen Krebsstudien nicht reproduzierbar waren. Wie ist so etwas möglich?**

Fairerweise muss man sagen, dass in manchen Gebieten die Forschung schwieriger ist als in anderen. Bei der Medizin beispielsweise hat man nur wenige Daten, weil man hier mit Menschen arbeitet. Dort gibt es mit der Statistik häufig Probleme und damit auch mit der Reproduzierbarkeit.

### **Trotzdem, die Reproduzierbarkeitskrise betrifft auch andere Gebiete wie die Biologie. Dort kann man seine Datenmengen frei wählen.**

Ich habe von bekannten Professoren das Argument gehört: «Die andere Gruppe konnte das nicht reproduzieren, weil die nicht so gut sind wie wir.» Es gibt Leute, die ein goldenes Händchen haben. Das heisst, sie können mit Organismen so gut umgehen, dass ihnen Experimente gelingen, die andere nicht nachmachen können. Trotzdem denke ich, dass das eine Schwäche ist, weil das Ziel der Wissenschaft die lückenlose Reproduzierbarkeit ist.

### **Mogeln die Leute nicht einfach?**

Dies kann vorkommen, ist aber sicher nicht die Norm. Hier müssen wir auch an die Konkurrenz unter Forschenden denken. Die ist heute etwas zu stark. Der dadurch entstehende Druck führt dazu, dass die Forscher sich genötigt fühlen, auch inadäquate Arbeiten zu publizieren.

### **Wettbewerb ist also schlecht für die Forschung?**

Nein, so plakativ würde ich das nicht sagen. In der Wissenschaft ging es schon immer darum, der Erste bei einer Entdeckung zu sein. So bringen wir die Forschung voran, indem wir schlauer und besser sind als die Anderen. Es gehört zur Natur der Forschung, sich im gegenseitigen Wettstreit zu messen.

### **Aber was ist dann das Problem?**

Heute ist es vor allem für junge Leute schwierig geworden, echte Forscher zu sein. Vor fünfzig Jahren hatte man noch die Musse, anders über die Welt zu denken und neue Ideen zu generieren. Heute ist Forschung zu einem Business geworden. Die Öffentlichkeit, die Politik und die Privatwirtschaft denken, dass man bei der Forschung an einem Ende Geld reinwerfen kann, damit am anderen Ende wenig später verwendbare Resultate herauskommen. Aber das ist natürlich nicht so. Forschung braucht Zeit und Raum für kreative Gedanken.

### **Aber an der EPFL haben es die Forscher doch gut, oder nicht?**

Es geht nicht nur um die Schweiz. Forschung passiert global. Und hier gibt es einige beunruhigende Phänomene. In gewissen asiatischen Ländern etwa hängt der Lohn eines Forschers davon ab, in welchen Fachmagazinen er publiziert. Das ist fragwürdig, denn so wird unredliches Verhalten direkt gefördert.

### **Und das hat auch Auswirkungen auf den Forschungsplatz Schweiz?**

Ja. Junge Forschende spüren den Druck zu publizieren. Sie machen aus dem Material für ein Paper gleich drei. Das sieht auf der eigenen Publikationsliste besser aus. Das merken wir auch bei den Anfragen für Reviews. Die sind in den letzten Jahren explodiert. Das ganze System wird komplett überschwemmt. Die Qualität bleibt da natürlich auf der Strecke.

### **Wie kann Open Science das gegenwärtige System verbessern?**

Wenn wir auf Open Science umstellen, dann produzieren wir weniger Papers von besserer Qualität. Die lassen sich erst noch schneller im Reviewprozess überprüfen, weil alles dokumentiert ist.

### **Sie werden Präsident der EPFL. Welche konkreten Massnahmen planen Sie, um Open Science zu fördern?**

Ich will eine Kultur fördern, in der Forschungsfelder, die mit Open Science schon weit sind, andere Felder so beeinflussen, dass diese auch mitmachen. Dazu stellen wir ein Online-Tool zur Verfügung. Mit dem können Forschende ihre Daten ein-

fach hochladen und für andere bereitstellen. Dritte können diese dann überprüfen. Das Tool soll aber auch die Kollaboration zwischen verschiedenen Gebieten fördern. In den Umweltwissenschaften beispielsweise ist man den Umgang mit grossen Datenmengen nicht unbedingt gewohnt. Hier könnten die Mathematiker oder Computerwissenschaftler helfen.

### **Wie überzeugen Sie die Jungforscher von Open Science?**

Ich sage ihnen: Das Wichtigste für deine Karriere ist, dass deine Arbeit eine grosse Wirkung hat. Wenn du deine Daten online stellst, wird deine Arbeit sichtbarer und die Leute vertrauen dir auch. Und das führt zu einer grösseren Wirkung. Befehlen kann ich es ihnen nicht. Die Erkenntnis muss von ihnen selbst kommen.

Atlant Bieri ist freier Wissenschaftsjournalist.

### **Von Präsident zu Präsident**

Martin Vetterli ist einer der Vorreiter von Open Science. Er ist Professor an der Fakultät für Computer- und Kommunikationswissenschaften an der EPFL, noch bis Ende 2016 Präsident des Nationalen Forschungsrates des SNF und ab Anfang 2017 neu EPFL-Präsident.

### **Für eine bessere Wissenschaft**

Am Kongress «We Scientists Shape Science» vom 26. bis 27. Januar 2017 legen Forschende zusammen mit Entscheidungsträgern erste Schritte hin zu einer kreativen, soliden und engagierten Wissenschaft fest. Der Kongress wird von der Akademie der Naturwissenschaften und dem Schweizer Wissenschafts- und Innovationsrat organisiert. [www.naturalsciences.ch/wescientists](http://www.naturalsciences.ch/wescientists)

## INTERVIEW

## «Physik kann einfach und schön sein»

Roman Ernst, iPHO 2016



Chenkai Mao hat die Goldmedaille an der internationalen Physikolympiade gewonnen, die im Juli 2016 in Zürich stattfand. Der 19-jährige Chinese, Sohn eines Doktors der traditionellen Medizin und einer Krankenschwester, erreichte unter den 400 Teilnehmenden aus 86 Ländern den ersten Rang.

#### Wie haben Sie sich auf die Olympiade vorbereitet?

Solche Wettbewerbe spielen in China eine wichtige Rolle, auch als Eintrittsprüfungen an die Universitäten. Ich begann vor drei Jahren an der Mittelschule mit Physik und absolvierte drei Wettkämpfe für meine nationale Auswahl. Ich habe mich ein paar Monate vorbereitet. Wir halfen einander im Team, aber am Ende ist jeder auf sich selbst gestellt!

## NEWS

### Willkommener Schub

Die private britische Biomedizin-Stiftung Wellcome Trust macht Ernst mit Open Access. Sie lässt zusätzliche 25 Millionen Pfund in die Open-Access-Fachzeitschrift eLife fließen, an der auch die Max-Planck-Gesellschaft und das Howard Hughes Medical Institute beteiligt sind. Mit «Wellcome Open Research» lanciert sie zudem eine eigene Open-Access-Zeitschrift. Mit der Produktion wird die Plattform F1000 beauftragt, die pro Artikel zwischen 1500 und 1000 Pfund verrechnet.

#### Weshalb haben Sie teilgenommen?

Zuerst wegen meiner Leidenschaft für die Physik. In meinem Alter ist das die perfekte Wahl, und es ist eine Ehre, mein Land zu vertreten.

#### Der schwierigste Teil der Prüfung?

Um ehrlich zu sein, war der Theorieteil zwar eine Herausforderung, aber nicht so hart für das chinesische Team. Es war schwieriger, die rund fünf Stunden Zeit richtig einzuteilen, um alle Experimente durchzuführen. Es müssen Prioritäten gesetzt werden: Soll ich mir Zeit für präzisere Messungen nehmen oder weitermachen?

#### Was werden Sie ausser der Medaille nach Hause nehmen?

Es war eine sehr inspirierende Erfahrung, einfach unvergesslich! Es war grossartig, so viele Teilnehmende aus der ganzen Welt zu treffen.

#### Möchten Sie ein Forscher werden?

Physik ist eine gute Grundlage für viele Fächer wie Mathematik oder Chemie. Es ist schwierig vorherzusehen, was in den nächsten zehn Jahren passieren wird. Aber mein Traum ist es, ein Universitätsprofessor zu werden oder in einem Forschungsinstitut zu arbeiten.

#### Was bedeutet Physik für Sie?

Sie hat mein Weltbild geprägt. Sie beschreibt die Welt mit universellen und vor allem genauen Grundsätzen. Physik kann einfach und schön sein. In China denken die meisten Leute, dass diese Disziplin zu wenig nah an der Praxis und an der Gesellschaft ist. Sie haben ihre eigenen Gründe und Erfahrungen für diese Ansicht. Aber ich glaube, es ist wichtig, die jüngere Generation zu inspirieren.

### Was ist wissenschaftliche Integrität?

Von 27 Forschungsförderern haben 24 eigene Richtlinien zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten, ergab eine Untersuchung von Science Europe. Nur 18 davon verfügten über eine formale Definition der wissenschaftlichen Integrität, und lediglich 15 organisieren, unterstützen oder empfehlen eine Schulung für ihre Mitarbeitenden oder von ihnen geförderte Forschende.

## IN KÜRZE

## DAS ZITAT

#### «Ab 2020 müssen alle wissenschaftlichen Artikel in Europa frei zugänglich sein.»

Niederländische EU-Ratspräsidentschaft, 27. Mai 2016.

## DIE ZAHL

## 1000

neue Tenure-Track-Professuren sollen in Deutschland mit einem Zusatzbudget von 1 Mrd. Euro geschaffen werden. Geplant sind zwei Anstellungswellen 2017 und 2019.

## DIE NOTE

#### «Gering» bis «sehr gering»

ist die wissenschaftliche Glaubwürdigkeit für einen Artikel von Bjørn Lomborg, der im Mai 2016 in «The Telegraph» erschien. Auf der Plattform Climate Feedback kommentieren und bewerten Forschende klimarelevante Artikel der Massenmedien.

## DIE MASSNAHME

#### 3 Millionen Euro für Replikationen

stellt die Niederländische Organisation für wissenschaftliche Forschung (NWO) über drei Jahre für die Förderung von Projekten zur Verfügung, die Ergebnisse reproduzieren wollen.

## DER AUFRUF

#### «Wissenschaftlicher und industrieller Selbstmord»

Nach dem dramatischen Aufruf von sieben Nobelpreisträgern kürzte die französische Regierung die Forschungsgelder nur um die Hälfte der vorgesehenen 256 Mio. Euro.

## DAS WERKZEUG

#### Turkprime

heisst eine Plattform für Online-Umfragen in Psychologie und Soziologie. Basierend auf der Crowdsourcing-Plattform Mechanical Turk von Amazon wurden seit der Lancierung im Januar 2015 über 160 Millionen Antworten registriert.

## DIE LOBBYORGANISATION

#### The Guild

of Research Intensive Universities umfasst neun Hochschulen, die künftig ihre Interessen gemeinsam bei der EU vertreten wollen. Sie stossen damit zu LERU (21 Universitäten), Coimbra Group (38), EUA (850) und Eurotech (5).

## DIE INFRASTRUKTUR

#### ESFRI Roadmap

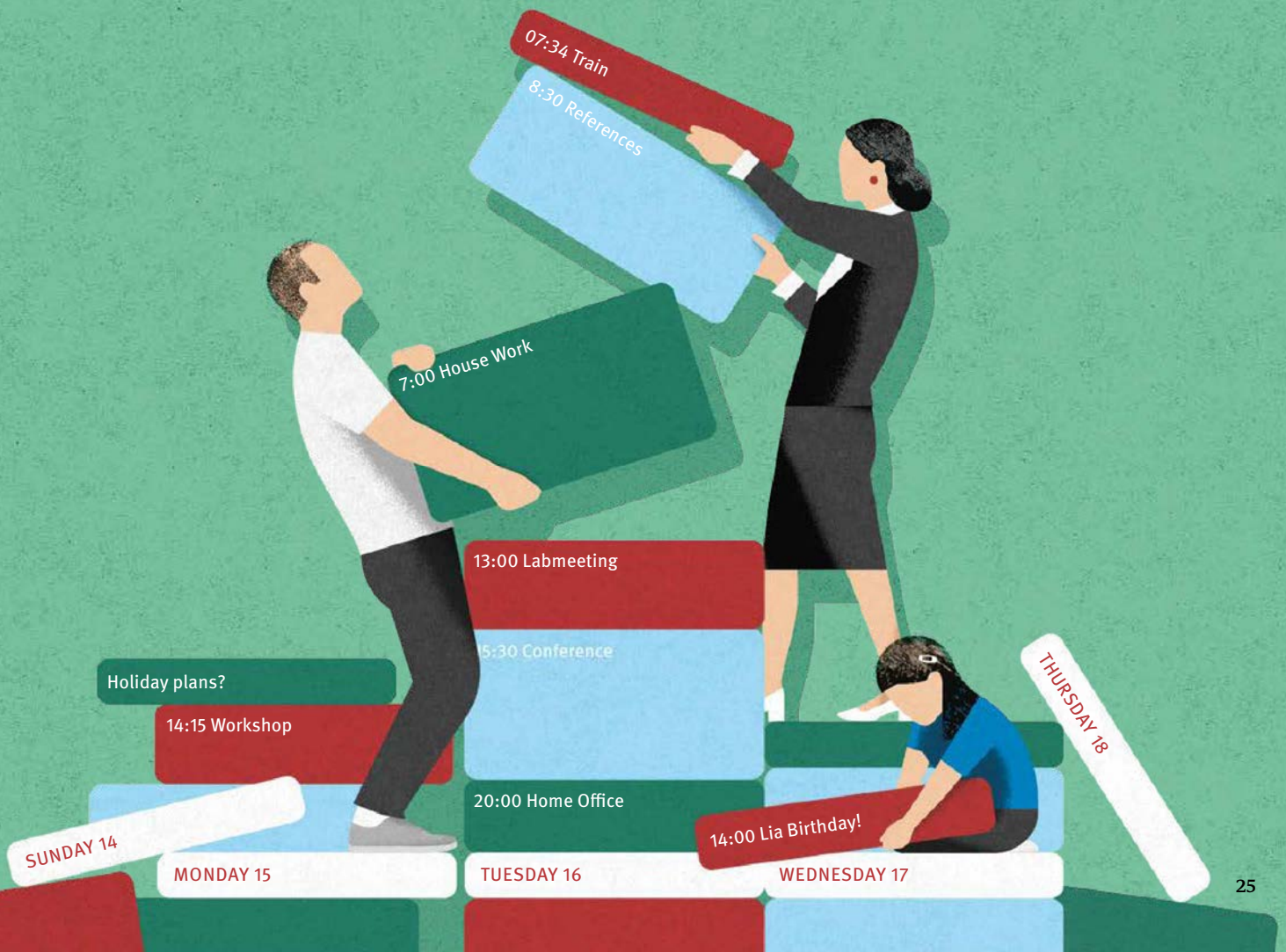
hebt 21 Projekte und 29 existierende Forschungsinfrastrukturen heraus, die für Europa von strategischer Bedeutung sind. Neben der traditionellen Big Science wie Energie und Physik sind auch Gesundheit, Ernährung und Digital Humanities berücksichtigt.



# Karrierepläne, Konferenzen und Kindergeburtstage

Es gibt viele Wege, eine wissenschaftliche Karriere mit dem Familienleben zu kombinieren. Wir stellen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und ihre Familienmodelle vor, vom Doppelkarrierepaar bis zur Auslandpendlerin. Sie alle stehen vor derselben Aufgabe: Sitzungen, Kinderbetreuung und Steuererklärungen so koordinieren, dass es allen Beteiligten gut geht.

Von Pascale Hofmeier. Illustrationen: Aurel Märki





# Vielfältige Familienmodelle in der Wissenschaft

Wie Professorinnen und Professoren in der Schweiz Familie und akademische Karriere vereinbaren

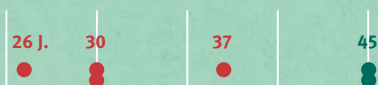
## Teresa Montaruli

### Strapazierte Balance

«Als alleinerziehende Mutter von dreijährigen Zwillingen ist die Work-Life-Balance nur mit der Kinderkrippe möglich – seit die Kinder dort einen Platz haben, dank meiner Mutter und dank eines Lohnes, der fürs Babysitting ausreicht, wenn mich die Arbeit weit von Genf wegführt. Als ich nach nur zwei Jahren in Genf zu unterrichten beginnen musste, ohne Sprachkenntnisse auf Französisch, war es sehr ermüdend, alles unter einen Hut zu bringen. Ich habe damals zum Wohl der Kinder über einen unbezahlten Urlaub nachgedacht. Da die Auslagen für die Kinderbetreuung relativ hoch sind, habe ich es nicht getan. Ich denke, Gender-Fragen haben es im von Männern dominierten Physik-Umfeld besonders schwer. Es erleichtert mich zu sehen, dass die Familien meiner Postdocs viel ausgewogener sind als bei meinen gleichaltrigen Kollegen.»

Teresa Montaruli (48) ist seit 2011 ordentliche Professorin (100%) für Kern- und Teilchenphysik an der Universität Genf, Leiterin eines Projekts zur Konstruktion von Gammastrahlen-Teleskopen sowie des Gender-in-Physics Day. Sie wohnt in der Nähe von Genf.

- 1994 Diplom in Physik, Bologna
- 1998 Doktorat, Bari
- 1998 Postdoc und Assistenzprofessorin, Bari
- 2005 Assistenz-, assoziierte und ordentliche Professorin in Physik, Wisconsin
- 2013 Geburt Zwillinge



## Alexander Bertrams

### Die Schwägerin ist Ersatzpapa

«Ich will unbedingt für die Zwillinge und meine Frau da sein, aber auch gute Forschung und Lehre betreiben können. Letztes Semester habe ich deswegen bei der Forschung Abstriche in Kauf genommen. Und natürlich kommt die Freizeit zu kurz. Ich sollte mal wieder Sport treiben. Meine Frau pausiert in ihrem Job als Erzieherin und kümmert sich um unsere zweijährigen Töchter. Bis im August pendelte ich zwischen meiner Familie in Augsburg und der Arbeit in Bern. Meine Schwägerin ersetzt mich als Papa, wenn ich in der Schweiz bin. Ohne soziale Unterstützung würde es nicht gehen. Als die Kinder ganz klein waren und der Schlaf knapp, zweifelte ich manchmal, ob ich es psychisch und physisch schaffe, mich gleichzeitig als Professor zu etablieren.»

Alexander Bertrams (40) ist seit 2015 ordentlicher Professor (100%) für Pädagogische Psychologie am Institut für Erziehungswissenschaft der Universität Bern und seit 2016 auch Institutsleiter. Er lebt seit August 2016 in Bern.

- 2006 Diplom in Psychologie, Erlangen
- 2009 Doktorat, Universität Mannheim
- 2010 Juniorprofessor Pädagogische Psychologie, Universität Mannheim
- 2013 Habilitation (resp. vgl. Qualifikation)
- 2014 Geburt Ida und Ilva



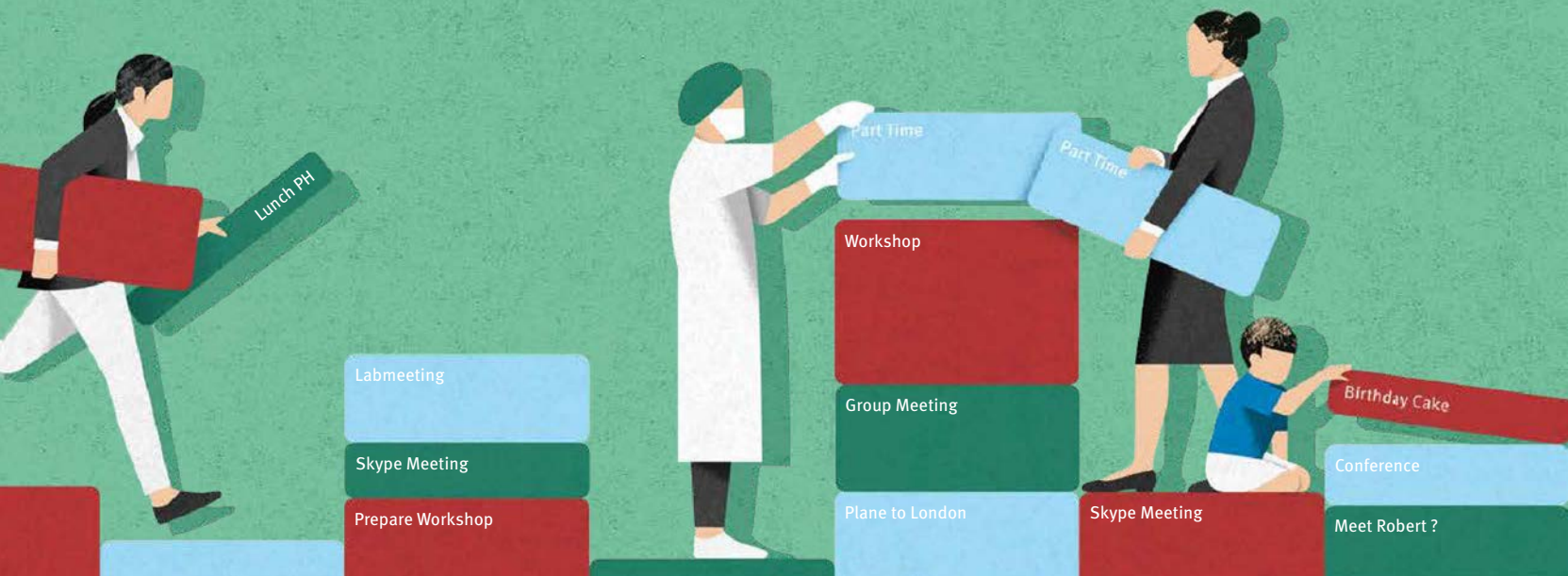
## Patricia Purtschert

### Geteilte Lebenswelten

«Das Leben als Professorin und als Familienmitglied finde ich bereichernd, auch wenn es manchmal atemlos ist. Früher habe ich viele Wochenenden am Computer verbracht, heute suche ich im Garten mit den Kindern nach Schnecken. Diese Erfahrungen bereichern meine Arbeit an der Uni, davon bin ich überzeugt. Meine Partnerin, sie ist ebenfalls in der Forschung tätig, und ich teilen uns die Familienarbeit. Das braucht viel Absprache, hat aber den Vorteil, dass wir unsere Lebenswelten teilen. Aufgrund meiner Erfahrungen beobachte ich die aktuelle Debatte um Exzellenz mit Sorge. Sie wird auf gradlinige, schnelle Karrieren ausgerichtet. Menschen mit Care-Pflichten, und das sind in erster Linie Frauen, drohen dabei durchs Raster zu fallen.»

Patricia Purtschert (43) ist seit 2016 Ausserordentliche Professorin (75%) für Geschlechterforschung und Co-Leiterin des Interdisziplinären Zentrums für Geschlechterforschung der Universität Bern. Sie lebt in der Nähe von Zürich.

- 2000 Lizentiat in Philosophie, Basel
- 2002 Forschungsaufenthalt, University of California, Berkeley
- 2005 Doktorat, Basel
- 2009 Geburt Kind
- 2010 SNF Ambizione, ETH Zürich
- 2013 Geburt Kind
- 2014 Postdoc ETH Zürich





► Ausführliche Antworten zur Vereinbarkeit von Familie und akademischer Karriere finden Sie auf [bit.ly/Ho\\_diversity](http://bit.ly/Ho_diversity).

## Claude Hauser

### Auswählen gehört dazu

«Wir haben uns von Anfang an für das Jobsharing-Modell entschieden. Meine Frau arbeitet zu 50 Prozent als Logopädin, ich teile die Professur für Zeitgeschichte in Freiburg mit Alain Clavien. Es ist eine Herausforderung der Teilzeitarbeit, Aufgaben zu wählen respektive abzulehnen. Ich habe auf einen längeren Forschungsaufenthalt in Québec verzichtet, weil die Organisation zu kompliziert geworden wäre und meine Frau wahrscheinlich keine Stelle gefunden hätte. Unsere Kinder sind schon grösser. Es geht häufig darum, präsent zu sein, wenn man gebraucht wird, zuzuhören und zu diskutieren, Agenden zu managen. Und das, ohne die Beziehung zu vernachlässigen. Das Wichtigste ist, die Partnerschaft zu pflegen. Wenn diese gut geölt ist, gibt es weniger Reibung.»

Claude Hauser (51) ist seit 2014 Professor (50% im Jobsharing) für Zeitgeschichte Universität Freiburg i. Ue. und Dekan der Fernuniversität für Geschichte (20%). Er lebt in Freiburg.

- 1992 Lizenziat in Geschichte, Freiburg
- 1997 Doktorat, Freiburg
- 1997 Geburt Gilles
- 1999 Geburt Félicien
- 2001 Geburt Zacharie
- 2003 Assoziierter Professor für Moderne Geschichte, Freiburg
- 2003 Geburt Perrine
- 2009 Habilitation, Freiburg
- 2009 Professor für Zeitgeschichte, Freiburg



## Isabelle Wildhaber

### Mit Teilzeitarbeit zur Professur

«Im Wettbewerb um eine Professur kann es schwierig sein, wenn man wie ich immer nur Teilzeit arbeitet. Und ich bin wegen der Kinder nicht so viel zu internationalen Konferenzen gereist. Derzeit arbeite ich während des Semesters zwei Tage pro Woche in St. Gallen, der Lebensmittelpunkt der Familie ist Berlin. Mein Mann ist stellvertretender Chefarzt in der Kardiologie an einem akademischen Lehrkrankenhaus. Um unserer Familie und mir entgegenzukommen, hat er auf mehrere Chefarztstellen verzichtet, seine Stelle seit 2012 zeitlich reduziert und eine Medizintechnikfirma gegründet.»

Isabelle Wildhaber (43) ist seit 2015 ordentliche Professorin (75%) für Privat- und Wirtschaftsrecht unter besonderer Berücksichtigung des Arbeitsrechts und seit 2016 Präsidentin der Gleichstellungskommission der Universität St. Gallen. Sie lebt in Berlin.

- 1996 Lizenziat Rechtswissenschaften, Basel
- 1999 Doktorat, Basel
- 2001 Anwältin in New York und Frankfurt
- 2003 Geburt Aron
- 2005 Geburt Sophia
- 2008 Geburt Dan
- 2010 Habilitation, Zürich
- 2010 Assistenzprofessorin für Arbeits- und Haftpflichtrecht, Universität St. Gallen



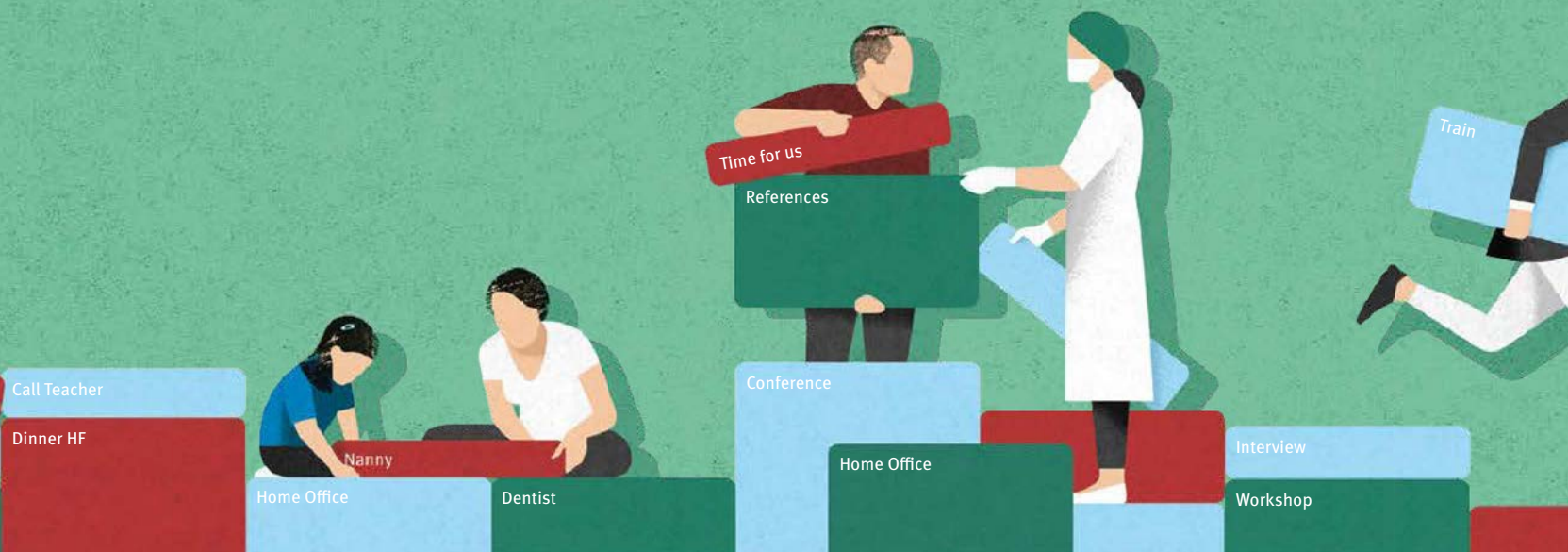
## Anna Oevermann

### Flexibilität ist entscheidend

«Familie und wissenschaftliche Karriere geben sich gegenseitig wertvolle Impulse. Meine Kinder erfahren viel von meiner Arbeit, bei Organisatorischem profitiere ich von den Erfahrungen aus meinem Familienleben. Um beides zu vereinbaren, braucht es Enthusiasmus für die eigene Arbeit, Koordinationsfähigkeit und Flexibilität – vom Arbeitgeber und von uns. Mein Mann, ursprünglich aus Turin, ist seit Januar 2016 Professor für Umweltingenieurswesen an der Universität Edinburgh. Unser Lebensmittelpunkt ist seit 2003 Bern, nach vielen Jahren Distanzbeziehung. Die Kinderbetreuung ist bei uns ein komplexer Aufbau aus Kita und Betreuung zu Hause durch die Nanny und durch uns. Nur wenn man die Kinder in guten Händen weiss, kann man sich vollends auf seine professionelle Tätigkeit konzentrieren.»

Anna Oevermann (42) ist seit 2015 ausserordentliche Professorin (100%) für Veterinär-Neuropathologie an der Vetsuisse-Fakultät der Universität Bern. Sie lebt in Bern.

- 1999 Diplom Veterinärmedizin, Giessen
- 2001 Doktorat, Zürich
- 2006 Europäische Spezialisierung in Veterinärpathologie
- 2008 Geburt Kind
- 2012 Geburt Kind
- 2012 Habilitation Vetsuisse-Fakultät, Bern
- 2013 Assistenzprofessorin Veterinärpathologie, Bern





## Die Kultur wandelt sich nur langsam

Was hat sich in 15 Jahren Gleichstellungsarbeit in der Wissenschaft verändert?  
Die Zahlen zeigen: Etwas, aber noch zu wenig.

**W**issenschaftlichen Talenten ist spätestens nach der Dissertation klar: Eine akademische Karriere ist selten ohne Nachschichten, Wochenendarbeit, längere Forschungsaufenthalte im Ausland, befristete Stellen oder tiefe Einstiegsgehälter zu haben. Der hohe Einsatz bei unklaren Erfolgsaussichten hält viele ab, es überhaupt zu versuchen – insbesondere Frauen, die eine Familie gründen möchten. Denn noch immer stehen Wissenschaftlerinnen «häufig unter einem grösseren Druck, Beruf, Partnerschaft und Familie zu vereinbaren, als ihre männlichen Kollegen – und dies beeinflusst auch ihre Chancen auf eine akademische Karriere», bringt es der Bericht «Doppelkarrierepaare an Schweizer Universitäten von 2012» auf den Punkt. Der Bericht evaluiert die dritte Phase des Bundesprogramms Chancengleichheit von Mann und Frau an den Schweizer Universitäten. Das Programm läuft seit dem Jahr 2000, nun unter der Leitung von Swissuniversities, und erhält jährlich mehrere Millionen Franken.

«Es wäre an der Zeit, die akademische Karriere zu entmystifizieren.»

Patricia Felber

### Romandie hat Vorsprung

Seither wurden an den Universitäten Strukturen wie Gleichstellungsbüros aufgebaut und Aktionspläne zur Chancengleichheit erarbeitet. Die Krippenplätze an den Universitäten wurden ausgebaut, zum Teil gar verdoppelt. Mentoringprogramme sowie spezifische Postdoc-Förderprogramme für Frauen wurden aufgebaut. Auch der Schweizerische Nationalfonds engagiert sich seit 2001 für eine chancengleiche Projekt- und Karriereförderung, zum Beispiel mit Gleichstellungsbeiträgen und seit 2013 auch mit Entlastungsbeiträgen für Frauen und Männer mit Betreuungsaufgaben. Unzählige Evaluationen und Berichte rapportieren die Anstrengungen der vergangenen 15 Jahre.

Der Effekt der vielen parallelen Massnahmen: Seit dem Jahr 2002 hat sich der

Anteil der Professorinnen fast 10 Prozent auf knapp 20 Prozent im Jahr 2013 verdoppelt. Im europäischen Vergleich liegt die Schweiz damit im unteren Mittelfeld. 2015 waren an den Schweizer Unis fast 37 Prozent der Neuestellten Professorinnen.

«Auf Institutsebene braucht es noch Geduld.»

Martina Weiss

Fest steht damit: Die Schweiz hat ihr Ziel von 25 Prozent Professorinnen bis 2016 verfehlt. «Es war für die Schweiz nicht ganz realistisch», sagt Martina Weiss, Generalsekretärin von Swissuniversities. Das Bundesamt für Statistik prognostiziert, dass dieses Ziel frühestens 2023 erreicht wird. Weiss warnt davor, nur diese eine Zahl als Messlatte zu nehmen. Aussagekräftiger sei, die Hochschulen mit sich selber zu vergleichen und nach Fachbereich zu differenzieren. Zum Beispiel habe die Universität St. Gallen seit 2000 den Anteil der Frauen verdreifacht – er liegt heute bei knapp 13 Prozent. Zudem liege auf der Stufe Assistenzprofessur das Ziel von 40 Prozent in Reichweite. Die Fortschritte seien insbesondere in den Fächern mit einem hohen Frauenanteil sichtbar, also bei den Geistes- und Sozialwissenschaften. «Dort liegt der Anteil Professorinnen zum Teil bei 50 Prozent», sagt Weiss. Auch habe die Romandie gegenüber der Deutschschweiz etwas Vorsprung. Die Frauen arbeiten dort oft 80 Prozent. Ein weiterer Grund für den höheren Anteil Professorinnen in der Westschweiz: An der Universität Genf wurde eine Zielvorgabe von 30 Prozent Frauen auf den Shortlists in den Berufungsverfahren eingeführt. Wird diese nicht erreicht, muss sich eine Fakultät vor der Unileitung rechtfertigen. Die Universität Lausanne plant dies ab 2017.

### Ohne eisernen Willen kein Weg

Insgesamt haben sich die Erfolgschancen von Frauen in der Wissenschaft in den letzten gut 15 Jahren also ein wenig verbessert – und gleichzeitig auch die Bedingungen, um Familie und akademische

Karriere zu vereinbaren. Dennoch dringt der Kultur- und Organisationswandel nur langsam auf Institutsebene durch: «Hier braucht es noch Geduld», sagt Weiss. Eine Universitätsleitung könne zwar signalisieren, dass sie zum Beispiel Teilzeitarbeit und Jobsharing fördert. Umsetzen aber können dies nur die Vorgesetzten in den Fakultäten und Instituten.

Genau dort besteht mehr Handlungsbedarf: «Die jungen Forscherinnen fordern ihr Recht nach Förderung und Teilzeitarbeit oft nicht ein, weil die Vorgesetzten auch ihre Forschungspartner sind», sagt Patricia Felber. Die Sozialgeografin ist Koordinatorin mehrerer Mentoringprogramme und Autorin des Berichts «Einschätzung der Karrieresituation von Nachwuchswissenschaftlerinnen in der Schweiz» der Akademien der Wissenschaften Schweiz. Hinzu komme die Diskrepanz zwischen dem Pensum auf dem Papier und dem Einsatz, der informell gefordert werde – eine Hürde für junge Familien und mit ein Grund, warum die Koordination von Karriere und Familie noch immer sehr viel Willen und Kreativität erfordert.

«Es wäre an der Zeit, die akademische Karriere zu entmystifizieren», sagt Felber und meint damit die Kultur, die bei vielen zu einem schlechten Gewissen führt, wenn sie um 17 Uhr in den Feierabend gehen. Sie spricht aus, was sich viele Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nicht zu denken wagen: «An der Uni zu arbeiten ist auch nur ein Job.»

Pascale Hofmeier ist Wissenschaftsredaktorin des SNF.



# «Wenn man etwas nicht wissen will, erhebt man keine Daten»

Die Rohstoffbranche in der Schweiz ist rasant gewachsen. «Viel weiss man nicht über sie», sagt Rechtsanwältin Elisabeth Bürgi Bonanomi.  
Von Marcel Hänggi

## Frau Bürgi, die Rohstoffbranche wird in der Schweizer Politik heiss diskutiert. Was wissen wir wirklich über diesen Sektor?

Die Schweiz ist der grösste Handelsplatz für Rohstoffe. Es ist seit langem bekannt, dass Rohstoffreichtum den Entwicklungsländern oft schadet: Die Wirtschaft ist sehr einseitig ausgerichtet, es fehlt eine verarbeitende Industrie, und postkoloniale Abhängigkeiten dauern fort. Diese Länder können ihre Situation nur verbessern, wenn auch die Staaten ihre Verantwortung wahrnehmen, in denen die Rohstoffkonzerne ihren Sitz haben. Es sind die Sitzstaaten, die Geldabflüsse ermöglichen oder mit Subventionen und Zöllen die Märkte zu ihren Gunsten verzerren. Wenn man hier genauer hinblickt, merkt man, dass gesichertes Wissen fehlt: Die Finanzflüsse verlaufen versteckt, keine offizielle Statistik erfasst die Handelsdaten umfassend, und keine weist aus, wie viele Steuern der Sektor in der Schweiz zahlt.

## Warum ist die Datenlage so schlecht?

Wenn man etwas nicht unbedingt wissen will, erhebt man keine Daten ...

## Fehlt also eher der politische Wille als wissenschaftliches Wissen?

Es fehlt an beidem. Natürlich braucht es politischen Willen, um etwas zu verändern.

### Die Wirtschaftsethikerin

Die Rechtsanwältin Elisabeth Bürgi Bonanomi forscht am Centre for Development and Environment (CDE) der Universität Bern. Sie koordinierte eine Literaturstudie zum Rohstoffhandel des CDE, des World Trade Institute der Universität Bern und des Instituts für Wirtschaftsethik der Universität St. Gallen.

### Die Politik bewegt sich

In den letzten Jahren stieg die Aufmerksamkeit für die negativen Folgen des Rohstoffgeschäfts. Namentlich das Buch «Rohstoff. Das gefährlichste Geschäft der Schweiz» (Zürich 2011) der Erklärung von Bern hat das Bewusstsein geweckt. Der Bundesrat hat 2013 einen «Grundlagenbericht Rohstoffe» vorgelegt. Die anstehende Aktiengesetzrevision soll

strengere Transparenzregeln bringen. Schliesslich macht die im April 2016 eingereichte Konzernverantwortungsinitiative politisch Druck. Die Schweizerischen Akademien der Wissenschaften organisieren am 20. September in Bern eine Tagung zur Transparenz im Rohstoffhandel.



Valérie Chételat

Aber die Forschung, wie wir sie verstehen, kann einen wichtigen Beitrag leisten. Wir nehmen bewusst eine Nachhaltigkeits- und Entwicklungsperspektive ein. In den letzten Jahren ist klar geworden, dass es nicht genügt, in den Entwicklungsländern zu forschen. Gerade die Frage der Steuervermeidung ist absolut zentral. Da stehen wir erst am Anfang.

## Wie sähe ein guter Rohstoffsektor aus?

In den Extraktionsländern könnten die Betroffenen mitbestimmen: Was wird abgebaut, was geschieht mit den Einnahmen und so weiter. Es gäbe eine verarbeitende Industrie vor Ort. Menschenrechte

und Umweltverantwortung würden ernst genommen. Die Unternehmen zahlen ihre Steuern dort, wo die Wertschöpfung stattfindet, und alle Beteiligten hätten Zugang zu einem funktionierenden Gerichtssystem. Verlierer gibt es immer, aber es dürfen nicht die Verletzlichsten sein.

Marcel Hänggi ist freier Wissenschaftsjournalist.

Die Schweiz und der Rohstoffhandel. Swiss Academies Factsheets (2016)  
Den Rohstoffsektor in Entwicklungsländern nachhaltig gestalten. Swiss Academies Factsheets (2016)



## Die Forscherin im Männergefängnis

In der Schweiz werden rund 150 Straftäter verwahrt – viele davon lebenslänglich. Die Ethnologin Irene Marti untersucht, wie es ihnen geht. Dafür nahm die Doktorandin der Universität Neuenburg am Alltag der Gefangenen teil und spielte auch Pingpong mit ihnen.

« Das Gefängnis ist ein sehr praktischer Ort, um zu forschen. Die Menschen sind da, sie haben Zeit und Interesse an Gesprächen. Im Gefängnis herrscht eine Art künstliche Normalität: Man ist höflich zueinander, der Tagesablauf ist verordnet, meist läuft es reibungslos. Da ist eine Forscherin eine willkommene Abwechslung. Ich habe jeweils vier Wochen lang die Justizvollzugsanstalten Lenzburg und Pöschwies besucht. Ich will herausfinden, wie sich die Verwahrung auf die Gefangenen auswirkt und wie die Betroffenen mit dieser Lebenssituation umgehen. Ich fälle kein Urteil über diese Massnahme, ich möchte das Erleben der Inhaftierten sichtbar machen.

Am Anfang ging es darum, Vertrauen aufzubauen. Deswegen habe ich die Wochentage mit den Gefangenen verbracht. Ich bin um 7 Uhr gekommen, ging mit zur Arbeit in die Malerei oder die Druckerei.

Am Abend spielte ich mit den Gefangenen Pingpong oder Badminton, sie brachten mir Jassen bei. Dass ich eine Frau bin, spielte sicher auch eine Rolle. Ein Gefangener sagte mir, wie gut es ihm tue, wieder einmal mit einer Frau zu reden.

### Mörder und Mensch

Meine Weiblichkeit beschäftigte mich während dieser Zeit sehr – als Frau im Männergefängnis. Ich überlegte mir morgens genau, was ich anziehe. Besonders beim Sport achtete ich darauf, dass meine Kleidung nicht zu körperbetont ist. Ich wollte mich aber auch nicht verstellen, sondern mich in meiner Rolle als Forscherin wohlfühlen. Angst hatte ich nie. Vielerorts sind Kameras, es war meist Aufsichtspersonal in der Nähe, und wenn ich mit einem Gefangenen allein in einem Raum war, hatte ich ein Alarmgerät bei mir. Bei manchem Insassen sagten mir die Aufseher, dass ich vorsichtig sein soll.





**Eine willkommene Abwechslung: Irene Marti im Gespräch mit einem Gefangenen der Justizvollzugsanstalt Lenzburg (links). Im Vollzugsalltag, die kleinen Bilder zeigen die JVA Pöschwies, wurde der Forscherin der Wert der Freiheit sehr bewusst.**

Bilder: Andreas Moser (JVA Lenzburg, grosses Bild) und Amt für Justizvollzug des Kantons Zürich (kleine Bilder)

Ich las im voraus keine Akten. Ich wollte den Insassen unvoreingenommen begegnen. Das änderte sich nach einer Woche, und ich las alles. Gerade die Jüngeren kommen sympathisch und freundlich rüber. Doch hinter ihrer netten Erscheinung steht eine Tat, auch eine brutale Tat. Das konnte ich nur schwer zusammenbringen. Ich merkte bald, ich muss Delikt und Gegenüber trennen. Das ist die Chance für eine echte Begegnung. Ein Mörder ist nicht nur ein Mörder, sondern auch ein Mensch. Ich habe mit ihnen nicht über Schuld geredet. Die Tat ist trotzdem die ganze Zeit präsent. Deswegen ist dieser Mensch im Gefängnis, und ich kann am Abend rausgehen.

Während meines Aufenthalts versuchte ich, die Beziehungen mit den Gefangenen «normal» zu gestalten. Ich denke, das ist mir auch gelungen. Sonst hätte ich in den ausführlichen Interviews keine so persönlichen Fragen stellen können. Sie haben

mir die Offenheit entgegengebracht, wie sie in diesem Rahmen möglich war. Insgesamt habe ich 18 Gefangene interviewt.

### **Kostbare Freiheit**

Für die erst kurz Inhaftierten ist die Situation noch nicht fassbar, dass es jetzt womöglich so bleiben wird bis zum Lebensende. Manche kämpfen dagegen an. Für sie ist das eine Art Motor, ihr Mittel, am Leben zu bleiben. Andere haben sich aufgegeben und wollen am liebsten nur noch fernsehen und essen. Mir scheint, sie zerbrechen an der Perspektivenlosigkeit. Aber es gibt auch solche, bei denen würde man nicht denken, dass sie seit vielen Jahren eingesperrt sind. Sie sind voller Kraft und Motivation, machen Weiterbildungen oder lernen Fremdsprachen. Sie haben an sich gearbeitet, sich verändert. Sie wollen der Welt draussen zeigen, welcher Mensch sie geworden sind. Einer sagte mir, er mache sich über die Zukunft keine Gedanken,

denn er habe keine. Zukunft, das sei draussen, und raus komme er nicht mehr. Es werden tatsächlich nur sehr wenige aus der Verwahrung entlassen.

Am Abend ging ich in mein gemietetes Zimmer. Dort habe ich meine Notizen abgetippt, ich war voller Eindrücke. Ich bin in diese Welt ziemlich abgetaucht. Manche Lebensgeschichten waren happig, das hat mich belastet. Ich habe in dieser Zeit sehr oft von Schlüsseln geträumt. Das ist ein starkes Symbol für das Gefängnis. Wieder aufgetaucht bin ich an den Wochenenden, wenn ich mit Freunden und Familie zusammen war. Ich habe es genossen, meine Tage wieder selbst zu gestalten. Ich bin über eine Wiese gelaufen, und die Sonne schien. Da spürte ich, wie kostbar die Freiheit ist. >>

Aufgezeichnet von Anne-Careen Stoltze.

# Der Archipel der Identitäten

Geprägt von den Machtkämpfen ihrer Nachbarn, fühlt sich die Ukraine weder Europa noch Russland richtig zugehörig. Forschungsarbeiten kommen jedoch zum Schluss: Das ukrainische Selbstverständnis gewinnt an Boden – selbst im Osten. *Von Benjamin Keller*

«La Suisse n'existe pas», verkündete 1992 der Künstler Benjamin Vautier. Und die Ukraine? Seit ihren Anfängen bis zum Krieg, der das Land heute entzweit, fühlte sich die seit dem 24. August 1991 unabhängige ehemalige Sowjetrepublik stets hin- und hergerissen zwischen vielfältigen Einflüssen, Ansprüchen und Identitäten. Weil der Staat so unvermittelt und spät auf dem internationalen Parkett in Erscheinung trat, wird er erst seit Kurzem als eigenständige Einheit wahrgenommen.

Der gegenwärtige Konflikt veranschaulicht das komplexe und facettenreiche Wesen der Ukraine. Die Kämpfe brachen 2014 nach Bürgerprotesten aus, die als Euromaidan in die Geschichte eingingen und zur Absetzung von Präsident Wiktor Janukowitsch führten. Der hatte es zuvor abgelehnt, ein Assoziierungsabkommen mit der Europäischen Union (EU) zu unterzeichnen. Inzwischen präsentiert sich die Situation umgekehrt: Der vom Westen unterstützte Präsident Petro Poroschenko sieht sich mit einer prorussischen Rebellion im Südosten konfrontiert, die von Russland Hilfe erhält. Die Ukraine ist Schauplatz eines Kräftemessens zwischen den Mächten im Westen und im Osten – und dies nicht zum ersten Mal.

## Kleinrussland im Zarenreich

«Die unterschiedlichen Interpretationen der Geschichte sind ein Nährboden für Feindseligkeiten», erklärt Korine Amacher von der Universität Genf. Die Professorin für die Geschichte Russlands und der UdSSR zeichnet die Berührungspunkte in der Geschichte der Ukraine, Russlands und Polens in einem Forschungsprojekt nach. Die Ukraine (deutsch «Grenzgebiet») teilt mit ihren Nachbarn eine zugleich ähnliche und doch gegensätzliche Vergangenheit.

Am Ende der Mongolenzeit im 14. Jahrhundert herrschten im heutigen Nordwesten der Ukraine vor allem westliche Kräfte (Polen, Litauen, Preussen, Österreich-Ungarn). Dies, während der Südosten von den Tataren und Osmanen vereinigt und ab dem 17. Jahrhundert vom Russischen Kaiserreich dominiert wurde. Die ukrainischen Gebiete im Zarenreich

des 19. Jahrhunderts wurden deshalb als «Kleinrussland» bezeichnet. Nach der bolschewistischen Revolution von 1917 war die Ukraine vorübergehend unabhängig, bevor die Rote Armee einfiel und sie der UdSSR einverleibte. Stalin nahm sich bei der Gebietsaufteilung mit Nazi-Deutschland 1939 noch die Regionen, die noch zu Polen gehörten. «Deshalb ist oft zu hören, Stalin habe die Grenzen der heutigen Ukraine gesetzt», erklärt Amacher.

## Gegensätzliche Visionen

Als die Ukraine 1991 ihre Unabhängigkeit erlangte, entstand damit ein Land aus historisch uneinheitlichen Teilen. «Galizien im Westen orientiert sich in erster Linie an Österreich und danach an Polen, also eher westwärts, während der Donbass (Anm. d. Red.: der derzeitige Kriegsschauplatz) seit dem 18. Jahrhundert russisch ist.» Hinzu kommen weitere Einflüsse, beispielsweise von Rumänien und Ungarn. «In Russland gibt es noch heute die Ansicht, die Ukraine sollte nicht als eigener Staat existieren», ergänzt Amacher. «Manchmal wird sogar behauptet, sowohl im Gespräch mit Russen auf der Strasse als auch von Politikern, dass alle Probleme gelöst wären, wenn alle früheren Mächte wieder ihren ehemaligen Teil der Ukraine übernehmen würden.»

«Häufig ist zu hören, Stalin habe die Grenzen der heutigen Ukraine gesetzt.»

Korine Amacher

Das Team von Daniel Weiss, emeritierter Professor an der Universität Zürich, durchforstet Interviews, Regierungserklärungen, parlamentarische Debatten und TV-Sendungen zum Ukraine-Konflikt. Die Forschenden wollen in Erfahrung bringen, welche Begriffe am häufigsten verwendet werden. «Russland sieht sich als das Land, das sich seit jeher gegen Angriffe des Westens wehren muss», sagt der Forscher. «Demgegenüber versteht sich die ukrainische Seite wie Polen als letzte Festung

des zivilisierten Europa gegenüber der Barbarei. Russland verkörpert Militärstiefel, etwas Brutales. Die Ukrainer wurden von einer zentralen Episode geprägt: Im 17. Jahrhundert war das Zentrum der Ukraine mehr oder weniger unabhängig. Das war die Kosakenrepublik. Der Kreml anerkannte diese nie und löste den Staat auf.»

Die Argumentation der prorussischen Separatisten «schürt nun wieder die Angst vor einer wirtschaftlichen Katastrophe im Fall eines Beitritts zur EU, da der Osten der Ukraine sehr enge wirtschaftliche Beziehungen zu Russland pflegt», fährt Weiss fort. Wie die Nationalisten und Populisten zahlreicher europäischer Länder kritisiert die Unabhängigkeitsbewegung zudem, dass ein EU-Beitritt einen Souveränitätsverlust mit sich bringen würde. Ein weiterer Streitpunkt: Das ukrainische Parlament hat 2014 ein Gesetz aufgehoben, das der russischen Sprache eine besondere Stellung einräumte. Die Regierung hat die Änderung jedoch nie genehmigt.

## Lenin ist ein gemeinsamer Wert

Gemäss Ulrich Schmid, Professor für Kultur und Gesellschaft Russlands an der Universität St. Gallen, entstanden durch die turbulente Entstehungsgeschichte der Ukraine







**Ob westlich oder nach Russland orientiert: Wladimir Lenin sorgt in der Ukraine für ein Gemeinschaftsgefühl. Das zeigte sich auch während der Euromaidan-Bewegung 2014: In der ostukrainischen Stadt Kramatorsk wurde Lenin mit der ukrainischen Flagge geschmückt.**

Bild: Keystone/EPA/Roman Pilipey

mannigfaltige Identitäten. Im Frühling 2013 und 2015 führte er in der Ukraine zwei Umfragen mit je 6000 Teilnehmenden durch, um die Wertehaltungen nach Region zu kartieren ([mapsukraine.ch](http://mapsukraine.ch)). Die Fragen betrafen fünf Themen: Literatur, Sprache, Geschichte, Religion und Wirtschaft.

«Wir haben ein deutlich differenzierteres Bild erhalten, als die Medien normalerweise zeichnen. Das Vorurteil besagt: Die östliche Ukraine ist rückständig, sowjetisch und prorussisch, der westliche Teil dagegen modern und europafreundlich. Wir haben festgestellt: Die Realität ist nuancierter, und alle Ukrainer teilen gewisse Werte.» Dazu gehört etwa die Bekämpfung der Korruption. Für ein Gemeinschaftsgefühl sorgen auch Persönlichkeiten wie der romantische Dichter Taras Schewtschenko oder Lenin. Das hinderte die Nationalisten nicht daran, während des Euromaidan eine Lenin-Statue zu stürzen und damit bei der Führung der Bewegung für Irritation zu sorgen. Diese war sich bewusst, wie Lenin im Osten und Süden des Landes geschätzt wird.

«Ein weiteres Thema, das häufig vereinfacht wird, ist die Sprache», fährt Schmid fort. Bei der Analyse des Leseverhaltens in der Ukraine hat sich gezeigt, russisch ist über den Osten hinaus in allen Regionen

präsent. Zudem herrscht ein Konsens, wonach alle Ukrainisch beherrschen müssen. Ein beträchtlicher Teil der Bevölkerung spricht denn auch beide Sprachen. Mit Surschyk gibt es ausserdem einen Dialekt, der eine Mischung aus Russisch und Ukrainisch ist. «Interessanterweise sprechen manche Leute, die glauben russisch zu reden, in Wirklichkeit surschyk.»

«In den besetzten Gebieten sind weder Kiew noch Moskau populär.»

Ulrich Schmid

### Die unentschlossene Mehrheit

Noch überraschender war für Schmid die Erkenntnis, dass der Krieg die Regionen geeint hat: «Patriotismus ist selbst in Gebieten zu finden, in denen er traditionell gering war, wie in der Nordbukowina.» Allgemein breitet sich der «Konsens über das ukrainische Selbstverständnis» immer weiter nach Osten aus. In der jüngeren Bevölkerung, die nach dem Zusammenbruch der UdSSR geboren wurde, ist dieses Zugehörigkeitsgefühl zur Ukraine am stärksten.

Die Separatisten scheinen isoliert: «In den besetzten Gebieten zeigen andere Befragungen, die vor und nach dem Beginn der Feindseligkeiten durchgeführt wurden, dass die Identifikation sowohl mit der Ukraine als auch mit Russland zurückgegangen ist. Die Unentschlossenen bilden nun die Mehrheit. Das lässt vermuten, dass dort weder Kiew noch Moskau populär sind. Die Leute haben das Gefühl, ihre Region sei irgendwie verloren.»

Wäre die Dezentralisierung der Ukraine eine Lösung, wie dies regelmässig vorgeschlagen wird? «Das ist wünschenswert, aber nicht realistisch», antwortet Schmid. «Bei der letzten Diskussion im ukrainischen Parlament darüber gab es wütende Demonstrationen mit drei Toten. Das Problem ist: Die Dezentralisierung stellt eine Voraussetzung für das im Februar 2015 geschlossene Minsk-II-Abkommen dar. Für die Ukrainer ist aber klar, dies wurde ihnen von den Russen aufgedrängt. Deshalb stösst diese Option auf wenig Sympathie. Es ist abzuwarten, ob das Abkommen revidiert wird. Ich erwarte jedoch, dass Russland auf einer weitergehenden Autonomie der besetzten Gebiete im Donbass beharren wird.»

Benjamin Keller ist freier Journalist in Tunis.

# Wann ist Schluss mit lustig?

Raphaëla Cueni untersucht den grundrechtlichen Schutz der Satire. In der Schweiz ortet sie Zeichen für eine gesunde Streitkultur. *Von Isabel Zürcher*

Nicht immer hält sich Satire an die Regeln des guten Geschmacks. Und wenn politische oder religiöse Differenzen der begrifflichen Eindeutigkeit Widerstand leisten, steht nicht weniger auf dem Spiel als die freie Meinungsäusserung. In ihrer Promotion bearbeitet Raphaëla Cueni dieses verfassungsrechtlich sensible Feld.

## **Frau Cueni, gibt es vom juristischen Standpunkt her überhaupt eine gültige Definition der satirischen Kommunikation?**

Eine juristische, einfach anwendbare Definition für Satire gibt es nicht. Gerichte in verschiedenen Rechtsordnungen haben jedoch mehr oder weniger zweckmässige Definitionen entwickelt, auch das Schweizerische Bundesgericht. Ein konstitutives Element der Satire ist Irritation, die in Wut oder Aggression umschlagen kann. Satire trifft sozial vereinbarte Normen und nutzt hierfür die ästhetischen Möglichkeiten des sprachlichen und gestischen Ausdrucks.

## **Grosse Fälle der Rechtsprechung sind im Land des Nebelspalters weitgehend ausgeblieben. Können Sie dies erklären?**

Verschiedene Gerichte wie auch der Presserat haben auch in der Schweiz immer wieder satirische Meinungsäusserungen zu beurteilen. Dass die Rechtsprechung zu Satire auf Bundesebene weit weniger ausgeprägt ist als etwa in Deutschland, könnte gerade ein Zeichen für gesunde Streitkultur sein. Denn zu ihr gehört auch die Einsicht, wann gerichtliche Verfahren nicht sinnvoll sind. Grossbritannien ist da beispielhaft: Obwohl die britische Satire unumwunden aggressiv und gezielt boshaft ist, bleiben grössere Gerichtsverfahren aus. Kläger gegen satirische Äusserungen realisieren, dass der mit gerichtlichen Verfahren verbundene Wirbel unabhängig vom Verfahrensausgang in Fällen der Ehrverletzung absolut kontraproduktiv ist.

## **Der Sprengstoff der Satire wird immer wieder sichtbar: an den heftigen Reaktionen auf die Mohammed-Karikaturen in Dänemark, beim Anschlag auf Charlie Hebdo in Paris oder bei der Kontroverse um Jörg Böhmermanns Schmähdgedicht auf Erdogan.**



Ganz offensichtlich ist britische Satire besonders bissig und boshaft – auch wenn sie die Wände einer Kunstgalerie zielt. Grössere Verfahren bleiben auf der Insel jedoch aus.

Bild: Keystone/Camera Press/James Veysey

Die stark mediatisierten Ereignisse unterstreichen Relevanz und Aktualität eines Nachdenkens über Satire und unsere Wahrnehmung der Meinungsfreiheit. Gerade die französische Situation ist interessant: Scheinbar ohne den Widerspruch zu bemerken, betont der Staatspräsident die bedingungslose Meinungsfreiheit und spricht sich in Bezug auf die antisemitischen Äusserungen des Komikers Dieudonné gleichzeitig für deren Einschränkung aus.

Es ist aber zu limitiert, nur die öffentlichkeitswirksamen Fälle zu betrachten. Die rechtlich umstrittensten Fragen in Bezug auf Umfang und Grenzen des grundrechtlichen Schutzes von Satire stellen sich oft in vergleichsweise unspektakulären Fällen. Die Gegenüberstellung von SVP-Nationalrat Oskar Freysinger mit Adolf Hitler in der Walliser Zeitung *Confédéré* beispielsweise wirft Fragen auf, etwa bezüglich des Verhältnisses zwischen Satire und Wahrheit. Der Fall aus dem Jahr 2007 dürfte aber selbst in der Schweiz nur noch wenigen in Erinnerung sein. Im Übrigen sind rechtliche Grundlagen weder dazu geeignet, noch haben sie den Anspruch, moralische und ethische Fragen abschliessend zu beantworten.

## **Allein in der Schweiz als sprachlich, konfessionell und religiös heterogenem Land trifft die Satire auf unterschiedliche Wahrnehmungen. Was bedeuten diese kulturellen Unterschiede juristisch gesehen?**

Die Frage ist, welcher rechtliche Rahmen der Satire einen angemessenen Freiraum gewährt. Die Unterschiede in Ausprägung und Wahrnehmung von Satire, von Humor generell, sind dabei eng verknüpft mit der laufend zu verhandelnden Frage nach dem Verhältnis zwischen Recht und Kultur. Recht ist ja nichts anderes als der Ausdruck einer bestimmten Kultur. Es kreiert aber gleichzeitig einen Rahmen, in dem sich eine Kultur entwickeln kann.

Die Doktorandin Raphaëla Cueni ist Assistentin an der juristischen Fakultät der Universität Basel. Sie ist soeben von einem Forschungsaufenthalt an der Columbia Law School zurückgekehrt.

Isabel Zürcher arbeitet als Kunstwissenschaftlerin und Publizistin in Basel.



## Unterschätzte Gerichtsschreiber

Die zunehmende Arbeitslast der Schweizer Gerichte führt dazu, dass immer mehr Gerichtsschreiber angestellt werden. «Die Öffentlichkeit ist sich der enormen Bedeutung der Gerichtsschreiber nicht bewusst», sagt Peter Bieri vom Institut für öffentliches Recht der Universität Bern. Der auf Justizmanagement spezialisierte Jurist hat vor Kurzem seine Dissertation im Rahmen des Projekts Grundlagen guten Justizmanagements (www.justizforschung.ch) eingereicht.

Das grosse Aufgabenspektrum der Gerichtsschreiber, die stark in Instruktion und Entscheidungsfindung involviert sind, ist eine Schweizer Besonderheit. An vielen Gerichten arbeiten deutlich mehr Gerichtsschreiber als Richter. Die Aufstockung der Arbeitskräfte sei zwar eine naheliegende Lösung. Eine allzu grosse Anzahl von Gerichtsschreibern pro Richter wirkt laut Bieri jedoch verfassungsrechtliche Fragen auf. So müsse geklärt werden, welche richterlichen Funktionen an Gerichtsschreiber delegiert werden dürfen, damit das Recht auf einen gesetzlichen Richter gewahrt bleibe.

Die richterliche Unabhängigkeit sei bedroht, wenn ein Richter mit zu vielen Gerichtsschreibern zusammenarbeite. «Ein seriöses Studium der einzelnen Fälle wird dadurch verunmöglicht und kann zu einer allzu starken Abhängigkeit der Richter von den Gerichtsschreibern führen», sagt Bieri.

Daher sei es wichtig, dass Gerichte gleichzeitig nach anderen Wegen suchten, die Arbeitsmenge besser zu bewältigen. Als mögliche Ansätze schlägt Bieri beispielsweise die Wahl von zusätzlichen Richtern, eine effizientere Bewirtschaftung der Fälle oder den vermehrten Einsatz von Informatik vor. *Livia Willi*

P. Bieri: Law Clerks In Switzerland – A Solution To Cope With The Caseload? International Journal for Court Administration (2016)



Eine grosse Anzahl Gerichtsschreiber pro Richter wirft rechtliche Fragen auf.



Manchmal erfolgt der Griff zum Glas aus Langeweile.

## Schwieriger Alltag nach dem Alkoholentzug

Alkoholabhängige Frauen mit Kindern haben nach einer Therapie verglichen mit Vätern oft ein höheres Rückfallrisiko. Dieser Diskrepanz sind Forschende der Zürcher Fachhochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW) im Departement Soziale Arbeit nachgegangen. Sie wollten wissen, welche Herausforderungen sich diesen Müttern im Alltag stellen. «Nur nicht mehr trinken zu wollen und zu hoffen, dass alles automatisch besser wird, das reicht oftmals nicht», sagt Projektleiterin Silvia Gavez von der ZHAW. Sie und ihr Team haben 14 Frauen interviewt, die sich in der Forel-Klinik einer Entwöhnungstherapie unterzogen haben.

Die Forschenden fanden mehrere herausfordernde Bereiche. Die Rückkehr als Mutter ins soziale Umfeld gelingt dann, wenn die Frauen zum Beispiel mitteilen können, wo sie Unterstützung brauchen, und wenn sie sich mit ihrer Biografie und der Sucht auseinandersetzen. Die Kommunikation mit dem Umfeld erleben die Befragten dabei als Gratwanderung zwischen Offenheit und Tabuisierung.

«Die Mütter wissen oft auch nicht, wie sie das Thema Sucht mit ihren Kindern ansprechen können», sagt Gavez. Die Kinder angemessen zu informieren führt eher zum Ziel, als ihren Fragen aus Scham auszuweichen. Frauen, die ihre eigene Rolle als Hausfrau und Mutter wertschätzen, gelingt der Wiedereinstieg in den Alltag besser als Frauen, die ihr Leben langweilig oder banal finden. Diese Mütter können damit ihr Trinken rechtfertigen. Veränderungen wie eine Trennung oder eine neue Arbeitsstelle nach der Therapie können sich positiv auswirken. Die umfassenden Resultate erscheinen im Herbst als Buch. *Kathrin Zehnder*

S. Gavez et al.: Zurück in den Alltag – Mütter nach Behandlung ihrer Alkoholabhängigkeit. Budrich (2016)

## Der Mythos vom Chalet bröckelt

Von wegen typisch schweizerisch: Das Chalet, für viele der Inbegriff helvetischen Baustils, ist ein deutscher Importschlager, genährt von der Alpenbegeisterung ausländischer Reisender und der Nationalstaatenbildung im 19. Jahrhundert. Zu diesem Schluss kommt Daniel Stockhammer in seiner Dissertation an der ETH Zürich.

Mit dem Mythos des urschweizerischen Holzhauses, nebst Kühen, Käse und Uhren das Symbol für Swissness schlechthin, räumt Stockhammer gründlich auf: «Das Chalet ist keine Schweizer Erfindung», erklärt er. Zwar gab und gibt es in der Schweiz bis heute durchaus eine Holzbautradition. Aber: «Entwürfe und Bauten im «Schweizerstil» sind Konstruktionen meist ausländischer Architekten; ein in Architektur übersetztes Ideal von Ländlichkeit, Tradition und Handwerk für die europäischen Eliten des 18. und 19. Jahrhunderts. Den «Schweizerstil» gab es im Ausland also, bevor man in der Schweiz davon wusste», hält Stockhammer fest.

Erst der Fremdenverkehr brachte das Holzhaus wieder in die Schweiz zurück. Offenbar mit Erfolg: Chaletfabriken und einheimische Architekten begannen nach Vorlagewerken den Schweizerstil zu reproduzieren. Bezeichnend ist, dass auch die Vorlagen für diese Bauten mehrheitlich von ausländischen Autoren stammten. Stockhammers Erklärung dafür: «Die Auswahl und die Reduktion der Vielfalt an regionalen Holzbautraditionen konnten nur von aussen geschehen.»

Der Blick zurück zeigt: Das Bild einer traditionellen Architektur und damit auch die Identitätsbildung der Schweiz ist stärker von aussen, von anderen europäischen Ländern geprägt, als viele es heute wahrhaben wollen. *Astrid Tomczak-Plekawa*

D. Stockhammer: Schweizer Holzbautradition. Ernst Gladbachs Konstruktion eines ländlichen Nationalstils. Dissertation ETH Zürich (2015)



Skizze des «Grutlihaus» von Ernst Gladbach bei der Bauaufnahme 1860 in Seelisberg.

# Mission One Health

Der Epidemiologe Jakob Zinsstag forscht in den armen Ländern des globalen Südens und plädiert für «One Health»: Für eine bessere Gesundheitsversorgung sollen Human- und Tiermedizin, aber auch Ernährung und Umwelt berücksichtigt werden. *Von Irène Dietschi*

**S**eit frühesten Kindheit wusste Jakob Zinsstag genau, was er einmal werden wollte: Missionar oder Entwicklungshelfer. Dieser Wunsch war so stark, dass er als Elfjähriger eine Missionarin in die Sonntagsschule nach Visp, in seinen Geburtsort, einlud und alles über das Wirken in armen Ländern wissen wollte. Später zog es ihn, zweitjüngstes von acht Kindern, regelmässig in den Jura, wo er auf den Bauernhöfen seiner mütterlichen Verwandten auf den Feldern aushalf und die Kühe im Stall versorgte. Die Liebe zu den Tieren bewog ihn, Veterinärmedizin zu studieren. Mit 25 arbeitete Zinsstag als frischer Dr. med. vet. in einer Grosstierpraxis in Pruntrut, während seine Frau ihre erste Stelle als reformierte Pfarrerin antrat. Die Zukunft versprach ein Leben in geregelten Bahnen. Sorglos und einträglich. Doch Zinsstag langweilte sich.

## Veränderung ist das Grösste

Heute ist der 54-Jährige Titularprofessor für Epidemiologie am Schweizerischen Tropen- und Public-Health-Institut (Swiss TPH) in Basel - und sein Leben könnte nicht aufregender sein. Soeben kommt er von einem zweitägigen Symposium des Collegium Helveticum zur Krebsforschung. Vorher war er in Äthiopien, wo er zusammen mit lokalen Partnern und seinem Team die Gesundheitsversorgung der Nomaden in Ogaden, dem somalischen Regionalstaat im Süden des Landes, erfassen und verbessern will. «Wir sind dort seit Beginn mit gemischten Teams unterwegs - Human- und Veterinärmedizinern, aber auch Spezialisten für Weidewirtschaft, Ethnologen und anderen Humanwissenschaftlern», erklärt er. «Herausfinden wollen wir: Wie ist der Ernährungszustand der Kinder? Haben schwangere Frauen Zugang zu Hebammen? Wie ist der Boden beschaffen, wie geht es den Tieren?» Aus den Ergebnissen

werden sie Ideen ableiten, wie man die Gesundheitsdienste vor Ort an die Bedürfnisse der Menschen anpassen könnte.

«One Health» heisst dieser Ansatz, der Human- und Tiermedizin, aber auch Lebensmittelproduktion und Umweltbedingungen berücksichtigt. Zinsstag ist einer der wichtigsten Vertreter dieser Forschungsrichtung, er hat unzählige Artikel darüber geschrieben, ein Buch herausgegeben und vor allem sehr viele Projekte in ganz unterschiedlichen Regionen der Welt initiiert, in Afrika, Asien, Zentralamerika. Alle sind dem One-Health-Ansatz verpflichtet. Fast ein Drittel seiner Arbeitszeit verbringt er auf Reisen. «Es sind viele Projekte, doch wir finden immer einen Weg», sagt er ernsthaft, während wir zum nahen Café marschieren. Sein breitbeiniger Gang verrät noch immer den Bauern, der er auch hätte werden können. Neben One Health haben seine Projekte einen weiteren gemeinsamen Nenner: Sie sind transdisziplinär. Das heisst: Die Menschen vor Ort sind genauso in die Forschung eingebunden wie die Schweizer Wissenschaftler, die sie angestossen haben. «Für mich ist die akademische Welt Mittel zum Zweck: Nicht die Publikation ist das höchste der Gefühle, sondern die Veränderung, die ich bewirken kann», sagt er.

## Von Afrika nach Basel

Der Tierarztpraxis in Pruntrut kehrte Jakob Zinsstag damals den Rücken, um sich als Postdoc am Swiss TPH zu verpflichten. Danach lebten er und seine Frau mit vier kleinen Töchtern, die zwischen 1989 und 1996 zur Welt kamen, acht Jahre lang in Westafrika. Zinsstag war Projektleiter in einem internationalen Forschungszentrum für Schlafkrankheit in Gambia, anschliessend Direktor des Centre Suisse de Recherches Scientifiques in Abidjan, Elfenbeinküste.

Valérie Chérelat







«Für mich ist die akademische Welt Mittel zum Zweck.»

Es war Marcel Tanner, der Zinsstag zurück in die Schweiz holte. «Ich schlug ihm vor, aus der Sicht der Veterinärmedizin ein Forschungsprogramm für die nomadische Bevölkerung in Tschad aufzubauen. Weil diese so eng mit ihren Tieren zusammenlebt und weil weltweit zoonotische Erkrankungen - Krankheiten, die in Mensch und Tier vorkommen - eine grosse globale Herausforderung darstellen», erzählt der langjährige Direktor des Swiss TPH, offenkundig noch heute begeistert über seinen Schachzug im Jahr 1998. «Der Gedanke dahinter war, veterinär- und humanmedizinische Dienste zu koppeln und das Konzept von One Health umzusetzen.»

#### **Hunde impfen statt Bisse behandeln**

Die Idee verfiel. Unterstützt vom Schweizerischen Nationalfonds stellten Zinsstag und sein Team bei ihren Feldstudien fest, dass die Kühe der nomadischen Gemeinschaften geimpft waren, die Kinder jedoch kaum. «Also lag es auf der Hand, gemeinsame Impfdienste für Mensch und Tier auf die Beine zu stellen, indem man die Kühlkette und den Transport teilte.» Die Daten der Basler Forscher helfen auch mit, in Tschad die Tollwut zu bekämpfen. Die Krankheit bedroht in Afrika Millionen von Menschen und wird hauptsächlich von Hunden übertragen, was vor allem in den Städten ein Problem ist. «Wir haben ein mathematisches Modell entwickelt, aufgrund dessen wissen wir: Es ist wirksamer und kostengünstiger, präventiv alle Hunde zu impfen, als einzelne Menschen nach Hundebissen zu behandeln», erzählt Zinsstag.

Mit seinem Team führte er 2012 und 2013 in N'Djamena eine Massenimpfkampagne an 20 000 Hunden durch, was die Übertragung der Tollwut in der Hauptstadt zusammenbrechen liess. Der Beweis war erbracht: «Die Tollwut kann ausgerottet werden - ein

Ziel, das Afrika bis 2030 erreichen will.» Entscheidend, betont Zinsstag, sei dabei das Engagement des tschadischen Staats gewesen, der sich mit Personal und dem Bereitstellen der Logistik an der Aktion beteiligt habe.

Parallel zu seinen Einsätzen auf dem Feld trieb Jakob Zinsstag seine akademische Karriere voran. 2004 wurde er Privatdozent der Universität Basel, 2008 erhielt er zwei verlockende Angebote: von der Universität München als Professor für tropische Veterinärmedizin und von der Universität Zürich als Professor für Epidemiologie. Beide lehnte er ab. Aus Loyalität zum Swiss TPH. «Die Arbeitsbedingungen hier sind einmalig.» Zinsstag gerät ins Schwärmen und beschreibt mit leuchtenden Augen die Epiphanie, als ihm damals klar geworden sei, dass er als Tierarzt auf das Wissen von 20, 30 Disziplinen zugreifen und dieses gewinnbringend in die Entwicklungsländer tragen könne.

Irgendwie ist aus ihm doch ein Missionar geworden.

Irène Dietschi ist freie Wissenschaftsjournalistin in Zürich.

#### **Ein Arzt für alle**

Neben One Health vertritt Jakob Zinsstag konsequent die Transdisziplinarität. Seine Projekte schliessen stets lokale Partner aus anderen Disziplinen ein. Schon am Centre Suisse in Abidjan bewirkte er so einen Paradigmenwechsel: Aus der Forschungsdestination für Schweizer schuf er eine Plattform, die lokale Forschende einbezog.

# Mikroben: Die neuen Partner der Bauern

Pilze und Bakterien machen Böden fruchtbar oder schaden den Pflanzen. Mit molekularbiologischen Methoden versuchen Forschende, Nützlinge und Schädlinge zu unterscheiden.

Von Florian Fisch

**D**ie Menschheit steht vor erheblichen Herausforderungen, wenn sie mehr Nahrung für eine wachsende Weltbevölkerung produzieren muss und dabei die Umwelt nur minimal beeinträchtigen darf. Mark Bailey vom Centre for Ecology and Hydrology im englischen Wallingford betrachtet die grossen Zusammenhänge. Sein Studienobjekt hingegen ist zu klein für das blosser Auge: die Gemeinschaft der Bakterien, Pilze und anderer Mikroben im Boden.

Geht es um die Bodenmikroflora, ist in vielen Fachartikeln gar von einer Revolution die Rede. Gern vergleicht man mit der Erfindung des Ackerbaus vor 10 000 Jahren oder der Entwicklung von Hochleistungssorten vor 50 Jahren. Ausgelöst wurde die gegenwärtige Aufbruchsstimmung durch neue molekularbiologische Methoden, die es erlauben, ganze mikrobielle Gemeinschaften aufs Mal zu analysieren (siehe «Mikroben identifizieren am Laufmeter»).

«In einem Gramm Boden befinden sich rund zehn Milliarden Mikroorganismen.»

Franco Widmer

Die Bakterien eines anderen Lebensraums, des Darms, sorgen zurzeit für Schlagzeilen. Dort helfen sie uns verdauen, schützen uns vor Krankheiten und Allergien, stellen Vitamine her und beeinflussen möglicherweise sogar unseren Gemütszustand. In den USA wurden bereits mehrere Projekte zum Studium dieser Gemeinschaften lanciert: Das Human Microbiome Project startete 2008. Der Boden rückte 2010 im Earth Microbiome Project, an dem auch Mark Bailey beteiligt ist, ins Zentrum. Und im Mai 2016 investierte die US-Regierung über 100 Millionen Dollar in eine themenübergreifende National Microbiome Initiative.

## Mit Mist kommt Vielfalt

In der Schweiz ist Franco Widmer von der Eidgenössischen Forschungsanstalt Agroscope in Reckenholz einer der Experten für die mikrobielle Diversität im Boden.

Die zu bestimmen ist eine grosse Herausforderung: «In einem Gramm Boden befinden sich bis zehn Milliarden Mikroorganismen, die etwa 7000 verschiedenen Arten angehören.» Er und ein Team der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) und vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) haben die Mikroflora in Böden verglichen, die über Jahrzehnte mit biologischem oder konventionellem Landbau bearbeitet wurden (siehe «Ackerbau im Langzeitvergleich»).

Dabei zeigte sich, dass vor allem die Art der Düngung einen grossen Einfluss auf die Mikroben hatte. Böden, auf denen Mist und Gülle ausgebracht wurde, hatten eine grössere Diversität als rein mineralisch gedüngte. Wurde überhaupt nicht gedüngt, beheimateten sie wieder andere Bakterien- und Pilzgemeinschaften.

Für eine neue, noch nicht publizierte Arbeit beobachteten die Forschenden um Widmer je zehn verschiedene Wald-, Acker- und Wiesenböden in der Schweiz über fünf Jahre. Auch hier war das mikrobielle Artenspektrum im Untergrund charakteristisch für den Typ Landschaftsnutzung darüber. «Wir können anhand der Mikroflora sagen, um welche Art von Boden es sich handelt», sagt Widmer. Und die Zusammensetzung änderte sich kaum über die Zeit.

## Bakterien schützen vor Pilzen

Welchen Einfluss umgekehrt Bakterien und Pilze auf die Gesundheit der Pflanzen haben, studiert Monika Maurhofer von der ETH Zürich im Labor. «Wir wissen, dass es krankheitsfördernde und -unterdrückende Böden gibt», sagt Maurhofer. Die grosse Frage ist dabei allerdings, welche der vielen Kleinstlebewesen dafür wichtig sind.

Im Nationalen Forschungsprogramm «Ressource Boden» (NFP 68) untersuchten die Forschenden, ob für ihre Antipilzaktivität bekannte Bodenbakterien, so genannte Pseudomonaden, die Pflanzen tatsächlich schützen können. Deshalb haben sie zehn Böden aus verschiedenen Weizenfeldern gesammelt und auf drei Pseudomonaden-Arten untersucht. Sie bestimmten, ob die für die Arten typischen Gene vorhanden waren. Anschliessend wurden die Böden im Labor wieder mit Weizen bepflanzt und

der Effekt von zwei beigegebenen krankheitserregenden Pilzen untersucht. Wie erwartet fanden sie grosse Unterschiede zwischen den Böden. Es gab auch einen Zusammenhang mit der Präsenz der Pseudomonaden, doch der war eher schwach.

## Diversität ist nicht alles

«So einfach ist die Sache offenbar nicht», folgert Maurhofer: «Ideal wäre, wenn wir Zeigerorganismen hätten, die uns sagen, ob ein Boden für den Weizenanbau geeignet ist oder nicht.» Unter Bodenbiologen sind historische Tabakmonokulturen aus Morens bei Payerne (VD) bekannt, in denen erstaunlicherweise über Jahrzehnte keine Probleme mit pathogenen Pilzen auftauchten. Gerne wüsste man, was diese Böden so gesund machte. Eines ist für Maurhofer klar: «Es gilt nicht generell: Je diverser die Mikroflora, desto gesünder der Boden. Eine gewisse Diversität ist wichtig, aber wir kennen die relevanten Arten noch nicht.» Von einer molekularbiologischen Qualifizierung des Ackers sind wir also noch weit entfernt.

«Es gilt nicht generell: Je diverser die Mikroflora, desto gesünder der Boden.»

Monika Maurhofer

Dem pflichtet auch Bailey vom Earth Microbiome Project bei: «Die Manipulation des Mikrobioms unter Feldbedingungen ist experimentell schwer zu erreichen.» Die Rolle der gesamten Mikroflora ist schwierig zu bestimmen. Trotz aller Unklarheiten betont er: «Fruchtbare Ackerflächen weisen auch die höchste bakterielle Diversität auf.» Eine höhere Vielfalt kann gleichzeitig mehr schützende Organismen und auch eine grössere Zahl von Krankheitserregern bringen.

Die Gesundheit der Böden kann durchaus beeinflusst werden. Die mechanische Bearbeitung führt zu einer starken Verdichtung und damit zu einer schwächeren Belüftung. Die Böden werden durch die damit einhergehende Veränderung der Mikroflora für gewisse Pflanzen toxisch. Die pfluglose Bearbeitung wird daher





**Auch die Rüebli im entwässerten Moorboden des Berner Seelands profitieren von einer vielfältigen Mikroflora.**

Bild: Agroscope (Gabriela Brändle, Urs Zihlmann) und LANAT (Andreas Chervet)

angestrebt. Auch eine abwechslungsreiche Fruchtfolge verhindert die Anreicherung gewisser Krankheitserreger.

Sogar die Beigabe von gewissen Kleinstlebewesen hat einen positiven Effekt auf die Pflanzengesundheit. Zum Beispiel können Schadinsekten erfolgreich mit Fadenwürmern biologisch bekämpft werden. Gute Pilze werden gegen Maikäfer eingesetzt und Pseudomonaden gegen schlechte Pilze.

**Symbiose-Pilze züchten**

Die bekanntesten Nützlingle sind jedoch Mykorrhiza-Pilze, die mit den Wurzeln der Pflanzen eine Symbiose eingehen. Die Pilzsporen werden in der biologischen Landwirtschaft schon länger zusammen mit dem Saatgut ausgebracht. Ian Sanders

von der Universität Lausanne ging noch einen Schritt weiter und erfand eine Methode, wie diese Pilze gezielt gezüchtet werden können. Reiskulturen im Labor und erste Freilandversuche mit Maniokkulturen zeigten beeindruckende Ertragssteigerungen.

Sanders formulierte 2014 seinen Traum im Podcast Gastropod so: «Während Jahrtausenden haben Menschen dank natürlicher genetischer Variation Pflanzen gezüchtet und den Ertrag erhöht. Es gibt keinen Grund, warum wir dies mit Mykorrhiza-Pilzen nicht auch tun könnten.» Auch diese Revolution wird jedoch noch viele Jahre dauern.

Florian Fisch ist Wissenschaftsredaktor des SNF.

**Ackerbau im Langzeitvergleich**

Seit 1978 läuft in Therwil bei Basel ein einzigartiger Langzeitvergleich fünf verschiedener Arten der Landwirtschaft: biodynamisch, bioorganisch, konventionell-integriert, konventionell-mineralisch und völlig ungedüngt. Nach bald 40 Jahren Laufzeit des DOK-Versuchs zeigt sich, dass der Ertrag bei den biologischen Verfahren je nach Kultur bis zu 20 Prozent tiefer ist. Im Gegenzug muss dafür aber insgesamt auch bis zu 35 Prozent weniger Energie aufgewendet werden – die Herstellung von Dünger und Spritzmitteln wird eingerechnet. Der Versuch ist eine Zusammenarbeit von Agroscope und dem FIBL.

**Mikroben identifizieren am Laufmeter**

Mit modernen molekularbiologischen Methoden ist es möglich, in wenigen Tagen fast alle Bakterien und Pilze in verschiedenen Lebensräumen zu bestimmen – sei es im menschlichen Darm oder im Boden. Dafür wird nach bestimmten Genen (beispielsweise für die Ribosomen-RNA) gesucht, anhand derer die Mikroben verschiedenen Gruppen zugeordnet werden. Es entsteht ein Überblick über die gesamte mikrobielle Gemeinschaft – das Mikrobiom – und deren Diversität.

# Wie's der Bauch dem Kopf sagt

Die Kommunikation zwischen Verdauungstrakt und Gehirn beeinflusst unser Essverhalten. Eine bessere Kenntnis der Signalwege könnte deshalb neue Therapien gegen Fettleibigkeit ermöglichen. Von *Stéphane Praz*

**D**er Mensch isst, weil er Hunger hat – und aus tausend anderen Gründen: zum Beispiel Lust, Frust oder Stress. Dass der Verdauungstrakt und das Gehirn unser Essverhalten gemeinsam steuern, ist schon seit langem klar. Die Frage, wie sie dies tun, gewinnt ebenso schnell an Relevanz, wie sich Übergewicht, Adipositas und Diabetes Typ 2 verbreiten.

Allerdings konzentrieren sich die heute effizientesten Methoden zur Reduktion von massivem Übergewicht ausschliesslich auf chirurgische Eingriffe im Verdauungstrakt: Magen-Bypass und Reduktion des Magen-volumens (Schlauchmagen). «Überraschenderweise haben diese anatomisch völlig unterschiedlichen Veränderungen denselben Haupteffekt, nämlich eine totale und dauerhafte Umstellung des Hormonhaushaltes», erklärt Ralph Peterli, Übergewichtschirurg und Forscher am Basler Claraspital. Seinem Team gelang es 2009 erstmals, dies beim Schlauchmagen zu zeigen.

«Und da kommt das Gehirn ins Spiel», sagt Peterli. «Dieses muss beteiligt sein, wenn Patienten nach der Operation plötzlich keine Lust mehr auf Fettessen haben, dafür beim Gemüse zugreifen.» Aktuell analysieren die Forschenden am Claraspital mittels funktioneller Magnetresonanztomografie (fMRI), wie das Gehirn von Probanden auf die Einnahme verschiedener Nahrungsmittel reagiert.

## Ratten fressen mehr, aber seltener

Doch wie gelangen die Signale überhaupt vom Bauch in den Kopf? Das will Wolfgang Langhans, Physiologe an der ETH Zürich, herausfinden. «Daraus könnten sich pharmakologische Strategien ergeben als Alternative zu den chirurgischen Eingriffen. Denn diese sind mit Risiken verbunden», sagt Langhans. Er erforscht unter anderem die Rolle des Hormons «glucagon-like peptide 1» (GLP-1), das als Sättigungshormon bekannt ist. Es wird in grossen Mengen produziert, sobald sich der Darm mit Nah-

rung füllt. Wie alle Hormone gelangt GLP-1 vermutlich via Blutkreislauf ins Gehirn, wo es wirksam wird. Langhans und sein Team vermuten jedoch, dass GLP-1 auch Nervensignale sendet, indem es an die GLP-1-Rezeptoren des Vagusnervs dockt, der Darm und Gehirn verbindet.

«Die Chirurgie beeinflusst fünfzig oder hundert Hormon-Mechanismen gleichzeitig.»

Ralph Peterli

Ihre Hypothese haben sie an Ratten untersucht, bei denen GLP-1 dieselbe Funktion hat wie beim Menschen. In den Vagusnerv der Tiere spritzten die Forscher Viren mit künstlich verändertem Erbgut, so genannte virale Vektoren. Diese hemmen die Herstellung von GLP-1-Rezeptoren in den Nervenzellen des Darms. Die Zahl der Rezeptoren reduzierte sich in der Folge um etwa die Hälfte.

Tatsächlich bewirkte die so herunterregulierte GLP-1-Nervenverbindung vom Darm zum Gehirn eine Veränderung des Essverhaltens: Die Ratten fressen länger und mehr pro Mahlzeit, und sie zeigten danach deutlich höhere Blutzuckerwerte. Allerdings änderte sich die gesamte pro Tag

eingenommene Nahrungsmenge nicht. Die Tiere assen zwar mehr aufs Mal, dafür weniger oft.

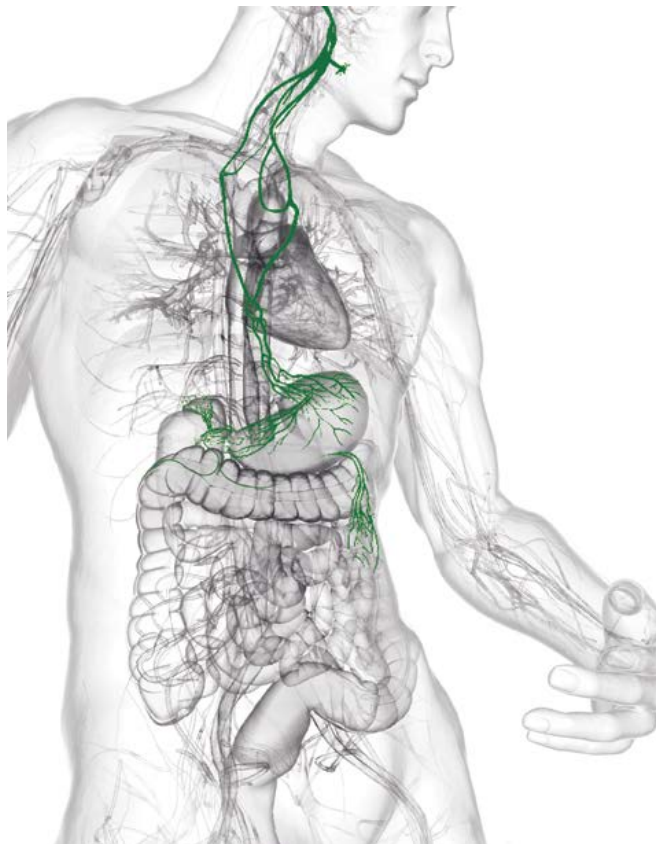
## Die Chirurgie wirkt nachhaltiger

«Das Resultat mag vielleicht etwas enttäuschend erscheinen», sagt Langhans, «doch es ist physiologisch faszinierend. Es bestätigt eine Rolle von GLP-1 und Vagusnerv bei der Sättigung, zeigt aber auch, dass die Steuerung der Nahrungsaufnahme sehr robust angelegt ist.»

Davon ist auch Peterli vom Claraspital überzeugt. Doch genau deshalb zweifelt er an einer pharmakologischen Alternative zur Operation: «Die Chirurgie wirkt nicht nur auf ein oder zwei Hormone, sie beeinflusst fünfzig oder hundert Mechanismen gleichzeitig. Die meisten davon kennen wir gar nicht.» Allerdings kann auch er sich vorstellen, dass Hormonpräparate oder Rezeptorblocker die Wirkung der Operation unterstützen könnten. Die praktische Anwendung von Wirkstoffen zeichnet sich also ab. Von einer umfassenden Klärung der vielfältigen Zusammenhänge zwischen Darm und Gehirn dürfte die Wissenschaft noch weit entfernt sein.

Stéphane Praz ist freier Wissenschaftsjournalist.

J. P. Krieger et al.: Knockdown of GLP-1 Receptors in Vagal Afferents Affects Normal Food Intake and Glycemia. *Diabetes* (2016)



Der Vagusnerv (grün) und die Hormone arbeiten eng zusammen, um das Gehirn über den Zustand der Eingeweide zu informieren.

Bild: Bryan Christie Design



Salome Dürr



Streunende Hunde verbreiten Viren übers Land.

## Computermodell gegen Tollwut

Die Tollwut ist noch lange nicht besiegt: Jedes Jahr sterben in Afrika und Asien über 55 000 Menschen an der Seuche. Experten vermuten, das Virus schaffe früher oder später den Sprung von Indonesien in das bisher tollwutfreie Australien - vielleicht durch einen infizierten Hund auf einem Fischerboot.

Was dann passieren könnte, zeigt ein neues Computermodell, das von Salome Dürr von der Universität Bern zusammen mit australischen Kollegen entwickelt wurde: Es simuliert die Ausbreitung der Tollwut innerhalb einer Hundepopulation durch Bisse und soll den Behörden helfen, eine Bekämpfungsstrategie auszuarbeiten.

Das grösste Übertragungsrisiko geht demnach von den freilaufenden Hunden in nordaustralischen Aborigines-Siedlungen aus. In einer Feldstudie hat Dürr die Bewegungsmuster von 69 Hunden in sechs Dörfern mit Hilfe von GPS-Halsbändern analysiert. Einige Exemplare entfernten sich dabei so weit von den Dörfern, dass sie Wildhunde anstecken könnten. Eine Umfrage ergab einen weiteren Risikofaktor: Gut die Hälfte der Hundebesitzer aus diesen Dörfern nimmt ihre Tiere öfter auf Jagdausflüge mit.

Dieser Grad an Mobilität reicht gemäss Computermodell aus, um eine Epidemie auszulösen. «Ohne geeignete Gegenmassnahmen kann sich die Tollwut in Australien wie ein Feuer ausbreiten», befürchtet Dürr. Ihre Simulation zeigt aber auch, dass eine rasche Impfaktion einen Ausbruch innerhalb weniger Monate stoppen könnte. Andere Massnahmen - wie das Einsperren oder Anleinen der Hunde - wären unzureichend und nur schwer durchsetzbar.

Demnächst soll das Modell auch in anderen Ländern zum Einsatz kommen - etwa im Tschad, in dessen Hauptstadt zurzeit die Hundetollwut bekämpft wird. *Yvonne Vahlensieck*

E. G. Hudson et al.: A Survey of Dog Owners in Remote Northern Australian Indigenous Communities to Inform Rabies Incursion Planning. PLOS Neglected Tropical Diseases (2016)

## Im Akkord neue Antibiotika bauen

Der Menschheit gehen die wirksamen Antibiotika aus, weil Bakterien dagegen resistent werden. Nun hat ein Forscherteam der Universität Harvard in den USA eine neue Technik entwickelt, mit der in kurzer Zeit Hunderte neue Wirkstoffe synthetisiert werden können.

Bisher liessen sich neue Verbindungen nur herstellen, indem man an geeigneten Stellen aussen an den Antibiotika weitere Atomgruppen anhängt, um so ein neues, aber sehr ähnliches Molekül zu erhalten. «Das ist eine sehr ineffiziente Methode, mit der in den letzten sechzig Jahren gerade mal sechs neue Antibiotika entdeckt wurden», sagt Prozess-Chemikerin Audrey Langlois, die als Postdoc beim Harvard-Projekt mit dabei war und heute bei Novartis arbeitet.

So ist man auch bei den so genannten Makrolid-Antibiotika vorgegangen - ringförmige Moleküle, die ursprünglich aus Pilzen und Bakterien stammen. Bei ihrer neuen Vorgehensweise zerlegten die Forschenden die Makrolide erst in viele kleine Bestandteile. Daraufhin veränderten sie diese Bruchstücke und setzten sie zu neuen Makroliden zusammen. Diese waren jetzt in ihrer inneren Struktur ganz anders gebaut.

Auf diese Weise sind inzwischen 350 neue Moleküle entstanden. Rund achtzig Prozent von ihnen zeigten bei ersten Tests eine antibiotische Wirkung. Zwei davon konnten sogar multiresistente Bakterien abtöten. Die Technik könnte nun auch auf andere Antibiotika-Gruppen wie etwa die Penicilline angewendet werden. «Natürlich dauert es immer noch Jahre, bis aus den neuen Verbindungen ein Wirkstoff entsteht. Aber mit dem Material können wir jetzt arbeiten», sagt Langlois.

*Atlant Bieri*

I. B. Seiple et al.: A platform for the discovery of new macrolide antibiotics. Nature (2016)

James Gathany/CDC



Multiresistente Bakterien (rechts) halten eine wachsende Zahl von Antibiotika in Schach.



tisskananay/Shutterstock

Der Zeitpunkt der Geburt bestimmt mit, wie gut sich ein Kind im Schulalter konzentrieren kann.

## Gehirne extrem Frühgeborener sind anders vernetzt

Dank medizinischer Fortschritte erleiden Kinder, die vor der 28. Schwangerschaftswoche und damit viel zu früh zur Welt kommen, heute selten schwere Hirnschäden. Dennoch haben sie in der Schule Probleme: Sie lernen schlechter, sind weniger konzentrationsfähig und haben Mühe, die Emotionen ihrer Mitschüler richtig zu interpretieren. Das führt im späteren Leben zu erheblichen Belastungen für die Betroffenen und ihr Umfeld.

Auf der Suche nach der Ursache stellten Forscher das Konnektom - also sämtliche Verbindungen zwischen Nervenfasern im Gehirn - jugendlicher Betroffener mit Hilfe der Diffusions-Kernspintomografie dar. Dann beschrieben sie mit Methoden der Netzwerkanalyse, wie intensiv Nervenfasern innerhalb definierter Module miteinander kommunizieren und wie stark die Module untereinander vernetzt sind.

Die Ergebnisse fasst die Studienleiterin Petra Hüppi vom Universitätsspital Genf in einem Satz so zusammen: «Wir haben den Ursprung dieses Verhaltens hinter der Stirn lokalisiert.» Bestimmte Bereiche im Frontallappen, die bereits in den frühen Phasen der Entwicklung angelegt werden, sind bei extrem früh und sehr untergewichtig geborenen Kindern anders miteinander und mit dem limbischen System verknüpft als bei normal geborenen Kindern. Der Frontallappen und das limbische System sind genau die Gehirnareale, die im späteren Leben für die Konzentration und das Interpretieren von Emotionen wichtig sind.

Basierend auf diesen Daten will Hüppi in den nächsten Jahren testen, ob gezielte Förderung durch Musik, Lern- und Aufmerksamkeitstraining zwischen Geburt und dem dreizehnten Lebensjahr diese Hirnareale positiv beeinflussen und damit den betroffenen Kindern helfen kann. *Karin Hollricher*

E. Fische-Gomez et al.: Brain network characterization of high-risk preterm-born school-age children. Neuroimage: Clinical (2016)

# Die passende Geste

Bionische Prothesen müssen noch präziser und zuverlässiger werden. Um dies zu erreichen, lernen Algorithmen nun von Datenbanken mit natürlichen Bewegungen. Von Geneviève Ruiz

**D**ie meisten Personen mit Amputationen verwenden Prothesen aus rein kosmetischen Gründen. Es fällt ihnen schwer, bionische Gliedmassen zu akzeptieren, die kompliziert sind und unnatürlich wirkende Bewegungen ausführen. Die meisten auf dem Markt verfügbaren Modelle beherrschen nur wenige einfache Gesten, wie das Öffnen und Schliessen der Hand, die ausserdem oft ruckartig ausgeführt werden. Zudem können die Anwender die Stärke der Bewegungen nicht immer gut kontrollieren, was zu Sicherheitsproblemen führen kann.

Wissenschaftler versuchen die Prothesen so zu verbessern, dass diese natürliche Extremitäten besser imitieren. Dabei greifen sie auf maschinelles Lernen zurück – eine Technik, die insbesondere bei der künstlichen Intelligenz zur Anwendung kommt. Mit den Algorithmen lernt die Prothese aus der Beobachtung natürlicher Gesten, Bewegungen richtig auszuführen.

## Hilfe von Physiotherapeuten

Henning Müller, Professor am Institut für Wirtschaftsinformatik der Fachhochschule Wallis in Siders, möchte für die Wissenschaft die grösste Datenbank von Handbewegungen aufbauen. Gegenwärtig umfasst die Datenbank rund fünfzig Gesten, die bei 78 gesunden oder amputierten Teilnehmenden erfasst wurden. «Wir wurden dabei von Physiotherapeuten unterstützt, die im Alltag mit amputierten Personen arbeiten», erklärt Müller. «Mit diesen Daten lassen sich Algorithmen schreiben, die die Geschicklichkeit der Prothesen verbessern, wodurch sie von den Patienten besser akzeptiert werden.»

Ein weiterer Aspekt des Projekts besteht darin, die beteiligten neuropsychologischen Mechanismen besser zu verstehen. «Wir wissen nicht genau, wie sich Amputationen auf das Gehirn auswirken», fährt der Forscher fort. «Dieser Aspekt ist jedoch essenziell für intelligente Prothesen, die die Patienten in ihren Körper zu integrieren bereit sind.» Der Spezialist will auch verstehen, weshalb bestimmte Personen besser mit dem Einsatz ihrer Prothese zurechtkommen. Seine Arbeiten zeigen, dass



Mit einer «führenden» Prothese, die dem Gehirn per Implantat eine Rückmeldung gibt, können Amputierte ihre Bewegungen besser kontrollieren.

Bild: Lifehand2/Patrizia Tocci

die Präzision der Bewegungen steigt, je weiter die Amputation zurückliegt und je intensiver die Phantomschmerzen sind, die durch das Fehlen der Extremität verursacht sind. Beides geht wahrscheinlich mit stärker vernetzten Nerven einher.

## Aus Fehlern lernen

Maschinelles Lernen steht auch im Mittelpunkt der Arbeiten von José Millán. Bereits 2010 entwickelte der Forscher der EPFL einen gedankengesteuerten Rollstuhl. Dabei misst eine Haube mit Elektroden die neuronalen Impulse des Gehirns. Vor Kurzem entwickelte Millán neue Schnittstellen zwischen Hirn und Maschine, die selbständig lernen, die Bewegungen eines Roboterarms korrekt zu steuern. «Das Hirn sendet einen spezifischen elektrischen Impuls aus, wenn eine Geste misslingt», erklärt Millán. Seine Vorrichtung dekodiert dieses Fehlersignal und leitet es an einen künstlichen Arm weiter, der so zwischen korrekten und falschen Bewegungen unterscheidet und eine Datenbank mit Abläufen anlegt. «Mit diesem Ansatz lassen sich schneller Ergebnisse erzielen. Sonst müsste der Patient völlig neue motorische Fähigkeiten erwerben. Das braucht sehr viel Zeit, wie man bei Kindern sehen kann.»

Andere Forschende verwenden Implantate, um die Maschine direkt mit dem Gehirn oder peripheren Armnerven zu verbinden. Zum Beispiel Silvestro Micera vom Zentrum für Neuroprothesen der EPFL. Seiner Gruppe gelang es 2014, einem amputierten Patienten eine Art Tastsinn zurückzugeben. Die künstliche Hand wandelt sensorische Informationen in elektrische Reize um, diese wiederum werden durch im Arm implantierte Elektroden in Nervenimpulse übersetzt. Micera ist überzeugt, dass künftig sämtliche Prothesen über ein Implantat verbunden werden: «Damit ein Patient seine Prothese annimmt, muss ihm diese natürliche Empfindungen vermitteln. Das lässt sich am besten über Implantate erreichen.»

Doch die Grundfrage bleibt: Sind die von Amputationen betroffenen Personen bereit, künstliche Gliedmassen so eng an ihren Körper zu binden?

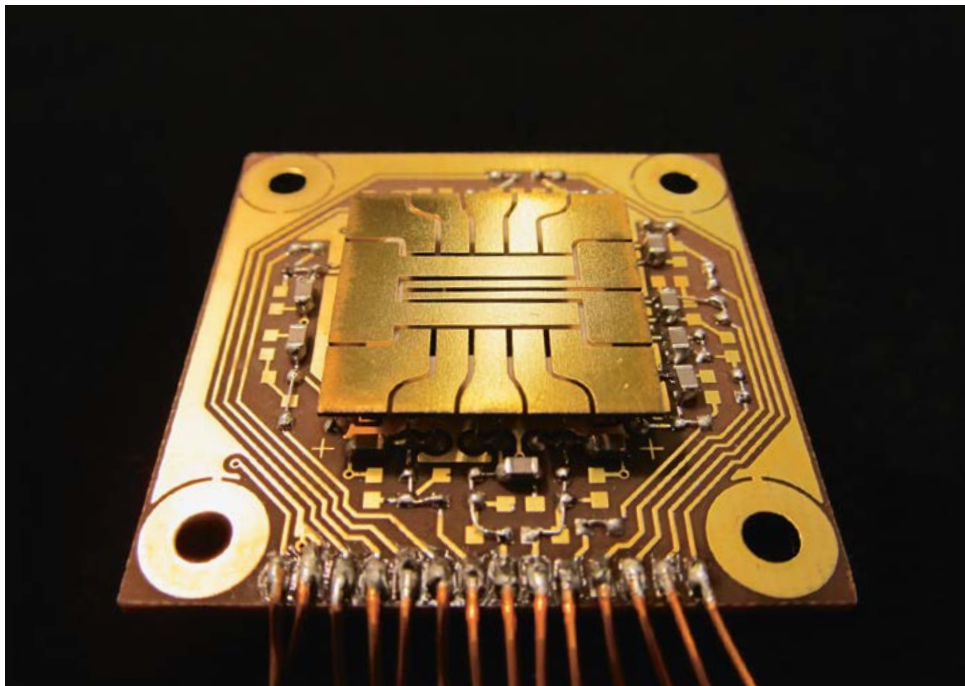
Geneviève Ruiz aus Nyon ist Chefredaktorin der Zeitschrift *Hémisphères*.

—  
M. Atzori et al.: Effect of clinical parameters on the control of myoelectric robotic prosthetic hands. *Journal of Rehabilitation Research & Development* (2016)



# Ein Quantensprung für die Industrie

Die EU fördert die Quantentechnologie mit einer Milliarde Euro durch ein neues Flaggschiff-Programm. Schweizer Forschende versuchen derweil die Quantenphysik vom Labor auf den Markt zu bringen. *Von Edwin Cartlidge*



Mit dem an der Universität Basel entwickelten Chip werden Atome eingefangen und auf  $-275$  Grad gekühlt. Solche Geräte könnten einmal Quanteninformationen speichern. Bild: Stefan Willitsch

**D**ie Idee der Quanteninformatik ist verführerisch. Während herkömmliche Computer Daten als digitale Bits verarbeiten, lassen die ungewohnten Gesetze der mikroskopischen Welt Quantenbits (oder Qubits) zu. Dabei können die Zustände 0 und 1 gleichzeitig bestehen und auch miteinander «verschränkt» sein. Diese Eigenschaften erlauben Quantencomputern, zumindest theoretisch, gleichzeitig mit allen durch einen Satz von Qubits festgelegten möglichen Werten zu operieren. Dadurch wächst die Verarbeitungsgeschwindigkeit bei bestimmten Problemen gegenüber heutigen Rechnern exponentiell.

In der Grundlagenforschung für diese Computer - sowie für quantenmechanische Anwendungen wie Kryptografie und Messtechnik - gehört die Schweiz zu den führenden Ländern: Auf der aktuellsten Rangliste der Zitierungen in den Quantenwissenschaften lag sie gemäss Technopolis 2011 zusammen mit Österreich an der Spitze. Seit fünf Jahren sind die Forschungsgruppen aus allen Landesteilen im Nationalen Forschungsschwerpunkt (NFS) «QSIT - Quantenwissenschaften und -technologie» vernetzt.

## Die Quantenforschenden von nebenan

Für den Leiter des Programms, Klaus Ensslin von der ETH Zürich, liegt die Stärke des Landes in der Breite der Forschung. «Wenn

ich zehn Meter aus meinem Büro gehe, treffe ich Quantenforscher, die in ganz unterschiedlichen physikalischen Systemen arbeiten. Andere europäische Zentren sind hingegen spezialisierter.»

Ensslin ist wie viele andere Forschende aber der Ansicht, dass die Schweizer Einrichtungen die wissenschaftlichen Erkenntnisse zu wenig gut in marktreife Produkte ummünzen. Daniel Loss von der Universität Basel weist darauf hin, dass die Forschung in anderen Ländern - etwa in den Niederlanden, Dänemark, Japan und Australien - gezielt für die Entwicklung eines Quantencomputers unterstützt wird. An dieser Finanzierung «fehlt es hier ein wenig».

«Wir können nicht zuwarten.»

Nicolas Gisin

Eine erste nationale Erfolgsgeschichte gibt es bereits: ID Quantique, ein Spin-off der Universität Genf, vertreibt kryptografische Ausrüstung und Einzelphotonendetektoren. Mit den Detektoren können vertrauliche Nachrichten mit einem geheimen «Schlüssel», bestehend aus den Quantenzuständen einer Reihe von Photonen, codiert und decodiert werden. Dank der Gesetze der Quantenmechanik verrät sich jeder Lauschangriff durch eine Veränderung

des Schlüssels. Damit ist Informationsübermittlung praktisch abhörsicher. Das 2001 gegründete Unternehmen verkauft seine Technologie inzwischen weltweit gewinnbringend an Banken, multinationale Unternehmen und Regierungen.

Bisher gibt es in der Schweiz keine Nachfolger. Einer der Gründer von ID Quantique, Nicolas Gisin von der Universität Genf, weist darauf hin, dass Google, Microsoft, IBM und Toshiba intensiv in die Quantentechnologie investieren, Schweizer Unternehmen aber nicht. Gisin hofft, dass sich dies mit dem im April von der Europäischen Union angekündigten, mit einer Milliarde Euro dotierten Flaggschiff-Programm zur Entwicklung und Vermarktung solcher Produkte ändern wird. «Die Quantentechnologie wird Informatik und Kommunikation in den nächsten zwei Jahrzehnten revolutionieren», ist er überzeugt. «Wir können nicht zuwarten.» Dieser Meinung ist auch Loss, der hofft, dass die Schweiz sowohl am Programm teilnimmt als auch ein eigenes ins Leben führt.

## Auf die Grösse kommt es an

In ihren Anfängen vor drei Jahrzehnten war Forschung an Quantencomputern noch akademisch. In den letzten Jahren gelangen den Physikern aber entscheidende Fortschritte bei der Quantenfehlerkorrektur, mit der Störungen der empfindlichen Quantenzustände durch äussere

(weiter auf Seite 46)

# Die Versprechen der Quantentechnologie

Das ungewöhnliche Verhalten mikroskopischer Objekte soll neue Technologien, revolutionäre Computer und eine absolut sichere Verschlüsselung hervorbringen.

Journalist: Daniel Saraga

Infografik: onlab, Thibaud Tissot

## Gravitation

Wegen der Wellennatur der Materie kann ein Atominterferometer winzige Veränderungen im Gravitationsfeld aufspüren. Es könnte als Kreiselinstrument für die Trägheitsnavigation eingesetzt werden – zum Beispiel in U-Booten oder für geologische Untersuchungen.

## Zeitmessung

Uhren, die auf verschränkten Qubits beruhen, sind bereits genauer als die Atomuhren, die in GPS-Satelliten oder zur offiziellen Definition einer Sekunde verwendet werden.

## Mikroskopie

Ein bildgebendes Gerät, das mit verschränkten Photonen arbeitet, könnte die Mikroskopie bei schwachem Licht verbessern.

## Magnetfelddetektor

Besondere Defekte in Diamanten verhalten sich wie künstliche Atome, die auf ein Magnetfeld reagieren. Dafür gibt es Anwendungen in der medizinischen Bildgebung und der Ölförderung. So könnte die SQUID ersetzt werden, die nur mit supraleitenden Materialien bei minus 170 Grad funktioniert.

## Sichere Übermittlung

Quantenverschlüsselung funktioniert bereits bei Glasfaserverbindungen über Distanzen von mehr als hundert Kilometern. Im August 2016 hat China einen Satelliten ins Weltall geschickt, um satellitenbasierte Kryptografie zu testen.

**Quanten**  
Sichere



## Ein Zeitplan für neue Technologien

### **Quantensensoren**

Der Wellencharakter von Quantenmaterie ist extrem empfindlich gegenüber der Umgebung. Die Messung der Zerfallsdauer (Dekohärenz) erlaubt schwächste Signale zu detektieren.

### **Quantenkommunikation**

Verschränkte Photonen (Lichtteilchen) lassen sich für die Verschlüsselung einsetzen. Sender und Empfänger erzeugen eine zufällige Folge von Bits (011011101011...) und teilen sie unmittelbar. Sie dient als geheimer Schlüssel für die Kodierung einer Nachricht. Die Nachricht selbst wird auf herkömmlichem Weg versendet, aber nur der Empfänger hat den Schlüssel dazu.

### **Quantencomputer**

Als Quantenbits gespeicherte Informationen sind sehr fragil. Durch ihre Verschränkung und den Parallelismus können bestimmte Probleme aber theoretisch unvergleichlich schneller als mit gewöhnlichen Computern gelöst werden.

**Quantensensoren**  
An der Nachweisgrenze



Längerfristig

Nächste Jahrzehnte

Heute



### Quanteninternet

Mit der Übertragung von Qubits über grosse Distanzen liesse sich ein sicheres Web schaffen. Noch zu entwickelnde Quantenrepeater müssten den Signalverlust verhindern. Um die Bandbreite zu verbessern, wären auch bessere Einzelphotonenquellen und -Detektoren erforderlich.

## Eine Quanten-Schweiz



Im Nationalen Forschungsschwerpunkt «QSIT – Quantenwissenschaften und -technologie» stehen fünf Hochschulen und IBM Zürich 115 Millionen Franken zur Verfügung – von 2011 bis 2018.

Die Universität Genf und ihr Start-up ID Quantique sind in der Quantenkryptografie weltweit führend.

Pionierarbeit hat die Universität Basel geleistet, bei Quantencomputern auf Halbleiterbasis und bei der Messung im atomaren Bereich.

ETH-Forschende sind eine Autorität für D-Wave, entwickeln verschiedene Quantencomputer und schliessen Schlupflöcher in der Quantenkryptografie.

### Universalmaschine

Ein richtiger Quantencomputer könnte zusätzlich algebraische Probleme lösen wie die Faktorisierung von Zahlen für das Knacken einer Verschlüsselung oder das Durchsuchen von Datenbanken. Dazu wären Millionen von einzeln ansteuerbaren Qubits erforderlich.

### Quantensimulatoren

Ein einfacher Quantencomputer wird in der Lage sein, für die Chemie oder die Materialwissenschaften molekulare Systeme perfekt zu modellieren. So genannte «Quantum Annealer» könnten Optimierungsprobleme lösen (schnellste Verbindungen und optimale Fahrpläne).

### Erste Schritte

Die besten Laborgeräte arbeiten mit nur rund einem Dutzend Qubits. Das Unternehmen D-Wave vermietet zwar Rechner mit 1152 Qubits, aber die angebliche quantenmechanische Beschleunigung gegenüber herkömmlichen Computern wurde widerlegt.

## kommunikation Übermittlung

## Ungewöhnliche Eigenschaften

### Welle und Teilchen

Sehr kleine Objekte wie Atome, Elektronen oder Photonen zeigen ein manipulierbares quantenmechanisches Verhalten, solange sie extrem gut von ihrer Umgebung isoliert sind.

### Quanteninformation

Digitale Information lässt sich mit Quantenbits (Qubits) speichern. Sie sind zum Beispiel durch die Rotationsrichtung eines Elektrons oder das Energieniveau eines Atoms festgelegt.

### Superposition

Ein Qubit kann gleichzeitig und mit beliebiger Gewichtung die Zustände 0 und 1 darstellen.

### Parallelismus

Mehrere Qubits lassen sich gleichzeitig verarbeiten.

### Verschränkung

Verschränkte Qubits sind eng miteinander verbunden: Die Messung eines Qubits hat einen unmittelbaren Einfluss auf das andere, und das unabhängig von ihrer Entfernung.



## Quantencomputer Rechnen mit Quanten

Gegenwärtig

Nächste Jahrzehnte

Längfristig



Einwirkungen behoben werden können. Die Forschung befindet sich gegenwärtig an der Schwelle zur Entwicklung von Logikgattern, die zuverlässig genug sind, dass sich die Fehler nicht unkontrollierbar hochschaukeln. Damit öffnet sich die Möglichkeit, den heute noch winzigen Quantencomputern von rund einem Dutzend Qubits mehr und mehr Komponenten hinzuzufügen, bis sie mit Millionen rechnen können.

Die Physiker untersuchen gegenwärtig eine Vielzahl verschiedener Arten von Qubits. Loss erforschte einen der vielversprechendsten Kandidaten, die so genannten Spin-Qubits. 1998 schlug er vor, Daten mit dem Spin von Elektronen (eine quantenmechanische Rotation eines Teilchens) zu kodieren, die in nanometergrossen Halbleiter-Systemen - so genannten Quantenpunkten - eingebettet sind. Gemäss Loss eignen sich die Spin-Qubits für die Konstruktion komplexer Quantencomputer, da sie klein und schnell sind und ausserdem von den bestehenden Halbleiter-Herstellungsverfahren profitieren können.

Mit einer weiteren Halbleiter-Technologie befassen sich Andreas Wallraff und seine Kollegen an der ETH Zürich. Die Qubits sind in diesem Fall elektrische Ströme, die in supraleitenden Schaltkreisen wandern - entweder im Uhrzeigersinn, im Gegenuhrzeigersinn oder in beide Richtungen gleichzeitig.

«Wir benötigen eher einen ingenieurwissenschaftlichen Ansatz.»

Andreas Wallraff

Halbleiter-Qubits sind jedoch nicht die einzige Möglichkeit. Die Gruppe um Jonathan Home, ebenfalls an der ETH Zürich, fängt Ionen in elektrischen Feldern und bringt sie mit Laserstrahlen in Überlagerungszustände. Diese Technologie hält den Rekord für die zuverlässigsten Logikgatter und die höchste Zahl verschränkter Qubits. Home betont den Vorteil, dass die Ionen miteinander identisch sind, was die Skalierung vereinfacht und eine Fehlerkorrektur auf Symmetriebasis ermöglicht.

### Mehr als hundert Millionen Qubits

Unabhängig davon, welche Technologie schliesslich das Rennen macht, wird die Kommerzialisierung eine riesige Herausforderung werden. Mit Quantencompu-

tern wäre es möglich, grosse Zahlen zu faktorisieren, wodurch die Sicherheit der herkömmlichen Verschlüsselungstechnik kompromittiert würde. Dafür wären aber gemäss Schätzungen von John Martinis von der University of California, Santa Barbara, mehr als hundert Millionen Qubits erforderlich. Eine derartige Hochskalierung wäre laut Wallraff weniger eine physikalische denn eine technische Hürde. Es müssten genügend Laser bereitgestellt oder die Qubits effizient gekühlt werden können. «Um diese Systeme zu bauen, benötigen wir eher einen ingenieurwissenschaftlichen Ansatz», sagt er.

«Wie schnell sich diese Herausforderungen bewältigen lassen, hängt davon ab, wie viel die Industrie zu investieren bereit ist», so Loss. «In einem kleinen Team mit einem oder zwei befristet angestellten Post-docs ist es natürlich viel schwieriger als mit einer grossen Gruppe fest angestelltem Personal.»

Die Vermarktung der Quantenkryptografie war vergleichsweise einfach, weil dabei nur ein Photon nach dem anderen gesendet und empfangen werden muss und keine Verschränkung mehrerer Quantenteilchen nötig ist. Isolierte Systeme werden etwa in Rechenzentren eingesetzt, die mit dem Backupsystem eines Unternehmens verbunden sind. Gisin von der Universität Genf träumt davon, die Quantenverbindungen zwischen den grössten Schweizer Städten einzurichten. Die Internetbenutzer könnten dann zwischen einer billigen, aber relativ unsicheren Verbindung und einer quantenkryptografischen Verbindung auswählen.

### Messung an der Nachweisgrenze

Eine ausgereifere Entwicklung sind Quantensensoren. Ein Stickstoffatom im Kern eines Diamanten ergibt einen hochsensiblen Magnetfelddetektor. Patrick Maletinsky und sein Forschungsteam an der Universität Basel setzen einzelne Elektronenspins auf die Spitze eines Rasterkraftmikroskops (AFM), um selbst schwächste magnetische Felder abzutasten. Damit lässt sich eine sehr empfindliche quantitative Bildgebung mit einer Auflösung im Nanometerbereich realisieren.

Maletinsky sieht die Anwendung dieser Technik bei der Kartierung winziger räumlicher Variationen in den Streuungsfeldern dünner magnetischer Schichten, wie sie für die Datenspeicherung wichtig sind. Ausserdem liessen sich damit Wirbel in Supraleitern untersuchen, die bei Anwendungen wie MRI-Geräten zum Einsatz kommen.

In der Biologie könnte mit diesem Verfahren die Struktur von Proteinen geklärt werden, da die Kerne der Atome einen Spin haben, der wiederum ein winziges Magnetfeld erzeugt. Maletinsky möchte mit seiner Gruppe bis Ende Jahr ein Start-up gründen und die AFM-Diamantspitzen «im nächsten oder übernächsten Jahr» vermarkten.

Die Kommerzialisierung von Quantencomputern wird eine riesige Herausforderung.

### Der Heilige Gral

Tatsächlich sind erste Quantencomputer bereits auf dem Markt. Das kanadische Unternehmen D-Wave enthüllte 2007 seinen «quantum annealer», auf dem Optimierungsprogramme laufen. Das letzte Gerät protzt mit eindrucklichen tausend supraleitenden Qubits. Das Unternehmen verliert die Maschinen für je eine Million Dollar an die Nasa, Google und den Rüstungsriesen Lockheed Martin. Viele zweifeln, dass die Computer wirklich mit quantenmechanischen Effekten arbeiten. Matthias Troyer von der ETH Zürich und andere Forschende zeigten zum Beispiel 2014, dass kein Geschwindigkeitsvorteil gegenüber klassischen Computern besteht.

Mit dem ersten echten Quantencomputer, der nützliche, mit klassischen Computern nicht durchführbare Aufgaben ausführt, könne in etwa zehn Jahren gerechnet werden, prophezeit Wallraff. Ein solcher Computer dürfte mit einigen hundert Qubits arbeiten und zur Simulation kleiner Moleküle oder anderer Quantensysteme eingesetzt werden.

Für Loss dagegen ist der Heilige Gral der Quanteninformatik ein vollwertiger, «universeller» Quantencomputer, der Berechnungen wie die Faktorisierung grosser Zahlen ausführen kann. Da das Interesse der Industrie nun geweckt sei, werde sich dieses Ziel endlich realisieren lassen. Er hofft, dass Schweizer und andere europäische Unternehmen bei der Jagd auf ihre amerikanischen Konkurrenten aufschliessen.

Edwin Cartlidge lebt in Rom und schreibt für Science und Nature.



# Drei Fliegen auf einen Streich

Mit Fliegenmaden können organische Abfälle in tropischen Ländern rascher kompostiert werden. Das verbessert die hygienischen Bedingungen und die Bodenfruchtbarkeit. Und die Maden enden erst noch als wertvolles Fischfutter.

Von Simon Koechlin



Für Hühner, Fische und andere Tiere sind die Maden der Waffenziege ein nahrhafter Leckerbissen. Bild: FIBL

**D**ie Schwarze Waffenziege ist eine wahre Fressmaschine - zumindest im Larvenstadium. Trotz ihres martialischen Namens allerdings keine, die jemandem etwas zu Leide tun würde. Ihre Larven ernähren sich von verrottendem organischem Material wie Lebensmittelresten oder Dung. «Sie verkleinern in kurzer Zeit den Grossteil von praktisch jeglicher Art von organischen Abfällen», sagt Noah Adamtey vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FIBL) in Frick.

Adamtey leitet den wissenschaftlichen Teil eines Projekts, das die Fresslust von Larven der Waffenziege (*Hermetia illucens*) in Entwicklungsländern einsetzen will. Durchgeführt wird es im Grossraum von Ghanas Hauptstadt Accra. «Wie in andern Grossstädten in tropischen Gebieten ist die Kompostierung in Accra mangelhaft», sagt Adamtey. Das führt einerseits zu enormen Hygieneproblemen, denn organische Abfälle machen in Entwicklungsländern mehr als die Hälfte des gesamten Mülls aus. Andererseits ist es eine Verschwendung natürlicher Ressourcen - zumal die rasch wachsende Bevölkerung auf eine produktive Landwirtschaft angewiesen wäre, die Böden aber ausgelaugt und wenig fruchtbar sind.

## Futter für Fische und Vögel

Deshalb wollen FIBL-Forschende in Zusammenarbeit mit ghanaischen Kollegen in Accra das Kompostieren für die Einheimischen lohnend machen. Dazu wird organischer Müll mit winzigen Waffenziegenmaden versehen. Weil diese die Abfälle in Rekordzeit zerkaugen und verkleinern, verkürzt sich die Kompostierungszeit laut Adamtey um rund einen Drittel auf weniger als 80 Tage. Den wert-

vollen Kompost können die Landwirte auf ihren Feldern ausbringen. Ein weiteres Ziel des Projekts ist es, die Maden der Waffenziege weiterzuverwenden - als Futter in Fischzuchten, die in Ghana Mühe haben, den Fischbedarf der Bevölkerung zu decken. «Die Larven sind, was ihren Protein- und Fettgehalt und ihr Aminosäureprofil betrifft, eine extrem interessante Tiernahrung», sagt Adamtey.

«Ohne wirtschaftlichen Nutzen bleiben riesige Müllberge liegen.»

Stefan Diener

Dem stimmt Stefan Diener vom Wasserforschungsinstitut Eawag in Dübendorf zu, der selbst Schwarze Waffenziegen als Abfallverwerter studiert. Bei ugandischen Hühnerzüchtern zum Beispiel, die ihr Futter traditionell selbst mischen, sehe er Potenzial für den Verkauf von getrockneten Larven. Ein geplantes Eawag-Projekt in Indonesien möchte die lebendigen Larven an heimische Singvogelhalter verkaufen.

Der wichtigste Punkt bei solchen Projekten sei aber, den organischen Abfällen in Entwicklungsländern einen Wert zu geben, sagt Diener. «Lassen sich die Abfälle nicht wirtschaftlich nutzen, bleiben riesige Müllberge liegen und werden zu einem stinkenden Problem.» Es hänge von den lokalen Gegebenheiten ab, ob die Waffenziege

die beste Lösung sei. «Ist der Energiebedarf in einer Region sehr gross, könnten zum Beispiel Biogasanlagen rentabler sein.» Die organischen Abfälle werden dabei hauptsächlich in Methan umgewandelt.

## Wenn Larven auf Schrott beißen

Es gelte, auch mögliche Fallstricke im Einzelfall genau abzuklären, sagt Diener. Denn für die Waffenziegenkompostierung braucht es zum Beispiel vor Ort eine fortlaufende Produktion von Fliegeneiern oder ein rationelles Trennverfahren, um die reifen Maden vom Kompost zu trennen. «Und man muss sicher sein, dass die Abnehmer der Larven ein Tierfutter akzeptieren, das sich von Abfall ernährt hat.» Dann habe die Waffenziege grosses Potenzial.

So wie in Accra, wo laut Adamtey das FIBL-Projekt auf Kurs ist. Die grundlegenden biologischen Untersuchungen seien mittlerweile abgeschlossen, nun werde ein Leitfaden zur Kompostierung mit Waffenziegen für die Bevölkerung erstellt. Ein Problem bleibt allerdings bestehen: Vielfach werden in Ghana organische Abfälle nicht von anorganischen getrennt. Das erschwert die Kompostierung. Denn an Plastik, Glas oder Elektronik beißen sich selbst die Larven der Schwarzen Waffenziege ihre Mundwerkzeuge aus.

Simon Koechlin ist Wissenschaftsjournalist und Chefredaktor der «Tierwelt».

## Brustgurt überwacht Diabetiker

**W**ie lässt sich der Blutzuckerspiegel bei Diabetespacienten effizient messen? Bei der üblichen Methode wird mit einer kleinen Nadel etwas Blut aus der Fingerkuppe entnommen und die Zuckerkonzentration genau bestimmt. Das ist schmerzhaft und lässt keine kontinuierliche Beobachtung zu, was gefährlich werden kann: «Einige Diabetiker geraten in eine Unterzuckerung, ohne es zu bemerken», erklärt Jean-Eudes Ranvier vom Labor für Informationssysteme der EPFL.

Gemeinsam mit Kollegen der Fachhochschule Wallis entwickelt der Doktorand eine neue Art der kontinuierlichen Blutzuckerüberwachung, die solche Ereignisse rechtzeitig erkennt. Dabei wird der Wert beim Patienten geschätzt - anhand seiner Nahrungsaufnahme, die durch eine Mobiltelefon-Applikation erfasst wird, sowie seines Energieverbrauchs, der mit einem ständig getragenen Fitness-Brustgurt ermittelt wird. Das Gerät registriert die Bewegungen und die Atemfrequenz des Patienten. Gleichzeitig zeichnet es ein Elektrokardiogramm auf, das sich bei einer Unterzuckerung in charakteristischer Weise verändert.

Die gesammelten Informationen werden via Smartphone alle fünf Minuten an einen entfernten Server gesendet. «Wir haben ein Modell entwickelt, das auf einem semantischen Ansatz beruht. Das heisst, es kann diesen Rohdaten den Sinn entnehmen und auf eine allfällige Hypoglykämie schliessen», führt Jean-Eudes Ranvier aus. Liegt eine Unterzuckerung vor, wird der Patient unverzüglich über eine Textnachricht auf sein Mobiltelefon alarmiert. Um die Präzision des Modells zu erhöhen, muss es zuerst noch mit zahlreichen Beispieldaten von freiwilligen Diabetikern gespeist werden. Die Datenerfassung wird in den nächsten Monaten abgeschlossen. *Fabien Goubet*

J.-E. Ranvier et al.: Detection of Hypoglycemic Events through Wearable Sensors, Proceedings SEMPER (2016)

Jean-Eudes Ranvier



Der Fitnessgurt warnt vor Unterzuckerung, ohne dass Blut entnommen werden muss.



Mit dem Kolben werden Sedimentproben vom Meeresgrund entnommen.

## Mit Barium urzeitliches Leben studieren

**R**und drei Viertel des globalen Sauerstoffs wird in den obersten Metern der Ozeane produziert. Wenn Forschende die biologische Produktivität der Oberflächenwasser vor Millionen von Jahren bestimmen wollen, analysieren sie, was sich am Meeresgrund abgelagert hat. Geowissenschaftler von der Universität Bern und dem US Geological Survey entwickeln deshalb seit 2010 eine neue Methode, um anhand von Barium mehr über das vergangene Leben zu erfahren.

Obwohl Barium für Lebewesen kein essenzielles Element ist, bauen es Organismen in kleinsten Mengen anstelle von Kalzium in ihre Kalkschalen ein. Das Verhältnis von Barium und Kalzium im Kalk hat sich als Mass dafür bewährt, wie nährstoffreich das Wasser an der Meeresoberfläche war - und lässt somit auf die Aktivität des Lebens rückschliessen.

Da Barium teilweise aus den Sedimenten wieder ausgewaschen wird, können die Resultate allerdings verfälscht sein. Die Forschenden untersuchen deshalb, wie unterschiedlich schwere Barium-Atome verteilt sind. Die schweren Isotope bleiben eher zurück als die leichten. «Wir wollen Barium als geochemischen Fingerabdruck etablieren», sagt der Berner Gruppenleiter Thomas Nägler.

«Um die Spuren des Lebens in den Ozeansedimenten richtig zu lesen, müssen wir begreifen, wie heute die Barium-Isotopen-Verhältnisse im Meer beeinflusst werden.» Mit einer Serie von Standardmessungen haben die Forschenden nun dafür gesorgt, dass die Messungen international vergleichbar werden. Für Nägler ist klar: «Ob unsere Methode wirklich einmal praktikabel wird, steht noch in den Sternen.» *Florian Fisch*

K. van Zuilen et al.: Barium Isotopic Compositions of Geological Reference Materials. Geostandards and Geoanalytical Research (2016)

## Bäume kriegen mehr Stickstoff

**D**ass sich die Erde erwärmt, ist unter Forschenden weitgehend unbestritten. Wie genau sich der Klimawandel auf die Ökosysteme auswirkt, ist jedoch noch kaum bekannt. Ökologen um Melissa Dawes von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft haben nun den Einfluss von erhöhten Temperaturen auf den Kreislauf von Stickstoff im Boden untersucht, der für das Pflanzenwachstum nötig ist.

Die Forschenden erwärmten dafür in einer sechs Jahre dauernden Langzeitstudie über 40 Quadratmeter Erdboden am Davoser Stillberg um knapp vier Grad Celsius und massen ständig den Stickstoffgehalt. Dabei zeigte sich: der Nährstoff zirkulierte schneller zwischen Boden und Pflanzen.

Die Beschleunigung führt zu einem Mehrangebot an mineralischem Stickstoff im Erdreich. Im kalten, nährstoffarmen Boden der alpinen Baumgrenze ist dieser Effekt besonders ausgeprägt. Entsprechend beobachteten die Forschenden dort, dass Bergkiefern und Heidelbeersträucher stärker wuchsen - zumindest anfänglich. Nach vier Jahren aber schwand das Stickstoff-Überangebot und kehrte zu den Ursprungswerten zurück. Eine Erklärung dafür sei, dass die Pflanzen auf das initiale Plus mit einer erhöhten Aufnahme des Nährstoffs reagierten und den Überschuss damit aufbrauchten, so Dawes.

Diese Kehrtwende sei nur durch die lange Dauer der Studie erkennbar, sagt Christian Körner von der Universität Basel: «Dass die Veränderungen im Stickstoff-Kreislauf nicht nur kurzfristig sind, ist die zentrale Botschaft.» Ausserdem reagierten die Arten unterschiedlich, sagt Dawes. «Profitieren einzelne Pflanzen vom Klimawandel, ändert sich auch die Gemeinschaft, was wiederum das Ökosystem mit seinen Pflanzen und Tieren beeinflusst.» *Martin Angler*

M. A. Dawes et al.: Soil warming opens the nitrogen cycle at the alpine treeline. Global Change Biology (2016)



Auf 40 Quadratmetern in der Aufforstung am Davoser Stillberg wird der Boden geheizt.

Nicholas Dawes

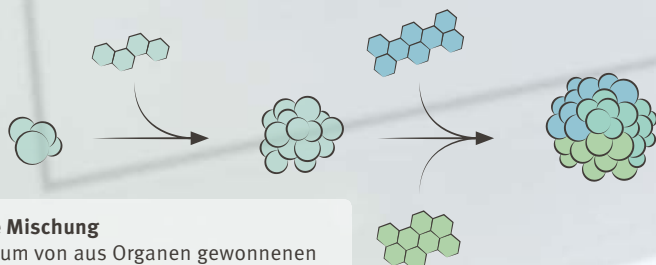


# In 3D sind Zellkulturen realistischer

Verschiedene Schweizer Start-ups entwickeln dreidimensionale Zellgewebe. Verglichen mit den üblichen einschichtigen Zellkulturen bieten sie realistischere Testbedingungen für Wirkstoffe, Materialien für Implantate und toxikologische Untersuchungen.

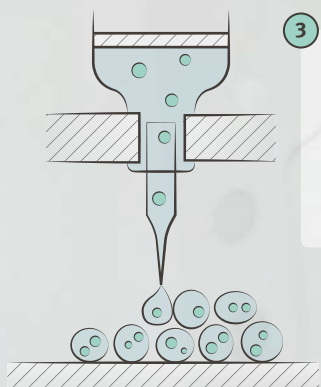
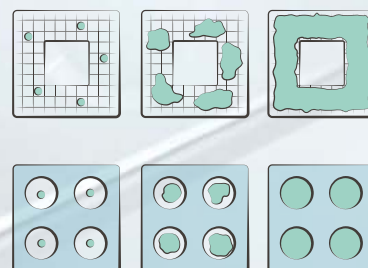
Text: Daniel Saraga

Infografik: ikonaut

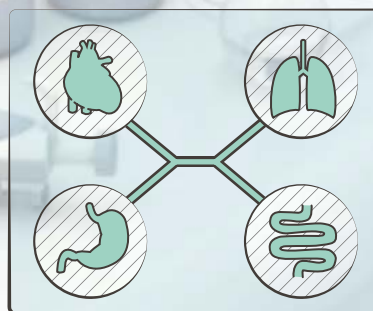


**1 Die richtige Mischung**  
Das Wachstum von aus Organen gewonnenen pluripotenten Zellen kann durch Hormone stimuliert werden. In einem zweiten Schritt lösen andere Hormone die Differenzierung der Stammzellen in verschiedene Gewebe aus, wodurch ein rudimentäres «Miniaturorgan» oder Organoid entsteht. Rotation oder Schütteln hilft, die Zellen auszubreiten und in eine 3D-Struktur zu bringen.

**2 Gerüste lenken die Ausbreitung**  
Das Wachstum der Zellen kann durch Gerüste oder mit Vertiefungen in Hydrogelen in Form gebracht werden. Für Implantatgewebe müssen die Gerüste aus abbaubaren Materialien bestehen oder wie bei Knorpeln von den Zellen selbst gebildet werden.



**3 3D-Drucker**  
Ein 3D-Drucker baut die Struktur auf, indem er die Zellen Schicht für Schicht aufträgt, zusammen mit einem flüssigen Material, das die Zellen mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt.



**4 Organe auf Chips**  
Mikrokanäle verbinden die Zellkulturen verschiedener Miniaturorgane und ahmen den Austausch im Körper nach. So können Substanzen zuverlässiger geprüft werden, die von einem Organ (wie Niere oder Leber) vor dem Weiterleiten an ein anderes verändert werden. Noch bietet kein Schweizer Start-up ein solches Produkt an.

**! Die Herausforderungen**  
Die Qualitätskontrolle von 3D-Kulturen sei schwierig, meint die Spezialistin für Gewebezüchtung Stephanie Mathes von der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. «Es ist nicht einfach, dynamische 3D-Strukturen nichtdestruktiv abzubilden und zu beschreiben. Die Methoden von 2D-Kulturen lassen sich nicht ohne weiteres übertragen.» Zudem fehlen normalerweise Blutgefässe, wodurch das Wachstum durch Abfallprodukte sowie Sauerstoff- und Nährstoffmangel innerhalb der Struktur begrenzt wird. Der Einbau künstlicher Blutgefässe oder Mikrokanäle könnte Abhilfe schaffen.

## Schweizer Start-ups

Neurix (GE, 2011): Miniatur-Gehirne	1
InSphero (ZH, 2009): Hängende Tropfen für Organoiden	1
Elanix (VD, 2012): Bindegewebe zur Transplantation	1
Celtec Biotek (BS, 2011): Bioreaktoren	1 2
CellSpring (ZH, 2015): Stoffe für die Gerüstsynthese	2
Sun Bioscience (VD, 2016): Hydrogel-Gerüste	2
Qgel (VD, 2009): 3D-Tumor	2
Regenhu (FR, 2007): 3D-Bioprinter	3

# Vernetzte Forschung für einen und alle

Von Maurice Campagna

Die Entwicklungen in den Life Sciences betreffen jede einzelne und jeden einzelnen von uns – und das auf einer ganz intimen Ebene. Personalisierte Medizin verändert unseren Umgang und unser Verständnis von Gesundheit und Krankheit von Grund auf. In Grundlagenforschungs- und klinischen Forschungsprojekten an Schweizer ETHs, Universitäten und Spitälern entstehen riesige Mengen an



Valérie Chérelat

persönlichen Daten. Informationen auf genetischer Ebene fließen mit klinischen Daten und Informationen aus Biobanken zusammen. Doch wie können wir diese Informationen sicher und sinnvoll auswerten, damit jeder einzelne Patient und jede einzelne Patientin von verbesserten Vorbeugungsmassnahmen, Medika-

menten und Therapien profitieren kann? Wie lassen sich die Daten so für die Gesellschaft bereitstellen, dass beispielsweise seltene Krankheiten ohne unverhältnismässigen Aufwand früher erkannt werden können? Die exzellente Forschung auf dem Wissensplatz Schweiz bringt mit beständiger Regelmässigkeit neue Resultate und Methoden hervor, die unser Land auch im internationalen Vergleich hervorstechen lassen. Die Herausforderungen, vor denen Forscherinnen und Forscher an unseren ETHs, Universitäten und Universitätsspitalern stehen, sind immens: Die Daten müssen sinnvoll ausgewertet werden können. Datenaustausch und -interoperabilität – beides essenziell für den

Fortschritt – müssen gewährleistet sein, die Speicherung muss gesichert sein, die Datenqualität darf nicht leiden, und die Eigentumsrechte müssen geklärt sein.

Die Akademien der Wissenschaften Schweiz setzen sich ein, dass das Thema Personal Health aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet und mit wissenschaftlicher Transparenz vorangetrieben wird. Seit 2014 hat sich das «Swiss Personal Health Network» formiert, in dem alle wichtigen Akteure vertreten sind. Das Netzwerk soll sicherstellen, dass die Fortschritte in den molekularen Life Sciences und in der Informationstechnologie für Forschung und Innovation an Hochschulen und für die Industrie zugänglich sind. Anstelle von Doppelpurigkeiten und regionalen Datenfriedhöfen entsteht so die Datengrundlage für die künftige Spitzenforschung und für eine bessere Gesundheitsversorgung in der Schweiz.

Institutionen und führende Forscherinnen und Forscher haben die tragende Rolle der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften SAMW erkannt: Die SAMW wird – in Partnerschaft mit dem Swiss Institute of Bioinformatics (SIB) – von 2017 bis 2020 die Gesamtkoordination sicherstellen. Im Rahmen dieser nationalen Förderinitiative kann das Wissen aller Akademien und Kompetenzzentren einfließen. Die Expertise dieses 100 000-köpfigen Netzwerks hat genau diese Verantwortung: über bestehende Grenzen hinaus Vorhaben und Akteure zu vernetzen. Nicht zuletzt bei einem so persönlichen Thema wie der personalisierten Medizin müssen wir uns auf das gesamte kollektive Wissen stützen und verlassen können.

Maurice Campagna ist seit dem 1. Januar 2016 Präsident der Akademien der Wissenschaften Schweiz.

14. September 2016

## «Zusammenleben»

Fachleute diskutieren, wie Gemeinden von zivilgesellschaftlichen Initiativen zum demografischen Wandel profitieren können.

Universität Freiburg

8. Oktober 2016

## Wettrennen mit Exoskeletten

Weltpremiere: Am ersten Cybathlon messen sich körperlich Behinderte mit ihren technischen Hilfen in sechs anspruchsvollen Disziplinen.

ETH Zürich

12. bis 14. Oktober 2016

## Im Grenzbereich

Der jährliche Wissenschaftsdialog diskutiert Nutzen und Risiken von Grenzenlosigkeit in der Wissenschaft.

Academia Engelberg

Bis Dezember 2016

## Erfindungen des Mittelalters

Die Kinderausstellung lässt die unterbewertete Kreativität des Mittelalters begreifen.

Espace des inventions, Lausanne

Bis Februar 2017

## Wer rastet, der rostet

Muskeln, Sehnen und Faszien: Die Ausstellung nimmt den menschlichen Bewegungsapparat unter die Lupe.

Anatomisches Museum Basel

Bis Mai 2017

## Die Sinnfrage

Was bringt's? Jeden Monat fragen die Cafés scientifiques «Bancs publics», weshalb man sich trotzdem aufraffen sollte.

Musée d'histoire des sciences de Genève

## Leserbriefe

### Wissenschaftler sollen nicht glauben

Ich finde die Fragestellung «Sollen wir an parallele Universen glauben?» (Horizonte Juni 2016, S. 8) für ein Wissenschaftsmagazin deplatziert. Wissenschaftler sollen nicht glauben. Sie untersuchen, postulieren Hypothesen und Theorien und suchen nach Beweisen und experimentellen Bestätigungen dafür. Insofern sagen auch beide vorgestellten Wissenschaftler nichts anderes: «Wir sollten gegenüber der möglichen Existenz mehrerer Universen offen sein», so Rees. «Vielleicht wird die Idee eines Multiversums eines Tages auch seriös prüfbar sein», so Rovelli. Keiner sagt: Es gibt sie, oder es gibt sie nicht. Wissenschaftler sollen nicht glauben oder zum Glauben

anhalten – und auch Wissenschaftsmagazine sollten das nicht tun.

Rolf Kickuth, Gaiberg bei Heidelberg (D)

### Sich der Verantwortung stellen

Es freut mich, dass Horizonte an die Verantwortung der Forschenden für die Anwendung ihrer Entdeckungen erinnert (Editorial in Nr. 109, Juni 2016). Üblicherweise lautet die Antwort auf die Problematik: Man sei nicht dafür verantwortlich, was andere – die Industrie, die Staaten – mit den Resultaten anstellen. An sich vernünftig, erscheint dies heute zu kurz gegriffen, da die durch die Wissenschaft ermöglichten Veränderungen und «Störungen» exponentiell zunehmen. Entsprechend sollten die ethischen Aspekte der Forschung (auch in Bezug auf die soziale Gerech-

tigkeit) nicht erst im Nachhinein, sondern bereits im Voraus berücksichtigt werden. Es ist deshalb wichtig, wie im Editorial getan, darauf hinzuweisen: «Die Forschungsfreiheit hat Grenzen» – auch wenn die Aussage nicht immer populär ist. Jean Martin, ehemaliger Kantonsarzt und Mitglied der Nationalen Ethikkommission, Echandens (VD)

## Korrigendum

### Kaninchen sind keine Hasen

Im Lead des Artikels «Den Gehirn-Code knacken» in Horizonte 109 (Juni 2016, S. 47) ist uns ein Fehler unterlaufen. Die Forschenden haben nicht mit der Netzhaut von Hasen gearbeitet (*Lepus europaeus*), sondern von Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus*), wie weiter unten im Artikel korrekt steht.



## Networkerin führt Akademien



Claudia Appenzeller-Winterberger ist die neue Geschäftsführerin der Akademien der Wissenschaften Schweiz. In diesem Amt will sie das Netzwerk zwischen den vier Akademien und ihren beiden

Kompetenzzentren stärken sowie auf verschiedenste weitere Akteure aus Wissenschaft und Gesellschaft erweitern und etablieren. Appenzeller war zuvor stellvertretende Abteilungsleiterin für Start-up und Unternehmertum bei der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) und Geschäftsführerin des Verbands Schweizer Wissenschaftsolympiaden.

## Biobanken vernetzen

Mit der Biolink-Initiative möchte der SNF die Sammlungen von biologischen Proben besser miteinander vernetzen. Forschende aus allen Disziplinen mit einer originellen und aktuellen wissenschaftlichen Frage, die nur durch die Verbindung von verschiedenen Biobanken beantwortet werden kann, können Beiträge für IT-Systeme beantragen. Nach erfolgter Vorankündigung im Juli können vollständige Gesuche bis 23. September 2016 eingereicht werden.

## Erste «Investigator Initiated Clinical Trials» bewilligt

Der SNF hat die ersten neun von Forschenden initiierten klinischen Studien zu Themen bewilligt, die normalerweise nicht im Fokus der pharmazeutischen Industrie stehen. Er sprach dafür insgesamt 12,6 Millionen Franken. Die Studien dauern mehrheitlich vier bis fünf Jahre und involvieren 100 bis 400 Patientinnen und Patienten. Mit 75 eingereichten Gesuchen stiess das Spezialprogramm auf grosses Interesse. Die zweite Ausschreibung erfolgte im August 2016.

## Ausschreibung des NFP «Nachhaltige Wirtschaft»

Das Nationale Forschungsprogramm «Nachhaltige Wirtschaft: ressourcenschonend, zukunftsfähig, innovativ» (NFP 73) hat eine neue Website. Forschende können bis am 26. September 2016 ihre Projektskizzen einreichen.

## Gottfried Schatz' letzter Beitrag

Der 2015 verstorbene Biochemiker und ehemalige Präsident des Schweizerischen Wissenschafts- und Innovationsrats Gottfried Schatz konnte seinen letzten Vortrag über das ungesunde Wachstum der Wissenschaft nicht mehr selbst halten. Im Manuskript, das in der Reihe «Swiss Academies Communications» publiziert wurde, plädiert er für eine stärkere Lehre von Wissenschaft anstelle des Paukens von Wissen von den Kindergärten bis zu den Universitäten.

## Pflanzenzüchtung überholt Regulierung



Die Akademien der Wissenschaften Schweiz analysieren im Factsheet «Neue Pflanzenzüchtungstechniken für die Schweizer Landwirtschaft – grosses Potenzial, offene Zukunft» die neuen, präzisen Techniken für Erbgutveränderungen im Lichte der Schweizer Gentechnik-Gesetzgebung. Die Autoren aus dem Forum Genforschung kommen zum Schluss, dass es keinen naturwissenschaftlichen Grund für eine strenge Regulierung so gezüchteter Pflanzen gibt – sofern deren Sicherheit gewährleistet ist.

## Neuer stellvertretender Direktor beim SNF



Der Ausschuss des Stiftungsrats des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) hat François Baumgartner zum neuen stellvertretenden Direktor gewählt. Baumgartner hat in den letzten Jahren

im Bundesamt für Statistik als stellvertretender und interimistischer Direktor sowie als Chef der Abteilung Gesundheit und Soziales gearbeitet. Am 1. September 2016 tritt er die Nachfolge von Angelika Kalt an, die seit April Direktorin des SNF ist. Baumgartner ist promovierter Geophysiker und hat einen Master in Öffentlicher Verwaltung.

### Horizonte

Das Schweizer Forschungsmagazin erscheint viermal jährlich auf Deutsch und Französisch. 28. Jahrgang, Nr. 110, September 2016 [www.snf.ch/horizonte](http://www.snf.ch/horizonte)

### Herausgeber

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

Akademien der Wissenschaften Schweiz  
Haus der Akademien  
Laupenstrasse 7  
Postfach  
CH-3001 Bern  
Tel. 031 306 92 20  
[info@akademien-schweiz.ch](mailto:info@akademien-schweiz.ch)

### Redaktion

Daniel Saraga (dsa), Leitung  
Florian Fisch (ff)  
Pascale Hofmeier (hpa)  
Marcel Falk (mf)  
This Rutishauser (tr)

### Gestaltung und Bildredaktion

2. stock süd netthoevel & gaberthuel,  
Valérie Chételat  
Illustration Umschlagbild und Titelbild innen:  
Tina Berning  
Illustration Editorial: Gregory Gilbert-Lodge

### Übersetzung

Weber Übersetzungen

### 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

39 500 deutsch, 17 200 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.

«Wer auch immer am  
meisten Arbeit in das  
Projekt hineinsteckt, wird  
zum Leader, egal, wo auf  
der Welt er ist.»

Alice Williamson Seite 14

«Physik kann einfach  
und schön sein.»

Chenkai Mao Seite 24

«Für mich ist die akademische Welt  
Mittel zum Zweck.»

Jakob Zinsstag Seite 36

