

البحث

研究

연구



Forschung: Der Osten wird lauter 10

Wenn die Schweiz fünf Grad wärmer ist 30 **Biologie, Internet und Rockmusik 32** **Erkenntnisse aus dem Weltuntergang 44**

Multilaterale Wissenschaft

Bereits jede zwölfte publizierte Studie kommt aus China. Die beispiellose Zunahme der Forschungsarbeiten aus Asien hat die bisherige Ordnung der Wissenschaft schon ins Wanken gebracht.

Bei diesem Wettbewerb um Erkenntnisse kann die autoritäre Haltung bestimmter Staaten ein Vorteil sein, da sie eine rasche Umsetzung landesweiter Programme ermöglicht. Beispiel sind die personalisierte Medizin und das Klonen in China, die «kreative» Wirtschaft in Südkorea oder auch glänzende technische Institute in Saudi-Arabien.

Diese Länder setzen auf die Wissenschaft und investieren massiv in Forschung und Entwicklung. Sie erarbeiten dabei ihre eigenen Strategien, um die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Einige gewähren der Forschung in den Life Sciences grössere regulatorische Freiräume. Andere konzentrieren sich auf die angewandte Forschung, indem sie Partnerschaften zwischen öffentlichen Einrichtungen und der Privatwirtschaft fördern, oder sie scheuen keinen finanziellen Aufwand, um Forschende aus den weltbesten Universitäten und Letztere für den Aufbau eines Offshore-Campus vor Ort anzulocken. Für die westliche Forschungsförderung können diese Modelle eine Herausforderung bedeuten, manchmal auch eine Inspiration.

Die neuen Kräfte sind vorerst noch stark auf die angewandte Forschung ausgerichtet. Sie übergehen die Geistes- und Sozialwissenschaften weitgehend und überhören nicht selten kritische Stimmen. Dieser utilitaristische Ansatz ist beunruhigend. Er nimmt bereits Einfluss auf die neue Weltordnung der Wissenschaft, wenn darin eine diametral entgegengesetzte ethische Haltung zum Ausdruck kommt – zum Beispiel, wenn ein chinesischer Forscher nach einem Abendessen mit mehr als einem Glas guten Weins prophezeit: «Wir werden vor euch einen Menschen klonen!» Wir sollten darauf nicht zu selbstsicher reagieren, sondern uns überlegen, wie wir mit den Folgen einer globalisierten, multilateralen Wissenschaft umgehen wollen.



Daniel Saraga, Chefredaktion

horizonte

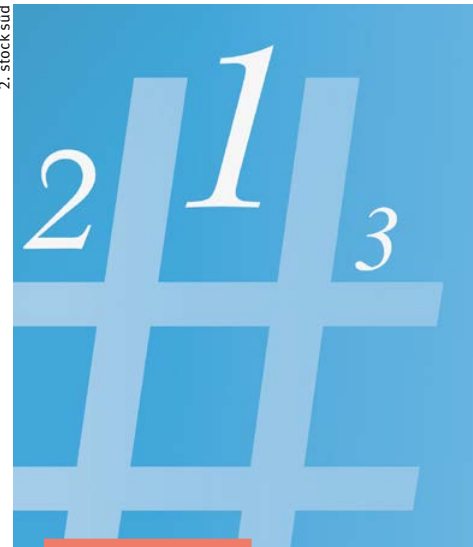


E



Schwerpunkt Asien

25



Wissen und Politik

10

Forschung: Asien auf Expansionskurs

Angetrieben durch massive Investitionen, erlebt die Wissenschaft in Asien einen beispiellosen Boom. Die grösste Herausforderung: der Forschung Freiheit zu gewähren.

16 Die allmächtigen «Chaebol»

Um die wissenschaftliche Kreativität zu fördern, muss sich Südkorea von den Industriegiganten emanzipieren.

20 Das neue Schwergewicht

Die Weltnummer zwei bei der Anzahl wissenschaftlicher Publikationen hat ein Problem: China fehlen kluge Köpfe.

22 Die Ölnation will eine Wissenschaftsnation werden

Saudi-Arabien setzt alles daran, mit einer neuen Universität und top ausgerüsteten Instituten ausländische Forscher zu gewinnen.

24 Erfolgreiche Doktoranden

Wer für sein PhD die Institution wechselt, ist produktiver.

25 Eine Hitparade der Forschung

Der Impact Factor als Erfolgsindikator für wissenschaftliche Publikationen erhält Konkurrenz von Alternative Metrics.

29 Ein «Laufdiplom» in Bern

Der neue Präsident des Schweizerischen Wissenschaftsrats, Gerd Folkers, will das Gremium bekannter machen.

30 Leben in der erwärmten Schweiz

Ende des 21. Jahrhunderts könnte es fünf Grad wärmer sein in der Schweiz. Bewohner berichten aus der Zukunft.

◀ Umschlag: Das Wort in arabischer, chinesischer und koreanischer Schrift bedeutet dasselbe – und ist ein wichtiges Politikum: Forschung.

Bild: 2. stock süd

◀ Titelbild innen: Der Karrierekompass zeigte für viele Wissenschaftler bisher fast nur nach Westen. Jetzt dreht sich der Wind. Oder wird er gedreht?

Bild: 2. stock süd

32

Valérie Chételat



Biologie und Medizin

32 **Der Online-Biologe**

Marcel Salathé untersucht Epidemien auf Twitter.

34 **Sonne, Wurst und Zigarette**

Wie die WHO über Krebsrisiken kommuniziert.

36 **Ungerechte Gene**

Das Erbgut entscheidet, wie schnell ein Mensch gesund wird.

37 **Antibiotikaresistenz im Klärschlamm Wo Krebszellen verwundbar sind Juraweiden im Dürresommer**

Im Bild

6
Zuflucht im U-Bahn-Tunnel

kontrovers

8
Verursacht Glyphosat Krebs?

38

Luca Zanier by Keystone



Umwelt und Technik

38 **Medikamente aus der Leitung**

Die Herstellungsprozesse der Erdölindustrie inspirieren die Pharma.

41 **Die Fotosynthese kopieren Jeden Nanometer eines Virus abbilden Weniger Russ durch mehr Sauerstoff**

Vor Ort

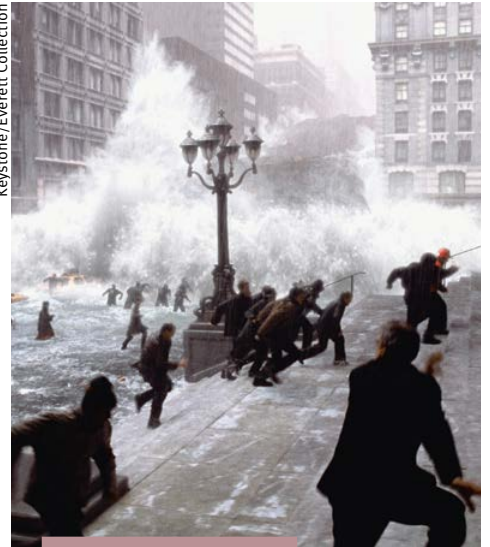
42
Im Südsudan ist Harmonie wichtig

Wie funktioniert?

49
Medikamente aus dem Körper

44

Keystone/ Everett Collection



Kultur und Gesellschaft

44 **Nützlicher Katastrophenfilm**

Filme über Umweltkatastrophen scheinen das Umweltbewusstsein zu schärfen.

47 **Schwieriger multilateraler Weg** Obwohl es komplexer geworden sei, multilaterale Entscheide zu treffen, sieht Madeleine Herren-Oesch keine Alternative.

48 **Tagebuch einer Mutter von 1790 Die vielen Leben der Partikel «auch» Der Aufstieg der Göttin Mut**

Aus erster Hand

50
Das Parlament soll Risiko belohnen

SNF und Akademien direkt

51
Der SNF hat eine neue Direktorin





Zwischen Leben und Tod

Schlafen sie oder liegen sie in einem Massengrab? Dicht gedrängt, dünn und weiss wie Knochen hat Henry Moore auf einem seiner berühmten «Shelter Drawings» von 1940/41 die Menschen gezeichnet, die während des 2. Weltkrieges in den Londoner U-Bahn-Schächten Schutz vor den Bomben der Nazis gesucht haben. Das Bild weckt allerdings weniger Sicherheitsgefühle, als es Grabesstimmung verbreitet.

«Seit es die U-Bahn gibt, wird sie auch mit dem Tod verbunden», erklärt Benedikt Tremp. Anhand von literarischen Quellen und Bildern untersucht der Doktorand der Universität Lausanne im Rahmen des Nationalen Forschungsschwerpunktes «Mediality» einschlägige Formen der Ästhetisierung des modernen Verkehrsmittels. Dessen gesellschaftlicher Stellenwert ist und war ambivalent, seit es um 1900 aufgekommen ist und ganze Städte verändert hat: Von Befürwortern als Symbol des Fortschritts bejubelt und von den Gegnern als Zeichen gesellschaftlicher Selbstzerstörung diffamiert, eröffneten die U-Bahnen einen neuen Imaginationsraum: die Fortbewegung im Untergrund.

Kriegsbilder wie jene Moores betonen den Zwiespalt und sind sinnbildlich für konträre Erfahrungen. Während in London die verhältnismässig tiefen U-Bahn-Röhren tatsächlich viele Leben retteten, mutierte zum Beispiel die U-Bahn in Berlin häufig zur tödlichen Falle. «Die Schächte lagen zum Teil direkt unter dem Asphalt und konnten so durch Bombentreffer leicht zum Einsturz gebracht werden.» *hpa*

Bild: Tube Shelter Perspective: The Liverpool Street Extension, Henry Moore, 1941. Reproduced by permission of The Henry Moore Foundation

Ist Glyphosat krebserregend?

Das meistgenutzte Herbizid weltweit ist Glyphosat. Obschon es in der Unkrautbekämpfung wichtig ist, sind die möglichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit unter Wissenschaftlern heftig umstritten.

Valérie Chételat & Biniam Ghezai (Fotomontage)



Ja

sagt Christopher Portier, Forscher für Umweltgesundheit.

Wie stichhaltig sind die Belege für ein erhöhtes Krebsrisiko bei Personen, die Glyphosat über längere Zeit ausgesetzt sind? Die Antwort basiert auf drei Säulen: Belege beim Menschen, bei Labortieren und für einen molekularen Mechanismus, wonach das Herbizid Krebs auslösen kann.

26 Krebsstudien mit Menschen, die Glyphosat-Formulierungen ausgesetzt waren, fanden grösstenteils keinen Zusammenhang. Neun dieser Studien untersuchten das Non-Hodgkin-Lymphom. Vier Fall-Kontroll-Studien wiesen zusammengekommen eine Verbindung zwischen dem Krebs und dem Herbizid auf – so auch zwei weitere Kontrollstudien. Die qualitativ hochstehenderen Studien berücksichtigten die zusätzliche Belastung durch andere Pflanzenschutzmittel und bestätigten den Zusammenhang trotzdem. Dieser wurde stärker, je länger die Menschen Glyphosat ausgesetzt waren. Andere Störfaktoren und Verzerrungen konnten nicht ausgeschlossen werden. Das Fazit: Beim Menschen existiert ein Zusammenhang zwischen den Glyphosat-Formulierungen und dem Non-Hodgkin-Lymphom – eine Kausalität konnte aber nur beschränkt belegt werden.

Es wurden fünf Laborstudien mit Mäusen und neun mit Ratten durchgeführt. Sämtliche Mäusestudien wiesen ein erhöhtes Tumorwachstum an mindestens einer Stelle auf. Drei der Studien zeigten eine Zunahme von Nierentumoren, die bei Mäusen äusserst selten vorkommen; zwei eine Zunahme von Blutgefässtumoren und weitere zwei eine Zunahme von bösartigen Lymphomen. Bei den Ratten wurden, bis auf eine Häufung von gutartigen Tumoren, keine Auswirkungen festgestellt. Das Fazit: Glyphosat verursacht bei Labormäusen verschiedene Tumore.

«Es gibt Belege für einen krebserregenden Mechanismus durch Glyphosat.»

Christopher Portier

Zum molekularen Mechanismus zeigen die öffentlich zugänglichen Daten, dass Glyphosat und Glyphosat-Formulierungen sowohl in menschlichen und tierischen Zellen also auch in Labortieren DNA-

Schäden hervorrufen – bisher aber nicht in Bakterienzellen. Zwei Studien wiesen DNA-Schäden in Blutzellen von ausgesetzten Personen nach, die Glyphosat-Formulierungen ausgesetzt waren. Das Herbizid und seine Formulierungen erzeugten in menschlichen und anderen Zellen freie, DNA-schädigende Sauerstoffradikale. Das Fazit: Es gibt tatsächlich Belege für einen krebserregenden Mechanismus durch Glyphosat.

Aufgrund all dieser Informationen ist es vernünftig davon auszugehen, dass eine längere Exposition gegenüber Glyphosat und Glyphosat-Formulierungen für Menschen wahrscheinlich krebserregend ist.

Christopher Portier ist ehemaliger Direktor des US National Institute of Environmental Health. Er lebt in der Schweiz und ist Verfasser eines offenen Briefs an die EU-Kommission, der von 95 internationalen Wissenschaftlern unterschrieben wurde.



Nein

sagt Jose Tarazona,
von der Europäischen
Lebensmittelsicher-
heitsbehörde.

Die Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde (EFSA) überprüfte kürzlich das toxikologische Profil von Glyphosat und hat zwei neue toxikologische Referenzwerte zur Risikobeurteilung vorgeschlagen. Die EFSA hat jedoch die Einstufung von Glyphosat als wahrscheinlich krebserregend durch die International Agency for Research on Cancer (IARC) nicht bestätigt.

Die IARC fand «beschränkte Belege im Menschen» für einen Zusammenhang von Glyphosat und dem Non-Hodgkin-Lymphom. Für die EFSA sind die Belege für diese Klassifizierung unzureichend. Da diese Humanstudien allein nicht genügen, um festzustellen, ob Glyphosat krebserregend ist, war die Auswertung der Tests mit Labortieren entscheidend. Dies führte zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen durch die EFSA und die IARC.

Die IARC beobachtete signifikante Tendenzen in von der Industrie finanzierten Berichten. Die EFSA untersuchte die gesamte aktuelle und umfassende Datenbank für Kanzerogenitätsstudien bei Tieren, fand jedoch keinen wesentlichen Unterschied zwischen Kontroll- und Behandlungsgruppen in den verlässlichen Untersuchungen.

Eine Überprüfung der biologischen Relevanz der beobachteten Fälle durch die EFSA hat ergeben, dass die statistischen Tendenzen von Verzerrungen durch eine sekundäre Toxizität bei hohen Dosen herrühren oder Zufallsresultate waren, die keinen Zusammenhang mit Glyphosat hatten.

«Die Laborwerte zeigen keine Dosis-Wirkungs-Beziehung.»

Jose Tarazona

Dass übermässige Toxizität sich in Bioassays als krebserregend erweist, ist bekannt. Die Toxizität kann zum Zelltod und zu damit verbundener regenerativer Zellwucherung führen. Dies kann wiederum eine Tumorbildung als sekundäre Folge haben, steht jedoch in keinem Zusammenhang mit dem intrinsischen Potenzial der Substanz, bei tieferen, weniger toxischen Dosen Krebs auszulösen.

Die beobachteten Fälle lagen innerhalb der bekannten Werte bei unbehandelten Tieren. Die Laborwerte zeigten keine Dosis-Wirkungs-Beziehung und konnten

von gleichwertigen Studien mit ähnlicher oder höherer Dosis nicht bestätigt werden. Neben den fehlenden statistisch signifikanten Unterschieden zu den Kontrollen waren auch die Tumorraten biologisch nicht relevant.

Die EFSA schliesst daraus, dass durch Glyphosat hervorgerrufene DNA-Schäden unwahrscheinlich sind, wie bereits zahlreiche Studien bestätigten. Glyphosat-Formulierungen mit anderen Substanzen zeigten jedoch Wirkungen. So gab ein Tensid, das in diesen Mischungen häufig verwendet wird, Anlass zu Bedenken. Die EFSA empfiehlt, den Einfluss von Formulierungen auf DNA weiter zu untersuchen.

Jose Tarazona ist Leiter des Fachbereichs Pestizide an der Europäischen Lebensmittelsicherheitsbehörde (EFSA) und Vizepräsident des Wissenschaftlichen Ausschusses «Gesundheit und Umweltrisiken» der Europäischen Kommission.



Ewha-Frauenuniversität, Seoul. Bild: Keystone/Agence VU/Juan Manuel Castro Prieto

Der Osten holt auf

Kampf um schlaue Köpfe, moderne
Infrastruktur, ethische Divergenzen:
Der Höhenflug der Wissenschaft in
Asien setzt den Westen unter Druck.



Gezeitenwechsel in der Wissenschaft

Asien holt in der Forschung rasch auf. Die grössten Herausforderungen für die neuen Akteure: die Qualität erhöhen und mehr wissenschaftliche Freiheit gewähren.

Von Mohammed Yahia

Indien hat es im Jahr 2014 als erstes Land geschafft, beim ersten Versuch eine Sonde in die Marsumlaufbahn zu bringen.

Ein Jahr später wurde Tu Youyou erste chinesische Medizin-Nobelpreisträgerin. Saudi-Arabien eröffnete kürzlich eine 20 Milliarden-Dollar teure Universität mit Fokus Wissenschaft und Technologie. Noch vor wenigen Jahrzehnten waren diese Länder in der Wissenschaft weit abgeschlagen.

Seit der Renaissance war der Westen in Wissenschaft und Forschung führend und brachte den grössten Teil des Wissens der Menschheit hervor. In den letzten zwei Jahrzehnten gab es aber eine dramatische Verschiebung in der Wissenschafts- und Forschungslandschaft. Der Osten – besonders Asien – verzeichnet einen starken Zuwachs in diesem Bereich, der Grundlage für wirtschaftlichen Erfolg.

«Die führenden Kreise [Chinas] sind sich sehr bewusst, dass Wissenschaft zu Innovation führt. Das wird als der beste Weg gesehen, um das Einkommensniveau der Chinesen zu steigern», sagt Pascal Marmier, CEO von Swisnex China, einer Ausenstelle, die die Schweiz mit den globalen Innovationszentren verbinden soll.

Auch die Nachbarn Singapur und Indien haben ehrgeizige nationale Strategien entwickelt, um sich in wissensbasierte Volkswirtschaften zu verwandeln. Singapur hat gerade angekündigt, das Forschungs- und Entwicklungsbudget für 2016 um 18 Prozent gegenüber 2011 bis 2015 zu erhöhen. Saudi-Arabien nutzt sein Einkommen als weltgrösster Erdölexporteur und hat 2008 einen Plan skizziert, um bis 2030 in Asien führend in der Wissenschaft

zu werden und die Wirtschaft von der Erdölabhängigkeit zu lösen. Das Land fokussiert stattdessen auf die Wissenschaft und hat in den letzten fünf Jahren Milliarden in den Aufbau von Spitzenuniversitäten und -forschungsinstituten gesteckt.

In all diesen Ländern unterstützen hohe Regierungsvertreter die Förderung von Wissenschaft und Technologie. Gemäss einem Bericht von Battelle erreichen Singapurs öffentliche und private Ausgaben für Forschung und Entwicklung 2,7 Prozent des BIP, China wandte 2 Prozent auf im Jahr 2014. Vor fünf Jahren hat Katar angekündigt, 2,8 Prozent seines BIP in Forschung zu investieren. Zum Vergleich: die USA investieren 2,8 Prozent, die Schweiz 2,9 Prozent. Singapur hat einen ähnlichen Weg gewählt. «Die strategische Bedeutung, die der Forschung beigemessen wird, zeigt sich daran, dass die National Research Foundation (NRF) organisatorisch dem Büro des Premierministers zugeordnet ist», sagt Peter Edwards, Direktor des Singapore-ETH Centre, eines gemeinsamen Instituts von ETH Zürich und Singapurs NRF.

Planwissenschaft kappt Kreativität

Dies hat den Ländern erlaubt, ihre wissenschaftlichen Anstrengungen zu verstärken, schuf aber auch Herausforderungen. Die Forschung wird eng überwacht, und die Stipendien sind an ein nationales Ziel gebunden. Das kann von Neugier geleitete Grundlagenforschung ersticken. Vor drei Jahren definierte die Qatar Foundation eine Reihe von «grossen Forschungsherausforderungen», auf die sich die Finanzierung konzentriert: Cyber-, Wasser- und

Energiesicherheit sowie Gesundheitsversorgung. Forscher in andern Bereichen zeigten sich besorgt, ihre Finanzierung zu verlieren, und die Vorschläge einiger wurden abgelehnt, da diese nicht den Forschungszielen des Landes entsprachen.

«Um eine echte Forschungsmacht zu werden, muss Neugier die Forschung leiten.»

Peter Edwards,
Direktor des Singapore-ETH Centre

In Singapur ist der Einsatz der Fördergelder stark von Top-down-Prioritäten bestimmt, die auf wirtschaftlichen und strategischen Argumenten basieren, was wenig Freiheit für nicht zielgerichtete Forschung lässt. «Auch Programme, die ausgezeichneten jungen Forschern viel Freiheit für deren eigene Forschung geben sollen, richten sich tendenziell an Projekte mit klarem Nutzen», sagt Edwards: «Um eine echte Forschungsmacht zu werden, muss Neugier die Forschung leiten.»

Die Einstellung wandelt sich

Der Grossteil der Grundlagenforschung in China wird von der Regierung finanziert. Prioritäten werden als Teil des normalen Fünfjahresplans definiert, während der Privatsektor mit den Universitäten an kurzfristigen, umsetzbaren Projekten arbeitet.

«Die Herausforderung ist, das offene Forschungsumfeld mit der Art zu regieren und der Entscheidungsfindung zu vereinen», sagt Marmier von Swissnex: «Es braucht ein neues staatliches Finanzierungs-, Bildungs- und universitäres Verwaltungsmodell. Das ist die Innovation, die den Status Chinas als weltweit führende Forschungs- und Technologiemacht beschleunigen würde.» Edwards sieht das Problem weniger in der Finanzierung als in der Haltung: «Aus Gesprächen mit leitenden Universitätsvertretern würde ich sagen, dass die Haltung sich ändert und die Akzeptanz für mehr Bottom-up-drauflos-Forschung wächst.»

Für einen wahren Wandel müssten jedoch wichtige Politiker von der Bedeutung dieser Art von Forschung überzeugt werden. In Saudi-Arabien betonen diese, dass sie sich der Grundlagenforschung verpflichtet fühlen, auch wenn der Fokus für die nächsten fünf Jahre auf der industriellen Forschung liegt.

Quantität kommt oft vor Qualität

Investitionen in Wissenschaft zahlen sich aus. China hat sein Forschungsbudget zwischen 2009 und 2012 verdoppelt, und ein OECD-Bericht von 2014 sagt voraus, dass China bis 2019 die USA bezüglich der Investitionen überholt. Aber während die Zahl publizierter Wissenschaftsartikel in China stark wächst, ist und bleibt deren Qualität unter dem weltweiten Durchschnitt (siehe Infografik «Der Tiger erwacht», S. 14). «Neu gibt es Programme, die den Fokus auf die Qualität und nicht die Quantität des Produzierten setzen», sagt Marmier.

Auch die fehlende Forschungsfreiheit schafft ein Umfeld, das die Wissenschaft behindert und Fehlverhalten fördert. Die Forschung in China leidet unter Fälschungen und Plagiaten. Ein Editorial in The Lancet im Jahr 2015 führte dies auf ein akademisches Fördersystem zurück, das stark auf der Anzahl von Publikationen beruht. Dasselbe Problem kennt man auch in Saudi-Arabien.

Unter der beschränkten akademischen Freiheit litten sogar schon westliche Offshore-Campus in Schwellenländern. Die New York University Abu Dhabi half, die Zahl der Forschungsartikel in den Vereinigten Arabischen Emiraten (UAE) in die Höhe zu treiben, aber der Grossteil der beschriebenen Forschung findet in New York statt. Im März 2015 war die Universität intensiver Prüfung ausgesetzt, als einem Forscher vom New York Campus die Einreise ins Land verweigert wurde, weil er die Arbeits- und Lebensbedingungen von Wanderarbeitern in den UAE untersuchte. Das sind heikle Themen, welche die Regierung der UAE nicht diskutiert haben will.

«Singapur unterscheidet sich in Bezug auf Transparenz, Umgang mit Betrug, Plagiat und ähnlichem stark von China», sagt Artur Ekert, Direktor des Centre for Quantum Technologies in Singapur. Er betont auch, dass dort die akademische Freiheit grösser ist als bei den Nachbarn: «Ich bin sicher, dass Singapur einige forschungsbezogene ethische Punkte klären muss, aber meines Wissens unterscheiden sie sich nicht von jenen in Europa oder den USA.»

Wissenschaftler zurückholen

Für nachhaltiges Wissenschaftswachstum braucht es Personal, Wissen und die Fähigkeit, bekannte internationale Forscher anzulocken. In China stieg die Zahl eingeschriebener Doktoranden durch den Versuch, das Bildungssystem rasch zu erweitern, raketenhaft von 280 000 im Jahr 2000 auf 1,6 Millionen im Jahr 2011. China, Indien, Südkorea und Saudi-Arabien stellen nun die Mehrheit der ausländischen Studenten in den USA – mehr als 300 000 davon sind Chinesen. Ein Stipendienprogramm in Saudi-Arabien führte dazu, dass Hunderttausende Studenten für Nachdiplomstudien ins Ausland gingen.

«Die führenden Kreise Chinas sind sich sehr bewusst, dass Wissenschaft zu Innovation führt.»

Pascal Marmier,
CEO Swissnex China

Jetzt stellt sich die Herausforderung, mit attraktiven Einrichtungen und Fördergeldern die Forscher zurück und internationales Fachwissen von Format ins Land zu holen. In China «gibt es dieses riesige Talente-Programm, das den Rückkehrern oder ausländischen Experten hohe Fördergelder für die Forschung bietet», sagt Marmier. Mit Erfolg: China und Südkorea sind nun die Länder, welche die höchste Zahl an US-Forschern anlocken. Der «Braindrain» transformiert sich zum «Braingain».

Saudi-Arabien versucht bekannte Forscher mit lukrativen Paketen und erstklassiger Einrichtung anzulocken. «Wir müssen mit fortschrittlichen Forschungsinstituten zusammenarbeiten und von ihnen lernen», sagt Abdulaziz Al-Swailem, Vizepräsident für Forschungsunterstützung an der King Abdulaziz City for Science and Technology (KACST).

Auch Singapur schickt mittels Stipendien talentierte Studenten an die besten ausländischen Universitäten. Damit ver-

bunden sei die Verpflichtung, danach eine gewisse Zeit im Heimatland zu arbeiten, sagt Ekert. Das Create-Programm der Singapore NRF schafft ein Forschungs-Ökosystem in Zusammenarbeit mit Spitzenuniversitäten wie der ETH Zürich, dem MIT, der Technischen Universität München, der Cambridge University und der UC Berkeley.

Die wahre Herausforderung ist es aber, mehr Junge für eine wissenschaftliche Karriere zu interessieren und Fachwissen im eigenen Land zu kultivieren. «Das ist ein echtes Problem. Trotz ausgezeichneter Diplome und vieler Möglichkeiten für ein PhD-Studium ist es erstaunlich schwierig, in Singapur Doktoranden anzuwerben», sagt Edwards. Studierende ziehen nach dem Abschluss einen sicheren, gut bezahlten Job dem mehrjährigen Doktorat vor. Die Singapurer sind bei den Doktoranden oft in der Minderheit.

Die KACST in Saudi-Arabien versucht mit der Übersetzung wissenschaftlicher Artikel ins Arabische mehr Menschen zu erreichen und ihr Interesse an der Wissenschaft zu fördern. «Wir wollen Wissen generieren und es für die ganze Gesellschaft zugänglich machen», erklärt Al-Swailem. «Ein Grossteil des Königreichs besteht aus jungen Menschen, hungrig nach Wissenschaft. Wir lernen aus unseren Fehlern und schaffen weiterhin Positives.»

Mohammed Yahia ist Wissenschaftsjournalist und leitet die Redaktion von Nature Middle East. Er lebt in Kairo.

Partner der Schweiz

Zu den sieben Ländern, mit denen das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) die wissenschaftliche Zusammenarbeit gezielt fördern möchte, gehören vier asiatische Länder: China, Japan, Südkorea und Indien. Der Schweizerische Nationalfonds hat 2015 eine neue Reihe gemeinsamer Projekte mit Südkorea, Brasilien und Russland gutgeheissen und vor Kurzem ein Programm mit der National Natural Science Foundation of China lanciert. «Korea hat grosses Potenzial», sagt Jean-Luc Barras, Leiter der Abteilung Internationale Zusammenarbeit des SNF. «Wir versuchen, die Möglichkeiten zur Unterstützung der bilateralen Zusammenarbeit mit den Bedürfnissen der Forschenden in Übereinstimmung zu bringen.»

Der Tiger erwacht

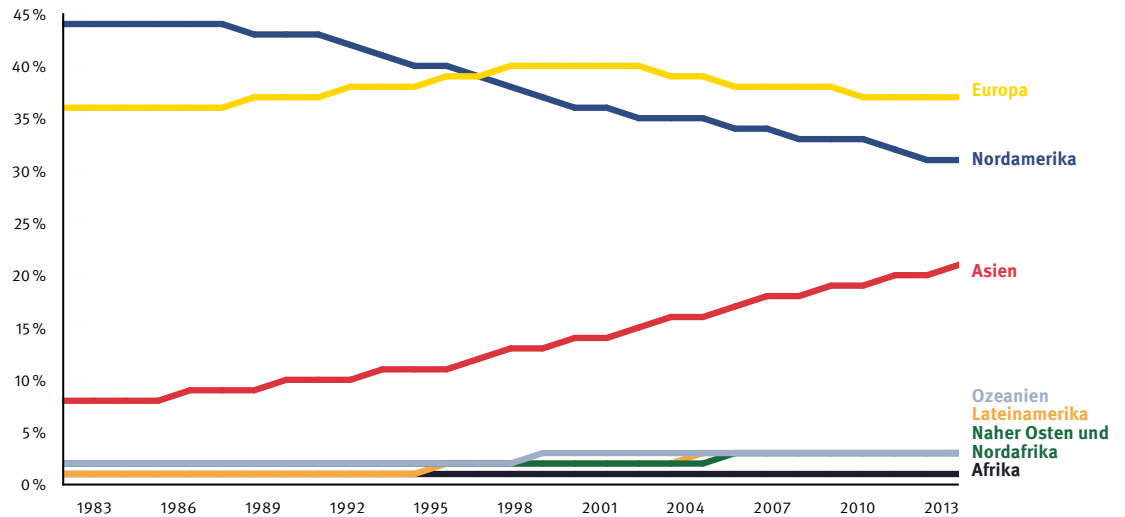
Noch ist die Forschung fest in den Händen der westlichen Welt. Sie wird aber immer globaler. Besonders China rüttelt an der bisherigen Ordnung.

Asien gewinnt an Fahrt

Der Anteil der Forschungsarbeiten mit Beteiligung asiatischer Forscher verdreifachte sich in drei Jahrzehnten auf heute 21 Prozent. Europa hat Nordamerika 1995 überholt und weist nun stabile Zahlen auf. Die Wachstumsraten der aufstrebenden Regionen (Asien, Afrika, Lateinamerika) betragen bis zu 8 Prozent. Das Gesamtvolumen der Publikationen hat sich auf 2,4 Millionen Artikel pro Jahr verdreifacht.

Methode: Berücksichtigung der Institute in der Liste der Koautoren. Quelle: Thomson Reuters (SCI, SSCI, A&HCI). Bearbeitung: SBFI.

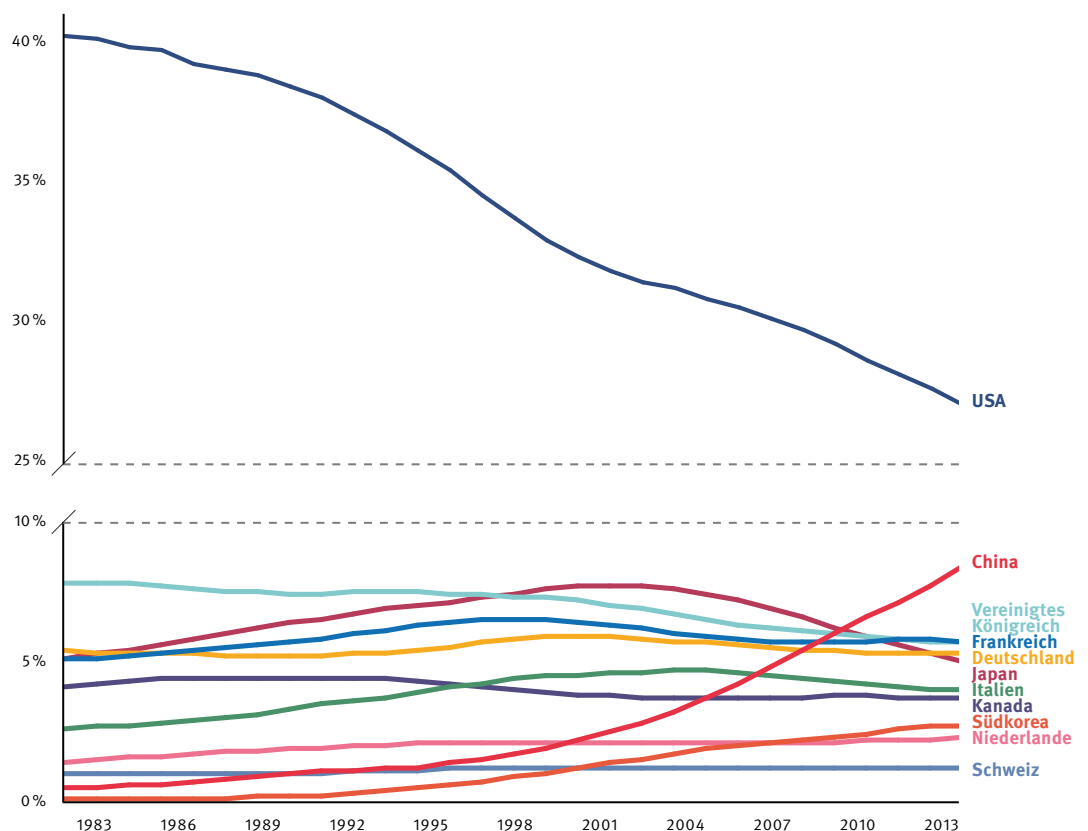
Anteil an den wissenschaftlichen Publikationen weltweit



USA verlieren die Vorherrschaft

Der Anteil der Publikationen aus den USA ist in drei Jahrzehnten von 40 auf 27 Prozent gefallen. China verzeichnete einen spektakulären Anstieg von unter 1 auf 8 Prozent. Namentlich Südkorea, Taiwan, Brasilien und Indien veröffentlichten wesentlich mehr. Der Anteil der Schweiz blieb sehr stabil.

Anteil an den wissenschaftlichen Publikationen weltweit



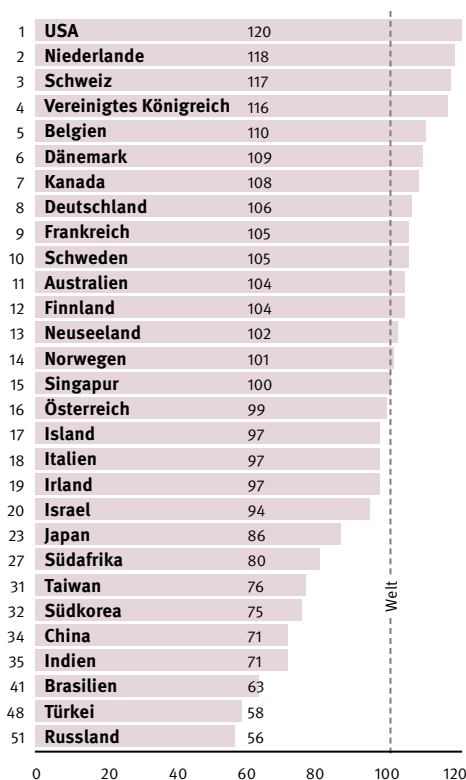
Westliche Qualität

Die Arbeiten aus den USA, der Schweiz und Grossbritannien haben den höchsten wissenschaftlichen Impact. Die Qualität der Forschung aus den Schwellenländern ist noch unter dem weltweiten Durchschnitt (100 Punkte), hat sich aber stark gesteigert, besonders in China, das seit 1981 von 30 auf 71 Punkte zulegte.

Die Schweiz produziert seit 2007 die höchste Anzahl wissenschaftlicher Artikel pro tausend Einwohner (3,9), noch vor den skandinavischen Ländern und deutlich vor den USA (2,2). Asien ist wesentlich weniger produktiv (China: 0,16, Indien: 0,04).

Methode: Der Impact berücksichtigt die Anzahl Zitierungen pro publizierten Artikel, bereinigt nach Forschungsdisziplin. Zahlen: Durchschnitt 2009–2013.

Impact der Publikationen

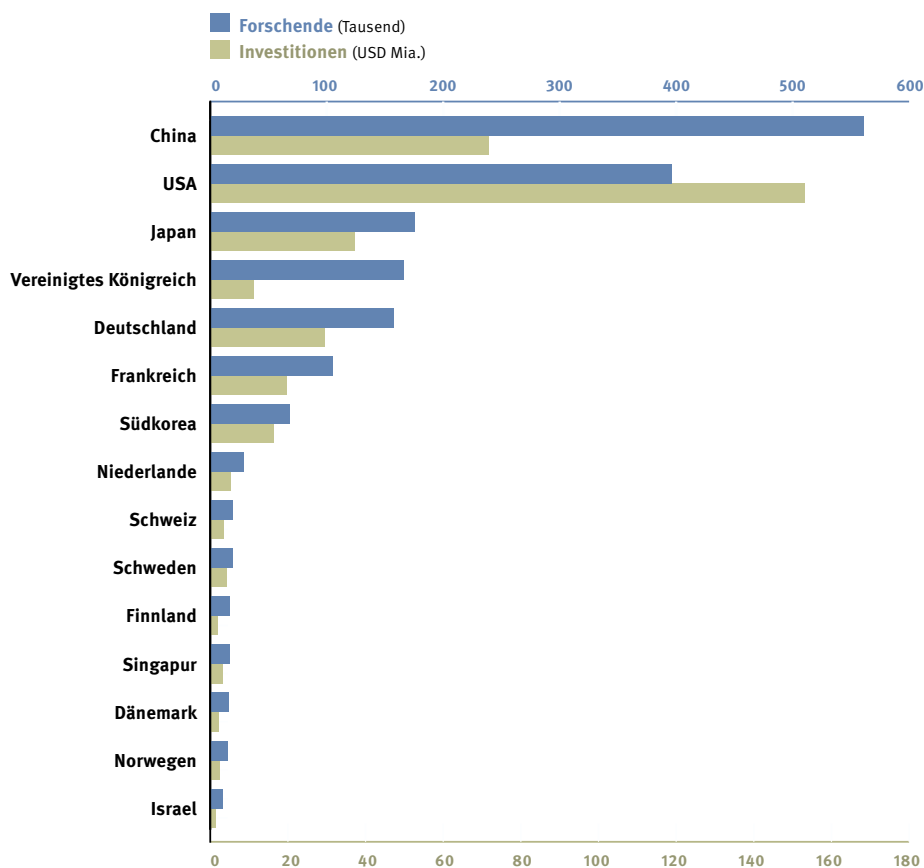


Zwei Supermächte

Die US-Regierung wendet mit 153 Milliarden Dollar pro Jahr am meisten für Forschung und Entwicklung auf: fünf Mal mehr als Deutschland und doppelt so viel wie China. China verfügt dafür mit mehr als 1,4 Millionen Forschenden über das grösste Humankapital. Als weitere Schwellenländer folgen Südkorea und Singapur.

Methode: Anzahl Forschende (Vollzeit-äquivalent), die ausserhalb des Privatsektors in Forschung und Entwicklung (F + E) tätig sind; Ausgaben der Regierung für F + E (einschliesslich Hochschulen). Zahlen: 2012 oder 2013.

Forschung und Entwicklung: Forschende und öffentliche Ausgaben



Südkorea

Die «Chaebol» haben das Sagen

Die Wissenschaft liegt in Südkorea in den Händen allmächtiger Konzerne. Das erstickt trotz hoher Investitionen die Innovation.

Von Mark Zastrow

Die südkoreanische Präsidentin Park Geun-hye versprach vor ihrem Amtsantritt 2012, die Wirtschaft zu reformieren. Die riesigen Konzerne, die die Entwicklung des Landes antrieben, schienen träge geworden und im Unternehmertum erstickt. Als Antwort darauf versprach Park, Start-ups durch die Bildung einer «kreativen Wirtschaft» zu unterstützen.

Greifbar wird diese Initiative durch regionale Zentren, in denen die Konzerne mit der Industrie sowie Forschungsinstituten zusammenarbeiten, um Start-ups zu fördern. Seit 2014 hat die Regierung 17 solcher Zentren geschaffen, die das Wachstum in den verschiedensten Sektoren ankurbeln sollen, von Smartphones über Schiffbau bis zu Mode.

Dies zeugt vom Bekenntnis für den technokratischen Pfad, den Südkorea an die Weltspitze geführt hat, was den für Forschung und Entwicklung aufgewendeten Prozentsatz des Bruttoinlandsprodukts angeht. «Die Investitionen sind ziemlich einmalig», erklärt Christian Schneider, Leiter des Swiss Science and Technology Office in Seoul.

Was Korea so speziell macht, ist die Art, wie investiert wird: durch die Konzerne, die sogenannten Chaebol. Park versucht diese Säulen der koreanischen Wirtschaft zu repositionieren, aber deren enormer Einfluss auf die Forschung wird nicht so bald verschwinden.

Forschung aus dem Konzernlabor

Die Chaebol bilden das Rückgrat der koreanischen Wirtschaft, seit Militärdiktator Park Chung-hee – der Vater der aktuellen Präsidentin – 1963 durch einen Putsch an die Macht gelangte. Er baute die Wirtschaft rund um seine bevorzugten Familienunternehmen auf, viele davon sind heute Weltmarken wie Samsung, LG und Hyundai.

Erst in den späten 1980 Jahren begannen die Chaebol eine übermächtige Rolle

in Forschung und Entwicklung zu spielen, oft durch die Schaffung neuer Universitäten und eigener Laboratorien. So gründete eine Stahlfirma die Pohang University of Science and Technology, die später zur besten Universität für Ingenieurwissenschaften wurde. Samsung folgte mit einem eigenen Labor, dem Samsung Advanced Institute of Technology (SAIT).

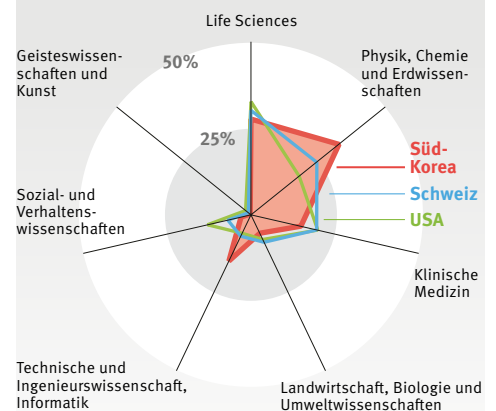
«Es war sehr visionär, ein Unternehmensforschungslabor im klassischen Sinn aufzubauen», erklärt Ogan Gurel, Innovationschef am Campus D, an einem Start-up-Inkubator in Seoul. Heute finanzierten die Konglomerate vermehrt Grundlagenforschung an den Universitäten, sagt Gurel, der bis 2015 Spartenchef beim SAIT war.

«Die Wissenschaftler bewerben sich bei Samsung, als ob es die Regierung wäre», erklärt Schneider: «Es geht um wirklich viel Geld und es wird in Grundlagenforschung investiert.»

Das schaffe einzigartige Möglichkeiten für Akademiker, mit einem direkten Bezug zum Markt zu forschen, sagt Bernhard Egger (Porträt S. 17). Der Computerwissenschaftler an der National University (SNU) kennt beide Seiten dieses industriell-akademischen Nexus: Er doktorierte an der SNU, der besten Forschungsuniversität Koreas, und wechselte 2008 ans SAIT. Dort war er an der Entwicklung des Compilers für den rekonfigurierbaren Prozessor des Unternehmens beteiligt – ein stromsparender Chip, der Videos und Musik auf Samsung-Smartphones dekodiert. Später kehrte er als Professor an der SNU in die akademische Welt zurück, wo er immer noch mit Samsung-Forschern zusammenarbeitet.

Was aus diesem Projekt wird, weiss Egger noch nicht: «Ich denke, Samsung weiss es auch noch nicht. Es ist also wirklich Forschung.» Er weist aber auf eine Möglichkeit hin: Im letzten Dezember kündigte Samsung an, in das Rennen um die Entwicklung selbstfahrender Autos einzusteigen.

Forschungsprofil



Verteilung der Publikationen nach Forschungsgebiet. Quelle: SBF

gen. «Ich erhalte die Möglichkeit, Projekte umzusetzen, die sich wirklich auf die Industrie auswirken, denen ein echtes Produkt folgt», sagt Egger.

Neu strukturierte Wirtschaft

Statt die Chaebol aufzulösen, versucht Präsidentin Park sie zu überzeugen, Start-ups mit Ausrüstung, Ausbildung und Kapital zu unterstützen. In Daejeon, um eines von vielen Beispielen zu nennen, ist das regionale «Kreativwirtschafts- und Innovationszentrum» auf dem Campus der besten nationalen technischen Universität untergebracht. Der ansässige Konzern ist die SK Telecom, der grösste Mobilfunkanbieter des Landes, der von Studenten lancierte Projekte betreut.

«Die Wissenschaftler bewerben sich bei Samsung, als ob es die Regierung wäre.»

Christian Schneider

Kritiker sagen, die Kreativwirtschaftszentren hätten noch keine Früchte getragen und nicht die erwünschten Investitionssummen erwirtschaftet. Viele Wirtschaftsexperten argumentieren, dass noch viel drastischere Massnahmen notwendig seien, um die erdrückende Vorherrschaft der Chaebol zu überwinden.

Das hindert Korea aber nicht daran, das Modell in andere Entwicklungsnationen zu exportieren, die dieses gern kopieren und auch bereit sind, dafür zu zahlen: Saudi-Arabien und Brasilien haben bereits Abkommen mit Seoul unterzeichnet, um dessen Kreativwirtschaft zu übernehmen.

Mark Zastrow ist freier Wissenschaftsjournalist in Seoul. Er hat für Nature, Nova, Retraction Watch und New Scientist publiziert.

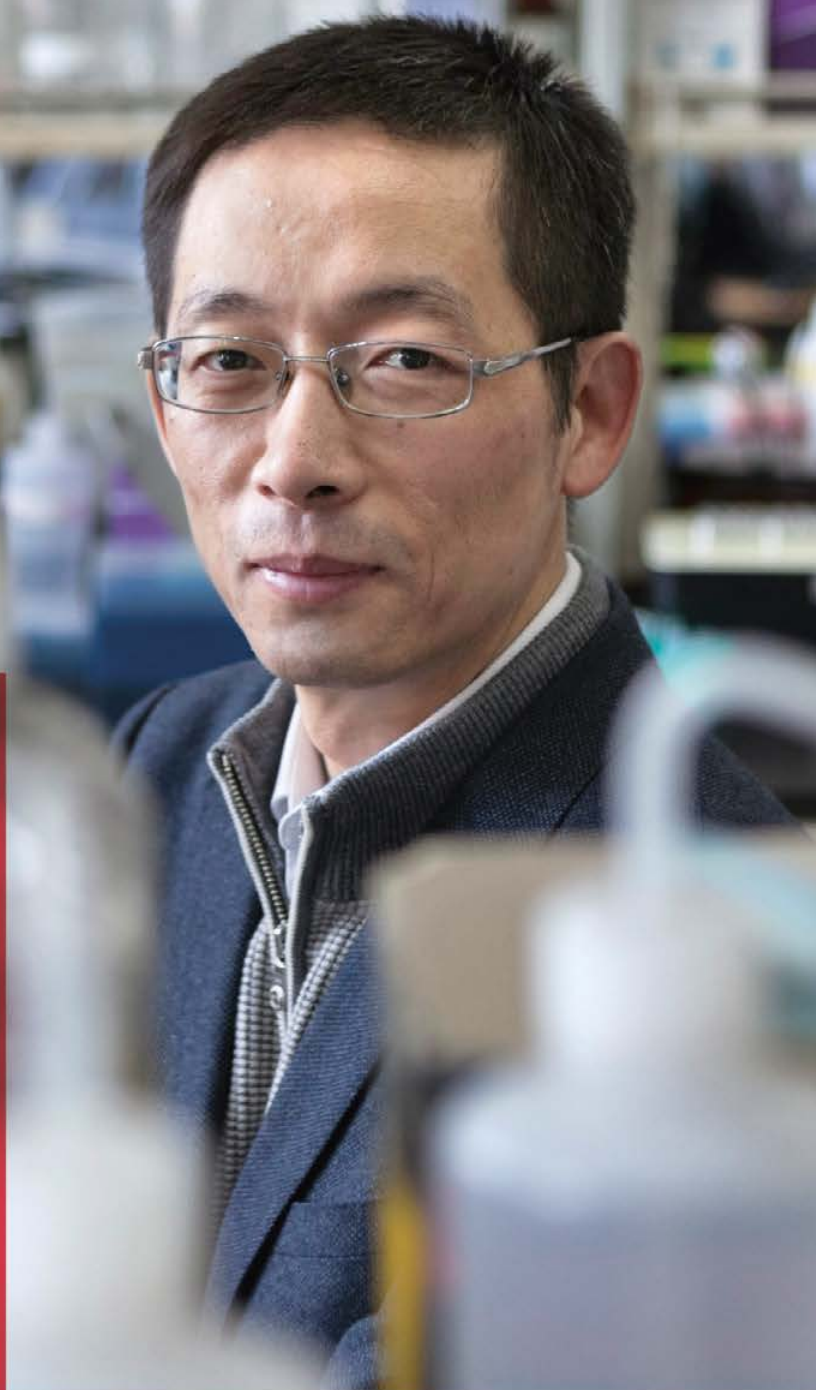


Korea war für ihn interessanter als die USA

Als Bernhard Egger 2002 sein Diplom an der ETH Zürich machte, sah er, wie seine Kommilitonen für ihr PhD nach Amerika gingen. «Ich dachte, es wäre interessanter und herausfordernder, nach Osten zu gehen.» Warum entschied er sich für Korea und nicht für China oder Japan? Zusätzlich zum Image einer freundlichen, hart arbeitenden Nation zählte für Egger ein praktischer Vorteil: das eher einfache koreanische Alphabet.

Mittlerweile ist er mit seiner Frau und zwei Kindern in Korea verwurzelt und geniesset es, Brücken zu bauen, ob zur Industrie oder über Kontinente hinweg. Seine Zusammenarbeit mit einem Kollegen an der ETH Zürich ermöglicht den Studenten Forschungsaustausche. Und seine Arbeit mit Samsung hält ihn am Boden. «Ich mag es, etwas zu entwickeln, was nicht einfach Vapourware, sondern tatsächlich im Umlauf ist und funktioniert», sagt er. «Meine Arbeit in Korea hat mir dies erlaubt.»

Bild: Aaron Choe



Princeton–Peking einfach

Yigong Shi hatte alles, was ein Wissenschaftler begehrt, als er die Struktur von Proteinen an der Princeton University erforschte.

Aber nicht einmal die Aussicht auf zehn Millionen US Dollar Fördergelder konnten Yigong Shi zum Bleiben veranlassen. Er kehrte 2008 an die Tsinghua-Universität in Peking zurück, wo er im Herbst 2015 Vizepräsident wurde. Er steht für den Ehrgeiz Chinas im Bereich der biomedizinischen Wissenschaften und dessen Fähigkeit, die notwendigen Fachkräfte zu gewinnen. Das Leben könne schwierig sein, besonders die Luftverschmutzung sei ein Problem, sagt Yigong Shi. Aber die Fülle an hart arbeitenden Doktoranden und die «grossartige» Ausstattung machten es zum Traum eines jeden Wissenschaftlers. «Für die Förderung deiner Karriere gibt es nichts Besseres, als nach China zurückzukehren», sagt Yigong Shi.

Bild: Andrew Wong

Sie will mehr saudi-arabische Frauen in die Wissenschaft holen

Suzana Nunes studierte an der University of Campinas in Brasilien, bevor sie nach Deutschland reiste, wo sie zwölf Jahre blieb. 2009 schloss sie sich der neuen Universität in Saudi-Arabien, der KAUST, an. Heute ist sie stellvertretende Dekanin für Biologie, Umwelt- und Ingenieurwissenschaften und setzt sich dafür ein, Frauen zu wissenschaftlichen Karrieren zu ermutigen. Ihre Forschungsgruppe hat einen hohen Frauenanteil, und ihr Wunsch ist es, mehr saudi-arabische Frauen für Chemie und Ingenieurwesen zu gewinnen. Zudem will sie Gymnasiasten für Wissenschaft begeistern und damit jungen Leuten das Gebiet näherbringen.

Bild: KAUST

Volksrepublik China

Der Staat holt seine Talente nach Hause

China setzt mit Geld und Infrastruktur alles daran, talentierte Forschende ins Land zu locken. Doch Bürokratie, Zensur und Smog erweisen sich als grosse Hindernisse.

Von David Cyranoski

In den letzten zwei Jahrzehnten erlebte China den eindrücklichsten Wissenschaftsboom der modernen Geschichte. Noch vor ein paar Jahrzehnten in der Forschung bedeutungslos, steht das Land nun an zweiter Stelle und ist bereit, die USA hinsichtlich der Anzahl wissenschaftlicher Publikationen zu überholen. Diese Artikel, besonders in Physik, Chemie und Genomik, findet man immer häufiger in den besten Wissenschaftsjournalen.

Es sind aber nicht nur die Publikationen. China hat eine Sonde auf den Mond und kürzlich einen Satelliten in die Erdumlaufbahn geschickt. Letzterer könnte dem Land einen Vorsprung im weltweiten Rennen um die Erforschung der dunklen Materie verschaffen. China, so scheint es, ist bereit, in den meisten Wissenschafts- und Technologiebereichen mit der Spitze mitzuhalten.

Dieser Aufschwung wurde von entscheidenden Anstrengungen angetrieben, im Ausland ausgebildete chinesische Köpfe zurückzuholen. Das 2008 lancierte 1000-Talente-Programm war sehr erfolgreich. Dafür gebe es diverse Gründe wie Gehälter, Mietzuschüsse von manchmal weit über 100 000 US-Dollar sowie grosszügige Forschungsgelder, sagt Cong Cao, ein ebenfalls erst kürzlich zurückgekehrter Forscher für Wissenschaftspolitik am Ningbo-Campus der Universität Nottingham: «Es sind einfach die Möglichkeiten.» Yigong Shi, Vizepräsident der Tsinghua-Universität (Porträt S. 18), erklärt, dass die Gehälter für Spitzenforscher in China zwar noch tiefer liegen als in den USA, aber schnell ansteigen und dass die Ausstattung gewöhnlich besser sei.

Erstickende Internet-Zensur

Aber China führt einen mühseligen Kampf, um Fachkräfte zu rekrutieren. Positionen in den USA oder Europa gelten immer noch als prestigeträchtiger. Am Anfang des

1000-Talente-Programms waren viele Wissenschaftler noch einer ausländischen Institution angeschlossen und verbrachten dort den grössten Teil ihrer Zeit. Die Stelle in China wurde fast als Teilzeitjob betrachtet, der zusätzliches Geld oder Doktoranden brachte. Als Gegenmassnahme startete China innerhalb des 1000-Talente-Plans das «Berufseinsteiger»-Programm, damit PhD-Studenten ganz zurückkommen mussten.

Dieses gezielte Zurückholen von im Ausland ausgebildeten Wissenschaftlern hat zu Spannungen geführt. Besonders, wenn ein junger, unerfahrener Forscher das Zehnfache verdient wie ein Laborleiter, der zwar Erfahrung hat, aber «zu Hause» ausgebildet wurde.

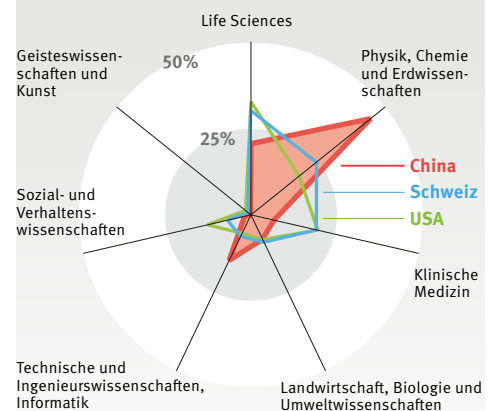
Es gibt noch weitere Hindernisse auf der Suche nach Fachkräften. Shi sagt, dass manche Wissenschaftler Angebote wegen der Luftqualität ablehnen – besonders in Peking, wo die Verschmutzung manchmal ein gefährliches Niveau erreicht. Andere schrecken vor der mühseligen chinesischen Verwaltung und deren Besessenheit von der quantitativen Metrik zurück.

Viele Wissenschaftler zögern auch wegen der Beschränkungen des Internets. Zum Beispiel ist Google Scholar, das genutzt wird, um sich über die aktuellste Forschung zu informieren und an deren Spitze zu bleiben, in China blockiert. «Das trifft besonders zweit- und dritrangige Universitäten, da deren Bibliotheken möglicherweise nicht so gut ausgestattet sind», erklärt Cao.

Freiheiten ohne ethische Bedenken

Aber in China gibt es auch Freiheiten. Da keine Bewegung für die Rechte von Tieren kämpft, können chinesische Wissenschaftler nach Belieben Genmanipulationstechniken an Tieren testen. 2015 schufen sie Minischweine in Schosshundgrösse sowie «supermuskulöse» Schweine und Hunde. Und sie arbeiteten an einer Reihe von Pri-

Forschungsprofil



Verteilung der Publikationen nach Forschungsgebiet. Quelle: SBF

maten, die für gewisse Krankheiten wie Autismus als Modell dienen sollen. Einige Forscher nutzten diese Techniken bekanntlich, um das Genom eines menschlichen Embryos zu verändern. Und kürzlich kündigte eine lokale Regierung die grösste Klon-Fabrik der Welt für die Züchtung von Rindern, Hunden und Rennpferden an.

«In China haben die Wissenschaftler einen grösseren Handlungsspielraum.»

Yigong Shi

Diese Ambitionen wären im Westen möglicherweise auf Widerstand gestossen, aber in China können Wissenschaftler rasch Fortschritte machen. Xingxu Huang, der von einem sechsjährigen Postdoktorat am Baylor College of Medicine in Houston zurückkehrte und nun eine Gruppe an der Shanghai Tech University leitet, meint, dass auch die Wirtschaft dies vorantreibe. Was Huang tun möchte – Genforschung an grossen Tieren wie Schweinen, Ziegen und Affen –, «ist in China einfacher als in den USA, da die Tiere billiger und leichter zu beschaffen sind.»

Die Forscher werden von der Regierung auch ermutigt, unternehmerische Risiken einzugehen. «All dies zeigt, was die Wissenschaftler in China tun können», erklärt Shi. Die Forscher hätten mehr Handlungsspielraum.

Das Land hat aber noch einen langen Weg vor sich. Auf die Frage, was die Wissenschaft in China behindert, sagt Cao: «Der Mangel an Talenten ist das grösste Problem.»

David Cyranoski ist Asien- und Pazifikkorrespondent für Nature.



Shenzhen University, Building of Science and Technology. Bild: Chloeklein/Dreamstime.com

Saudi-Arabien

Das Öl der Zukunft heisst Wissenschaft

Saudi-Arabien hat vor sechs Jahren eine mehrere Milliarden Dollar teure Universität eingeweiht. Das Land hat ein ehrgeiziges Ziel: Es will eine weltweit führende Wissenschaftsnation werden.

Von Mohammed Yahia.

Am Ufer des Roten Meeres, rund 150 Kilometer von Dschidda entfernt, steht ein brandneues Forschungsinstitut mitten in der saudi-arabischen Wüste. Und es soll nichts weniger, als das reiche Erdölland durch Wissenschaft in eine wissenschaftsbasierte Wirtschaft wandeln. Die King Abdullah University of Science and Technology (KAUST) wurde 2009 eröffnet und verkörpert den Traum des verstorbenen Königs, mit einer Hightech-Universität die wissenschaftliche Forschung im Land anzukurbeln. Das ehrgeizige Projekt – eine Mischung aus Universität für Master- und PhD-Studierende und Forschungsinstitut – ist die erste saudi-arabische Einrichtung, die nicht an der Geschlechtertrennung festhält. Mit einer Starthilfe von 20 Milliarden US-Dollar wurde die Universität mit fortschrittlichen Labors ausgestattet. So gelang es, die Forschungselite aus aller Welt anzulocken. In kurzer Zeit hat sich die KAUST zu einem der führenden Forschungszentren der arabischen Welt entwickelt.

Während die Nachbarländer Katar und die Vereinigten Arabischen Emirate auf Dependancen renommierter westlicher Universitäten setzen, entschied sich Saudi-Arabien, eine Universität von Grund auf, nach dem Vorbild führender privater Universitäten des Westens, selbst zu planen.

Inspiziert von ETH und EPFL

«KAUST ist im Grunde genommen ein Experiment und ein Motor für Neues. Findet dieses Anklang, wird es von anderen übernommen, und falls nicht, verworfen», erklärt Jean Fréchet, Vizepräsident Forschung. Fréchet war zuvor an der University of California, Berkeley, tätig und wechselte an die KAUST kurz nach deren Einweihung. Heute zählt die KAUST 901 Studierende, davon sind knapp 40 Prozent Frauen.

Bei der Gründung dienten auch die ETH Zürich und die EPFL als Vorbild, erklärt Fréchet. Diese erhalten Zuschüsse vom Bund, so können Forschende laufend finanziell unterstützt werden und müssen nicht nur auf Stipendien warten. «Die KAUST hat beides. Einerseits sind wir auf Stipendien angewiesen, andererseits bieten wir eine Grundunterstützung», sagt Fréchet. Das Modell werde sehr geschätzt, da es Forschenden ohne «Warterei» auf Stipendien erlaube, ehrgeizige Projekte zu verfolgen.

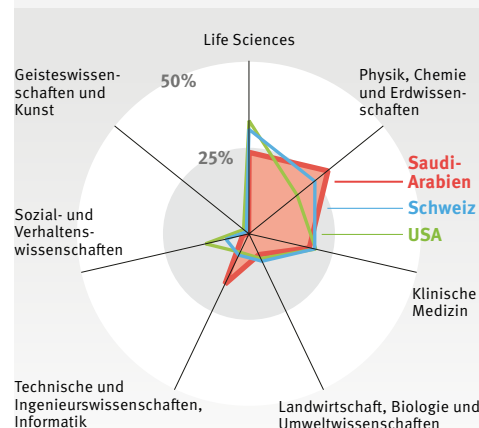
«Um erfolgreich zu sein, müssen wir Wissen in der Gesellschaft schaffen und den Hunger danach wecken.»

Abdulaziz Al-Swailem

Die grosszügige Unterstützung, die fortschrittliche Infrastruktur und die visionären Ziele ziehen etablierte Forschende aus aller Welt an. Der Präsident der KAUST, Jean-Lou Chameau, ist ehemaliger Präsident des Caltech (California Institute of Technology). Gründungspräsident Shih Choon Fong war zuvor Präsident der National University of Singapore. Suzana Nunes (Porträt S. 19), stellvertretende Dekanin der Abteilung für Biologie, Umwelt- und Ingenieurwissenschaften, sagt: «Als ich mich bewarb, gefiel mir vor allem, dass die Universität einem die Freiheit und Unterstützung gibt, sein Bestes zu geben.» Die zentralen Labors böten Studierenden die Möglichkeit, sich weiterzubilden und gleichzeitig mit hervorragenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zusammenzuarbeiten.

Fréchet betont, dass die KAUST nicht zu schnell wachsen möchte und primär Fachkräfte rekrutieren wolle, die Spitzenforschung betreiben und sich für das Ziel

Forschungsprofil



Verteilung der Publikationen nach Forschungsgebiet. Quelle: SBF

der Universität engagieren: «Wir wollen keine Touristen, sondern Menschen, die einen wahren Beitrag leisten.»

Teil eines grösseren Plans

Denn die KAUST ist Teil des umfassenden Plans Saudi-Arabiens, den Wissenschafts-Output des Landes zu steigern. Das Königreich hat 2009 einen nationalen Wissenschaftsplan ins Leben gerufen, der bis 2030 dauern soll und in Fünfjahresabschnitten mit klaren Vorgaben unterteilt ist. Die erste Phase endete 2014 und hatte zum Ziel, eine Infrastruktur zur Förderung und Unterstützung der Wissenschaft an allen Universitäten und Forschungszentren aufzubauen.

«Wir haben uns dafür eingesetzt, dass die Forschung von hoher regionaler und internationaler Bedeutung und Qualität ist», sagt Abdulaziz Al-Swailem, Vizepräsident für die Förderung von wissenschaftlicher Forschung an der King Abdulaziz City for Science and Technology (KACST). Das Institut ist für die Erstellung der Wissenschaftsstrategie des Landes verantwortlich. Gemäss Nature Index ist der saudi-arabische Wissenschafts-Output in den letzten zwei Jahren so stark gewachsen, dass das Land – bis auf Israel – alle Staaten im Mittleren Osten überholt hat.

Al-Swailem ist klar, dass die grösste Herausforderung ist, eine Wissenskultur in der Bevölkerung zu kreieren. Während der letzten Jahre wurden führende wissenschaftliche Publikationen ins Arabische übersetzt. «Wir wollen Wissen generieren und es allen Bereichen der Gesellschaft zugänglich machen. Um erfolgreich zu sein, müssen wir Wissen in der Gesellschaft schaffen und den Hunger danach wecken.»

Mohammed Yahia ist Wissenschaftsjournalist in Kairo.



KAUST, Verwaltungsgebäude. Bild: Courtesy of KAUST

INTERVIEW

«Internationale Koautoren-Netzwerke sollten gefördert werden»

Alain Herzog



Dominique Foray von der EPFL hat die Laufbahn von 4666 Doktorandinnen und Doktoranden der beiden Eidgenössischen Technischen Hochschulen verfolgt. Das Ergebnis: Ein Doktorat an einer anderen Institution erhöht die Produktivität.

Wie sind Sie vorgegangen?

Ich untersuchte zusammen mit meiner Kollegin Fabiana Visentin den Einfluss der Rekrutierungsart für Doktorierende auf deren wissenschaftliche Produktivität zwischen 2000 und 2008, gemessen an der Anzahl Publikationen. Wir wollten wissen, ob Doktorierende produktiver sind, die von einer anderen Institution kommen und

deren Betreuer Forschungsbeziehungen zu dieser Einrichtung unterhalten.

Das Ergebnis?

Extern rekrutierte Doktorierende sind produktiver als Interne. Die Produktivsten kommen aus anderen Institutionen, zu denen die Betreuenden Kontakte unterhalten, namentlich mit Koautoren. Sie sind zehn Prozent produktiver als Studierende einer Universität ausserhalb des Beziehungsnetzes der Professorin oder des Professors und 16 Prozent produktiver als Studierende, die für die Dissertation an derselben Einrichtung geblieben sind.

Ihre Interpretation?

Soziale und berufliche Beziehungen sind wichtig für die oft schwierige Aufgabe, gute Doktorierende zu rekrutieren. Das Beziehungsnetz der Professorin oder des Professors ist ein wichtiges Instrument zur Auswahl geeigneter Kandidaten.

Die Konsequenzen für die Hochschulen?

Unsere Ergebnisse sind interessant für Institutionen wie die EPFL, die ihre Rekrutierung global ausrichten. Es ist richtig, die Tore zu öffnen und Diplome aus der Ferne eingehend zu prüfen. Genauso wichtig ist es aber, die Forschenden zum Ausbau ihrer Netzwerke von Koautoren zu ermutigen, insbesondere in Ländern, die für die Rekrutierung interessant sind. Gewisse amerikanische Universitäten verfolgen diese Strategie: Sie holen chinesische Forschende nicht nur ihrer Qualitäten wegen, sondern auch, weil diese in Netzwerke ihrer Heimat eingebunden sind, die für die Rekrutierung weiterer Doktorierender hilfreich sind.

NEWS

Transparenteres Peer Reviewing

Die Fachzeitschrift Nature Communications wird bei der Publikation eines Artikels die Experten-Kommentare (Peer Review) veröffentlichen, falls dies die Autoren nicht ablehnen. In einigen Fachzeitschriften ist das Modell bereits umgesetzt.

Preis für eine zuverlässigere Wissenschaft

Ende 2015 wurde der erste Preis zur Förderung fundierter Forschungsmethoden in Sozial- und Politikwissenschaften verliehen. Einige Preisträger des Leamer-Rosenthal Prize versuchten – erfolglos –, alte Forschungsergebnisse zu reproduzieren, andere führten transparente Metaanalysen durch oder lehrten Grundsätze der Reproduzierbarkeit. Die Initiative fördert eine wissenschaftliche Kultur mit nachprüfbar und soliden Ergebnissen.

Überschwängliche Artikel

Wissenschaftliche Artikel verwenden immer häufiger positive Begriffe, wie eine niederländische Studie zeigt, die alle Artikel der Datenbank PubMed seit 1974 analysierte. 2014 enthielten mehr als 17 Prozent der Abstracts mindestens einen Begriff aus einer Liste von 25 positiven Wörtern («robust», «innovativ», «vielversprechend»), neunmal mehr als vor 40 Jahren. «Offensichtlich beurteilen die Forschenden ihre Ergebnisse optimistischer», so die Autoren der Studie. «Man muss sich aber fragen, ob diese Wahrnehmung realistisch ist.»

Laborschimpansen in Rente

Die National Institutes of Health (NIH) werden ihre letzten Schimpansen in Tierasylan unterbringen. Die NIH hatten 2013 bereits 310 Primaten in den Ruhestand geschickt und als Reserve für die Forschung in einem Notfall 50 zurückbehalten.

Ghostwriting an Schweizer Unis

3500 Franken für eine Bachelor-Arbeit: Hunderte von Studierenden lassen ihre Arbeit von professionellen Ghostwritern mit Universitätsdiplomen verfassen. Dies enthüllte das Schweizer Fernsehen SRF im Januar 2015. Einige Universitäten haben rechtliche Massnahmen eingeleitet.

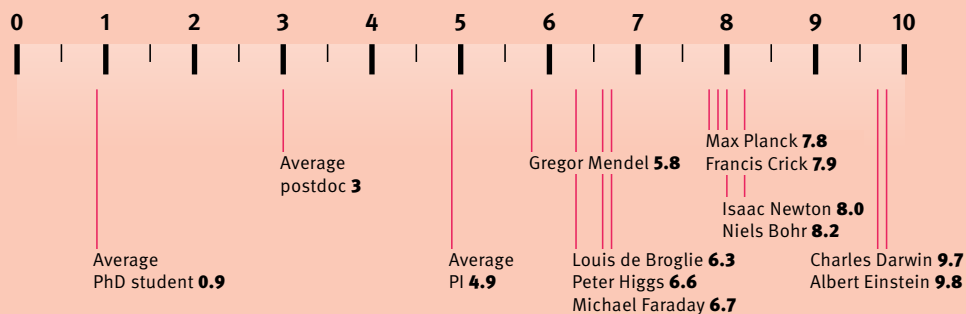
Mehr Nachrichten finden Sie auf dem neuen, vom SNF unterstützten Portal www.sciencegeist.com.

INFOGRAFIK

Ein neuer Index

Nach dem h-Index und dem i10-Index kommt nun ein weiterer Index zur Messung des Einflusses von Forschenden: der L-Index. Es handelt sich um den Logarithmus der summierten Anzahl

Zitierungen, gewichtet mit dem Alter der Publikation und der Anzahl Koautoren. Die Grafik zeigt den L-Index typischer und aussergewöhnlicher Wissenschaftler.



AV Belikov et al., F1000Research (2015), 4:884

2113

IMPACT DER FORSCHUNG

Wenn Likes und Shares die Forschung bewerten

Der Ruf einer Zeitschrift als Erfolgsindikator für wissenschaftliche Publikationen erhält Konkurrenz von «Alternative Metrics». Kann diese neue Messmethode funktionieren? *Von Roland Fischer*

Was waren die erfolgreichsten Forschungsarbeiten des vergangenen Jahres, also 2015? Die vordergründig harmlose Frage wurde bis vor kurzem schlicht nicht gestellt. Forschung wird zwar schon seit Jahrzehnten akribisch vermessen, aber die Methoden der Impact-Quantifizierer fussten so gut wie immer auf Zitationen, und die sind ein notorisch langsamer Indikator: Es braucht Monate oder Jahre, bis die ersten kommen können.

Doch zum letzten Jahreswechsel tauchten überall Meldungen mit Titeln auf wie «The 10 most-talked about science stories of 2015» oder «Welche Erkenntnisse 2015 in (sozialen) Medien für Wirbel sorgten». Das war kein Zufall: Die Londoner Firma Altmetric hatte zum Jahresende eine Mitteilung mit einer Top-100-Liste verschickt. In Zeiten digitaler Häppchen und Listicles – die Wortschöpfung vereint Liste und Artikel – war diese Wissenschafts-Hitparade bei Medienschaffenden sehr willkommen.

Die Londoner sind die derzeit erfolgreichsten Anbieter von sogenannten Alternative Metrics, kurz: Altmetrics – der Begriff, der der Firma ihren Namen gibt. Diese addieren nicht Zitationen, sondern allerlei andere frei verfügbare Erfolgsindikatoren von Forschungsartikeln, vor allem aus verschiedenen sozialen Netzwerken: Anzahl Downloads, Tweets, Facebook-Einträge, Blog Posts sowie Medienberichte.

Alternative Metrics haben den Anspruch, einerseits den wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Impact einer Forschungsarbeit genauer und umfassender zu messen. Andererseits sollen sie den Erfolg einer Forschungsarbeit auch rascher aufzeigen, weil sich beispielsweise eine Twitter-Diskussion um eine neue Publikation viel schneller entspinnt, als dies in Fachjournalen möglich ist.

Digitale Presseschau

Damit nicht genug: Womöglich könnten Altmetrics nicht nur eine Alternative zu den etablierten Indikatoren wie der Anzahl Zitationen und dem Impact Factor bieten, sondern auch das strapazierte Peer-Review-System entlasten. In einem Manifest von 2010 behaupteten die Vordenker der Alternative-Metrics-Bewegung um den Informationswissenschaftler Jason Priem keck: «With almetrics, we can crowdsource peer-review.» Die Idee: In den sozialen Netzwerken wird von einer grossen Schar von Laien, aber eben auch von einer stattlichen Zahl Kollegen per Click und Share entschieden, ob eine Forschungsarbeit von Interesse ist. Diese Clicks könnten, richtig ausgewertet und analysiert, so etwas sein wie ein implizites Peer-Review-Verfahren.

Der Ansatz ist interessant: Es gibt zu jeder Forschungsarbeit tatsächlich viel mehr Peers als die
(weiter auf Seite 28)

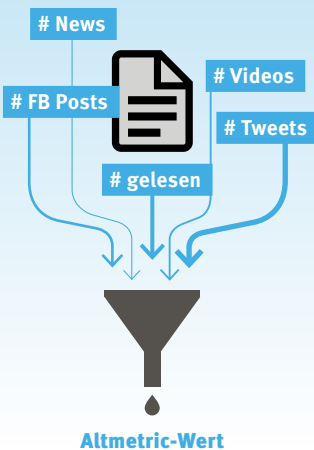
Best of: Schweizer Forschung 2014/15

Welche Studie hat den grössten Impact? Zwei Methoden liefern unterschiedliche Ergebnisse, ergibt unsere Analyse.

Neu: alternative Indikatoren

Altmetric

Der Impact einer Arbeit wird durch die (gewichtete) Anzahl der **Erwähnungen** in den **Medien** und im **Internet** (Twitter, Facebook usw.) gemessen.



1

Ebola Virus Disease in West Africa – The First 9 Months of the Epidemic and Forward Projections.

New England Journal of Medicine, 22.09.2014

[Altmetric: 1352](#)

[News: 57, Tweets: 701, FB-Posts: 232](#)

[Zitate: 301](#)

2

Global, regional, and national age-sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death, 1990 – 2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013

The Lancet, 12.12.2014

[Altmetric: 1181](#)

[News: 34, Tweets: 950, FB-Posts: 76](#)

[Zitate: 104](#)

5

Photonic crystals cause active colour change in chameleons

Nature Communications, 10.3.2015

[Altmetric: 1116](#)

[Zitate: 11](#)

6

Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes

Science, 19.12.2014

[Altmetric: 1105](#)

[Zitate: 43](#)

7

A prudent path forward for genomic engineering and germline gene modification

Science, 19.3.2015

[Altmetric: 977](#)

[Zitate: 47](#)

8

Biological insights from 108 schizophrenia-associated genetic loci

Nature, 22.7.2014

[Altmetric: 820](#)

[Zitate: 436](#)

9

Mind-controlled transgene expression by a wireless-powered optogenetic designer cell implant

Nature Communications, 11.11.2014

[Altmetric: 809](#)

[Zitate: 426](#)

4

67P/Churyumov-Gerasimenko, a Jupiter family comet with a high D/H ratio.

Science, 10.12.2014

[Altmetric: 1135](#)

[Zitate: 21](#)

10

Evidence for interstellar origin of seven dust particles collected by the Stardust spacecraft

Science, 15.8.2014

[Altmetric: 782](#)

[Zitate: 18](#)

Ebola, Banken, und 3D-Druck

Das Schweizer Best-of-Altmetric 2014/15 reflektiert den Trend bei den populären Themen. Klar dominant sind biomedizinische Felder, die Physik kommt auch noch in die Kränze. Alle anderen Disziplinen rangieren unter ferner liefen. Eine Ausnahme bestätigt die Regel: Platz 3 im kumulierten Ranking geht an «Business culture and dishonesty

in the banking industry» aus Ernst Fehrs Forschungsgruppe – aus zeitgeistig naheliegenden Gründen.

Auffällig ist: Der Impact Factor gilt auch hier. In den oberen Chart-Regionen sind vornehmlich Artikel aus Top-Journals wie Nature und Science – wenig überraschend, da diese sehr viel Pressearbeit betreiben. Interessant sind die Unter-

schiede zwischen den verschiedenen Kanälen, die in der detaillierten Analyse online ersichtlich sind. Vor allem auf Facebook schaffen es auch weniger prominente Publikationen an die Spitze. Top-Paper ist hier «No scientific consensus on GMO safety» der ETH-Forscherin Angelika Hilbeck, eine Arbeit zum Thema Genmodifikation. Es folgen Arbeiten zu Ebola

Traditionell: Anzahl Zitationen

1

Planck 2013 results. XVI. Cosmological parameters

Astronomy and Astrophysics, 1.10.2014

[Altmetric: 12](#)

[News: 1, Tweets: 1, FB-Posts: 0](#)

[Zitate: 697](#)

5

A hole-conductor-free, fully printable mesoscopic perovskite solar cell with high stability

Science, 18.7.2014

[Altmetric: 92](#)

[Zitate: 290](#)

6

SWISS-MODEL: modelling protein tertiary and quaternary structure using evolutionary information

Nucleic Acids Research, 9.4.2014

[Altmetric: 1](#)

[Zitate: 289](#)

2

2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization

European Heart Journal, 28.8.2014

[Altmetric: 81](#)

[News: 2, Tweets: 73, FB-Posts: 7](#)

[Zitate: 450](#)

7

Planck 2013 results. XXII. Constraints on inflation

Astronomy and Astrophysics, 29.10.2014

[Altmetric: 110](#)

[Zitate: 234](#)

3

Biological insights from 108 schizophrenia-associated genetic loci

Nature, 22.7.2014

[Altmetric: 820](#)

[News: 45, Tweets: 334, FB-Posts: 30](#)

[Zitate: 436](#)

8

Comprehensive molecular profiling of lung adenocarcinoma

Nature, 9.7.2014

[Altmetric: 129](#)

[Zitate: 232](#)

9

Growth of CH₃NH₃PbI₃ cuboids with controlled size for high-efficiency perovskite solar cells

Nature Nanotechnology, 31.8.2014

[Altmetric: 3](#)

[Zitate: 209](#)

4

Ebola Virus Disease in West Africa – The First 9 Months of the Epidemic and Forward Projections.

New England Journal of Medicine, 22.9.2014

[Altmetric: 1352](#)

[Zitate: 301](#)

10

Organohalide lead perovskites for photovoltaic applications

Energy & Environmental Science, 29.4.2014

[Altmetric: 1](#)

[Zitate: 177](#)

Zitationen

Der Impact einer Arbeit wird mit der Zahl der **publizierten Artikel** bestimmt, die sie **zitieren**.



und Frühgeschichte, aber auch Tipps, wie man ein PhD zu Ende bringt. Hier mischen sich Laien- und Expertendiskussion wohl am stärksten, während auf Twitter eine Nerd-Arbeit das allgemeine Schema bricht: «Open Labware: 3-D Printing Your Own Lab Equipment.»

Kathrin Altmegg – sie hat mit ihrem Paper zum Sauerstofffund auf

dem Kometen Tschuri einen Hit geliefert – hat von Alternative Metrics das erste Mal gehört, als sie über den Erfolg benachrichtigt wurde. Sie habe ein wenig lachen müssen, freue sich aber, dass ihre Arbeit über die engen Grenzen des eigenen Fachgebiets Aufmerksamkeit bekommen habe – das sei durchaus befruchtend. Michel Milinkovitch,

der mit einer Arbeit zum Farbwechsel des Chamäleons auf dem Platz hinter Altmegg gelandet ist, kannte Altmetrics schon länger. Und doch war er überrascht, wie gut sich sein Paper verbreitet hat. «Es freut mich natürlich, wenn meine Resultate eine breite Öffentlichkeit finden.» Aber seine Hauptaufgabe sei es, gute Wissenschaft zu produzieren.

Methode:

Die Analyse berücksichtigt die zwischen Juli 2014 und Juni 2015 erschienenen Artikel, an denen mindestens eine Schweizer Institution mitarbeitete.

■ Ausführliche Daten:
www.snf.ch/Ho_altmetrics

«Ich sehe derzeit nicht, wie Alternative Metrics die alten Methoden ersetzen könnten.»

Euan Adie, Gründer von Altmetric

«Im Moment messen Altmetrics überhaupt keine Forschungsqualität.»

Stefanie Haustein,
Informationswissenschaftlerin

wenigen Auserwählten, die heute ihr Urteil abgeben. Wenn man sie alle in die Qualitätskontrolle miteinbeziehen könnte, würde die Peer-Review-Idee gleichzeitig effizienter und weniger fehleranfällig. Tatsache ist, dass Wissenschaftler sehr aktiv sind auf Social-Media-Kanälen. Vor allem Twitter ist bei Forschern beliebt: Eine Umfrage unter Mitgliedern der American Association for the Advancement of Science (AAAS) Anfang 2015 ergab, dass 47 Prozent Social Media nutzen, um sich über Forschung zu informieren oder Ergebnisse zu diskutieren.

Euan Adie, der Chef von Altmetric, sagt dazu: «Auf Blogs und ähnlichen Kanälen wird heute schon kritisch über wissenschaftliche Publikationen diskutiert. Hier könnte sich ein neues System etablieren, das qualitativ minderwertige Forschung besser identifizieren kann.» Er sagt aber auch: «Altmetrics sind komplementär zu Zitationsanalyse und Peer-Review. Ich sehe derzeit nicht, wie sie die alten Methoden ersetzen könnten.»

Adie hat eher vor Augen, einen Impact zu dokumentieren, der über die wissenschaftliche Sphäre hinausgeht – eine Art digitale Presseschau. «Unser Index misst, wie viel Aufmerksamkeit ein Paper bekommen hat, er ist kein Indikator für Qualität», sagt Adie. Das findet auch die Informationswissenschaftlerin Stefanie Haustein von der Universität Montreal, die sich seit einigen Jahren intensiv mit Altmetrics befasst: «Im Moment messen Altmetrics überhaupt keine Forschungsqualität.» Und sie legt gleich noch eine ketzerische Bemerkung nach: Social Media gleich Social Impact – das stimme so simpel eben auch nicht. Damit hinterfragt sie die Behauptung, Alternative Metrics würden auf elegante Art den gesellschaftlichen Einfluss eines Papers messen.

Konkurrenz der Messwerte

Es stellt sich also die Grundsatzfrage, was Altmetrics denn überhaupt messen: eine relevante oder einfach eine leicht zugängliche und automatisch auswertbare Grösse? Durch die DORA-Initiative von 2013, die

das Misstrauen gegenüber dem klassischen Impact Factor als Indikator manifest gemacht hat, ist forschungspolitisch einiges in Bewegung geraten. Das Resultat scheint aber keine Abkehr von quantitativen Bewertungssystemen zu sein, sondern eine Hinwendung zu komplexeren Methoden, zum Beispiel eben Altmetrics. Ein englischer Bericht zur Lage der Wissenschaftsevaluation hat 2015 schon im Titel von einer «Metric Tide» gesprochen.

Die Entscheidung, nach welchen Kriterien und Methoden die Qualität und der Impact der Forschung bewertet werden, dürfte in Zukunft für die Forschungsgemeinde eher komplizierter werden. Und auch für die Forschungspolitik. Denn metrische Methoden sind nie einfach objektive Indikatoren, sondern immer auch politische Hebel: Sie bilden Anreizsysteme, die die Forschungslandschaft auf subtile Weise umgestalten können. Sollte Forschung wirklich auf Social-Media-Kanälen sichtbar sein? Was spricht dagegen, dass viele Forschungsergebnisse von hoher Qualität für den hektischen Social-Media-Alltag eher wenig taugen?

Stefanie Haustein hat in einer jüngeren Publikation jedenfalls einige Fragen zu Relevanz und Robustheit der neuen Messverfahren aufgeworfen: Die Arbeit hat gezeigt, dass die Präsenz von wissenschaftlichen Publikationen auf digitalen Kanälen eher niedrig ist – immerhin 21,5 Prozent der Paper bekommen einen Tweet, weniger als 5 Prozent werden auf Facebook geteilt und bloss 2 Prozent in Blogs erwähnt. Demgegenüber stehen 66,8 Prozent, die mindestens einmal im traditionellen Sinn zitiert werden.

Noch stellen die neuen Methoden weitgehend eine metrische Black Box dar. Es braucht mehr Untersuchungen, um überhaupt zu verstehen, was hier gemessen wird und wie sich die alten Indikatoren zu den neuen verhalten – insbesondere zur Gretchenfrage, ob Altmetrics substituierend oder ergänzend zu verwenden sind.

Roland Fischer ist Wissenschaftsjournalist in Bern.

«Löst das Problem mit Brüssel»

Gerd Folkers, der neue Präsident des Schweizerischen Wissenschaftsrats, möchte dem renommierten Gremium zu mehr Einfluss verhelfen. Wissenschaftspolitisch prioritär seien die internationalen Beziehungen. *Von Urs Hafner*

Herr Folkers, Sie treten einen Posten an mit grossem Renommee ...

... sind Sie sicher?

Ja: mit grossem Renommee, aber wenig Wirkung. Die Stimme des Wissenschaftsrats wird kaum mehr gehört, schon gar nicht vom Bundesrat.

Einverstanden.

Wie möchten Sie das ändern?

Mit «Laufdiplomatie»: Ich werde wöchentlich einen Tag in Bern präsent sein und mit Leuten der Verwaltung, des Nationalfonds und des Parlaments über die wissenschaftspolitischen Baustellen reden, um ihre Einschätzungen und Meinungen zu hören, quasi um die Temperatur zu messen. Wir müssen eine gemeinsame Sprache finden. Die Probleme liegen ja offen auf dem Tisch: Finanzierung des Wachstums, ökonomischer Druck sowie Fälschung und Betrug, Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses, akademische Karriere der Frauen ...

Schon länger fordert der Wissenschaftsrat bessere Karrierebedingungen für den Nachwuchs.

Es gibt Probleme, die lassen sich nicht abschliessend lösen, weil sich die Kontexte so schnell ändern. Wir müssen sie immer wieder thematisieren, etwas anderes bleibt uns nicht, wie bei der Tumorbekämpfung oder der Impfung. Und es gibt komplexe Probleme, zu denen der Wissenschaftsrat einen «Aber-Rat» geben kann: Ja, man muss dieses und jenes tun, aber auch die ethische, ökonomische, juristische und weitere Dimensionen berücksichtigen und abwägen.

Will die Politik diese Art von Rat hören?

Sie hat keine andere Wahl. Es gibt auch die eindeutigen Fälle: Ja, man soll Präimplantationsdiagnostik machen. Ja, die Schweiz soll sich am europäischen Superlaser ELI beteiligen. Der Rat sagt die wissenschaftlich feststellbare Wahrheit, er macht keine Wissenschaftspolitik. Entscheiden muss

die Politik. Ich hoffe, dass die Parlamentarier uns vermehrt um unseren Rat bitten werden. Dazu müssen wir weiter unsere Visibilität verbessern.

Wenn Sie dem versammelten Bundesrat einen Rat geben könnten, den dieser befolgte: welcher wäre es?

Wenn ich unverschämt wäre, würde ich mich auf das Gesetz der idealen Abfolge berufen: Nachdenken, bevor man handelt. Im Ernst: Ich kann dem Bundesrat keinen allgemeinen Rat geben.

Welcher Rat wäre prioritär?

Das Aufrechterhalten der internationalen Beziehungen. Die wissenschaftliche Erkenntnis schert sich nicht um nationale Grenzen, das Wissen fliesst global. Der Rat wäre also: Löst das Problem mit Brüssel! Aber das ist so trivial wie dringend.

Die Mehrheit des Parlaments sieht das nicht so.

Dann argumentiere ich so: Ist es sinnvoll, in diesem Land alles nochmals zu erfinden, was andernorts bereits gedacht und erfunden wurde? Nein. Die Schweiz darf sich nicht isolieren, weil sie sonst nicht mehr vom Wissen profitiert, das andernorts gewonnen wurde – und umgekehrt.



«Ich hoffe, dass die Parlamentarier uns vermehrt um Rat bitten», sagt der neue SWIR-Präsident Gerd Folkers. Bild: Valérie Chételat

Seit der Terrorkrise fokussiert die Politik vermehrt auf Polizei und Überwachung. Die Geisteswissenschaften könnten die Entstehung des Terrorismus erklären. Ein Fall für den Wissenschaftsrat?

Sicher. Bis jetzt habe ich in den Zeitungen bedauerlicherweise kaum schlaue Analysen zum Terror gelesen. Man kann ganz einfach und provokativ fragen, wie die Bedrohungslage abzuwägen ist, beispielsweise gegenüber internen Risiken, mit denen wir konfrontiert sind, etwa der durch mangelhafte Hygiene hervorgerufenen Todesfälle in Spitälern. Die Geistes- und Sozialwissenschaften sind gefragt. Sie können beides erhellen: die Motivationen der Täter sowie die Reaktionen der Gesellschaft, welche die Sicherheitsfrage priorisiert.

Gerd Folkers präsidiert seit Januar 2016 den Schweizerischen Wissenschafts- und Innovationsrat (SWIR), der den Bundesrat seit 1965 wissenschaftspolitisch unterstützt. Folkers ist seit 1994 Professor für pharmazeutische Chemie an der ETH Zürich. Bis 2014 hat er das Collegium Helveticum geleitet.

Urs Hafner ist Wissenschaftsjournalist in Bern.

Die erwärmte Schweiz

Die Welt hat weitergewirtschaftet wie bisher: Die Schweiz ist gegen Ende des 21. Jahrhunderts rund 5 Grad wärmer als heute. Eine Städterin, ein Gemüsebauer, eine Bauunternehmerin und ein Rentner berichten aus der warmen Zukunft. *Von Roland Fischer, Illustration von Brunner & Meyer*

«Wenn nur der Strom nicht ständig ausfallen würde»

«Kürzlich war ich in Stockholm. Da leben tatsächlich noch Leute in der Altstadt! Liegt wohl auch an der Lage am Meer, dass die Hitze nicht so in den engen Gassen liegenbleibt. Ich habe kürzlich den Fachbegriff dazu gelesen: Wärmeinsellekt – klingt so unangenehm ja eigentlich gar nicht. Aber ohne Klimaanlage wäre das längst nicht mehr auszuhalten.

Diejenigen meiner Freunde, die es sich leisten können, sind schon fast alle in die Hügel um die Stadt gezogen oder in die neuen Quartiere, die klimapoptimiert gebaut sind – und kommen im Sommer eigentlich nur noch nachts zum Feiern ins Zentrum. In der Altstadt leben nur noch Leute wie ich, die einfach nahe beim Bahnhof sein müssen. Trotz Home-Office: Ich muss nun mal regelmässig an Sitzungen fahren. Wenn nur der Strom nicht ständig ausfallen würde.»

Catherine, 37,
Grafikerin,
Neuenburg

«... all die Wetterextreme auf einmal ...»

«Ich weiss nicht, wie ich weitermachen soll. Unsere Familie hat den Hof nun schon in der achten Generation. Schaffen, schaffen und nicht dem Wetter die Schuld geben, hat mein Grossvater immer gesagt. Aber das waren ja auch noch andere Zeiten damals, um die Mitte des 21. Jahrhunderts herum. Der Klimawandel hatte ja durchaus sein Gutes für Bauern im Seeland: warme Temperaturen und trotzdem genug Wasser.

Sowieso: Wenn nicht die treuen Kunden wären, die mir immer wieder zureden, es brauche die lokale und nicht komplett industrialisierte Produktion, ich hätte schon lange aufgehört. Es ist wirklich schwierig geworden, all die Wetterextreme auf einmal: verregnete oder zu trockene Frühlinge und viel zu trockene und heisse Sommer. Das lässt sich eigentlich nur noch meistern, wenn man massiv in Infrastruktur investiert und vermehrt vom Wetter geschützt unter Dach produziert. Die Banken und Konzerne würde es freuen, aber so hatte das mein Grossvater nicht gedacht.»

Jan, 53, Gemüsebauer,
Murten

Geschichten aus der Zukunft

Wie lebt es sich in einer wärmeren Schweiz? In 20, 50, 100 Jahren? Wenn man einen Blick in die etwas fernere Zukunft wagt, halten sich Experten mit Prognosen zurück. Geschichten über mögliche Leben lassen sich dennoch erzählen. Die Texte ignorieren vieles, wie mögliche gesellschaftliche Umbrüche oder neue Technologien. Wie bei Science-Fiction üblich, erzählen die Geschichten ebenso viel über die Gegenwart wie über die Zukunft. So soll man dieses Ex-

periment auch verstehen: als Denkanstoss für Weichenstellungen, die eher heute als morgen anstehen.

Mit Dank an ProClim und die vier Experten, die den Ausblick gewagt haben: Martin Hoelzle (Berglandschaften und Permafrost), Jürg Fuhrer (Landwirtschaft), Eberhard Parlow (Stadtklima), Marco Pütz (Raumplanung). Den wissenschaftlichen Blick auf eine sich erwärmende Schweiz wird ein Bericht der Akademien der Wissenschaften Schweiz liefern, der im Laufe des Jahres erscheint.



«Uns wird die Arbeit nicht ausgehen»

« Also eins vorweg: Ich kann nicht klagen. Es war eigentlich immer klar, dass ich unser Familienunternehmen übernehmen würde, und ich habe den Entscheid nie bereut. Die Ausbaustrategie meines Vaters setze ich fort – wir müssen in den Berggebieten eine starke Präsenz zeigen, in denen unser Knowhow gefragt ist: Bernasconi Tiefbau – Landschaftssicherung und Geschiebe-Management.

Angefangen hat das Unternehmen mal klein in Splügen, aber heute haben wir vor allem in den «reichen» Tälern zu tun. Da eben, wo viel gemacht wird, im Valsertal, um Davos/Klosters und natürlich im Engadin. Dämme bauen, Hänge sichern. Oder auch mal ganze Flussläufe umleiten, letztlich die sicherste Lösung zum Hochwasserschutz. Und immer wieder Bachläufe ausbaggern, Murgänge wegschaffen. Persönlich bedauere ich es natürlich, dass sich nicht alle Gemeinden diese Infrastrukturkosten leisten konnten und ganze Talschaften aufgegeben wurden. Aber der Permafrost schmilzt nun mal langsam, aber sicher weiter. Uns wird die Arbeit nicht ausgehen.»

Stefanie, 29, Bauunternehmerin, Davos

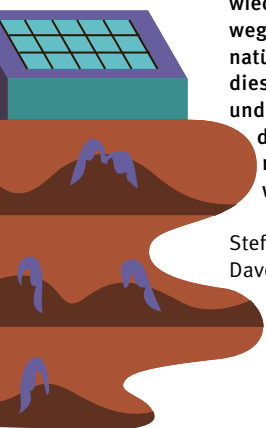


«In der Stadt hätte ich es nicht mehr ausgehalten»

« Schon verrückt, wie hier in den letzten 30 Jahren noch einmal gebaut worden ist. Aber durchaus sanft in die Landschaft eingefügt, zum Beispiel der neue Spital- und Einkaufskomplex – nicht so wie die Betonmonster von früher. Ich lebe ganz gern hier oben, auf kühlen 1500 Metern und mit allen Vorzügen, die so eine Sonderzone zu bieten hat. Zum Glück habe ich im richtigen Moment geerbt – bei all den Superreichen, die ins Alpenklima ziehen. In der Stadt hätte ich es nicht mehr ausgehalten. Aber was heisst das schon noch: Stadt! Die Bevölkerungszahl der Urbanregion Crans-Montana-Randogne, oder, wie es sich inzwischen kurz eingebürgert hat: Cramoran, hat kürzlich auch die 15 000er-Grenze geknackt.

Ich war ja immer fasziniert von Architektur und wie sich der Holzbau in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts nach der Betonkrise entwickelt hat, Wahnsinn. Ich wohne auch in einem dieser eleganten Hochhäuser mit angenehmem Raumklima. Es ist nur etwas nahe am Wald. Letztes Jahr hat sich der Brand fast bis zu uns durchgefressen. Schade auch, dass der Swimmingpool leer bleiben muss seit fünf Jahren. Finde ich ehrlich gesagt ein wenig übertrieben, die Massnahme – die Reichen drüben in Randogne besprenkeln ihre Rasen ja auch in der grössten Sommerhitze.»

Leo, 71, Gebäudetechniker im Ruhestand, Crans-West



Biologie, Internet und Rock 'n' Roll

Er hat eigene Gemälde im Internet verkauft und als Vorgruppe von Lenny Kravitz gespielt. Der Biologe Marcel Salathé ist einer der wenigen Experten in digitaler Epidemiologie.
Von Sophie Gaitzsch

Ein Pionier der digitalen Epidemiologie? «Mmh, eher eine der Personen, die früh damit begonnen haben, in diesem Bereich zu arbeiten», präzisiert Marcel Salathé bescheiden. Der 40-jährige Basler Biologe verwendet digitale Kommunikationsmittel, um Eigenschaften und die Verbreitung von Krankheiten zu untersuchen. Wenn er von sich spricht, legt er eine typisch schweizerische Zurückhaltung an den Tag. In seinem Fachbereich aber ist ihm Bewunderung sicher. «Marcel gehörte zu den ersten, die Twitter als Informationsquelle für Gesundheitsfragen betrachteten», erklärt Andrew Read, ein ehemaliger Weggefährte an der Pennsylvania State University. «Damals hielten ihn viele für verrückt. Sein Gehirn entwickelt ständig neue Ideen, und er hat den Mut, diese weiterzuverfolgen.»

Nach einem achtjährigen Aufenthalt in den USA – er war an den Universitäten in Stanford und Pennsylvania – kehrte Marcel Salathé 2015 an die ETH Lausanne zurück. Dort hat er das Labor für digitale Epidemiologie aufgebaut.

Twitter und Schweinegrippe

In seinem neuen Büro am Campus Biotech in Genf weicht seine Zurückhaltung amerikanischer Begeisterung, sobald die Rede auf seine Forschung kommt. «Die Leute lieben es, sich auf Facebook oder Twitter über ihre Gesundheitsprobleme auszutauschen – eine unerschöpfliche Quelle für die Wissenschaft! Ein anderes Beispiel: Mit der Lokalisierung von Mobiltelefonen ist es bei Epidemien möglich, die Bewegungen der Bevölkerung zu verfolgen. Diese neuen Datenflüsse sind schnell und global. Hunderte von Millionen Menschen ohne Zugang zu herkömmlichen Gesundheitssystemen haben heute ein Smartphone.»

In einer aktuellen Forschungsarbeit analysierte er die Nebenwirkungen von

HIV-Behandlungen mithilfe von Twitter. Eine andere Arbeit befasst sich mit dem Einfluss der Nachrichten, die während der Schweinegrippe für oder gegen eine Impfung gepostet wurden. «Die Idee, digitale Tools zur Verbesserung der Gesundheit einzusetzen, steht noch ganz am Anfang. Langfristig wird sich die medizinische Versorgung fundamental verändern und intelligenter und wirksamer werden.» Der Forscher experimentiert natürlich auch selber mit den neuen Tools. An seinem Handgelenk trägt er eine Smartwatch mit leuchtend orangem Armband: «Sie misst meine Schrittzahl und die verbrannten Kalorien. Das beeinflusst mein Verhalten: An Tagen mit wenig Bewegung renne ich vor dem Zubettgehen die Treppe rauf und runter.»

Marcel Salathé führt ausserdem sein Projekt PlantVillage weiter. Diese App hilft Bauern, Pflanzenkrankheiten zu erkennen, indem sie Fotos online stellen und kommentieren. An der EPFL trägt auch sein grenzenloser Optimismus für MOOC Früchte: Universitätskurse, die über das Internet frei zugänglich sind.

Der Künstler im Biologen

Abseits ausgetretener Pfade fühlt sich Salathé wohl. Wer ihn kennt, betont auch seinen «untypischen» Werdegang. Der Sohn eines Polizisten und einer Büroangestellten entschied sich «im Ausschlussverfahren» für das Biologiestudium an der Universität Basel. «Alles andere schien mir langweilig. Ich war ein umtriebiger Jugendlicher, und in der Natur kam ich etwas zur Ruhe.» Das Gebiet erwies sich für ihn als «unglaublich inspirierend», und bald entdeckte er eine zweite Leidenschaft: Programmieren im Web.

Er verlässt die Universität und gründet ein Start-up für Onlinehandel, nimmt sein Studium wieder auf und arbeitet weiter als Programmierer: «Ende der 1990er-Jahre

Valérie Chételat





«Ich beneide Wissenschaftler, die ihre ganze Energie einer einzigen Disziplin widmen.»

waren alle Autodidakten. Mit dieser Erfahrung habe ich mir eine intellektuelle Freiheit erworben, die meine Arbeit bis heute leitet.» Marcel Salathé lancierte weitere Internetprojekte und publizierte gerade ein Werk mit dem Titel «Nature in Code», das Programmierung und Biologie verbindet. «Er will etwas bewegen», sagt sein früherer Arbeitskollege Andrew Read. «Er ist auch bereit, seine Projekte ausserhalb des akademischen Rahmens zum Abschluss zu bringen, indem er ein Unternehmen oder eine App lanciert.» Ein ehrgeiziger Mann also? «Ja, auf eine sympathische Art.»

Während seines Doktorats an der ETH Zürich in den 2000er-Jahren, bei dem Salathé laut seinem Betreuer Sebastian Bonhoeffer durch Konzentrationsfähigkeit und die Veröffentlichung von rund zehn Artikeln auffiel, wagte er sich an neue Experimente. Er verkaufte im Internet 1000 selbst gemalte Bilder, für die er den Preis aufgrund der Nachfrage festlegte. Jedes Gemälde ist eine Zahl – fortlaufend zwischen 1 und 1000. Das Konzept fand Anklang und stiess in mehreren Ländern auf ein beträchtliches Medienecho. «Marcel hat ein Gespür dafür, was in der digitalen Welt funktioniert und was nicht», erklärt Sebastian Bonhoeffer. «Schliesslich diskutierte er in Fernsehsendungen darüber, was Kunst ist und was nicht.»

Die Qual der Wahl?

Zur gleichen Zeit war Marcel Salathé Mitglied der Basler Rockband Phébus. Diese hatte einen gewissen Erfolg, einen Vertrag mit dem britischen Musiklabel EMI und trat sogar als Vorgruppe von Lenny Kravitz auf. «Das war eine amüsante Erfahrung», meint der Biologe lächelnd. Inzwischen interessiert er sich mehr für klassische Musik, komponiert aber weiter eigene Songs. «Heute versuche ich vor allem, jede Minute Freizeit mit meiner Familie zu

verbringen», sagt der Vater von zwei Kindern im Alter von drei und sechs Jahren. Und im kommenden Sommer möchte er wandern. «Ich bin noch auf der Suche nach jemandem, der mich beim Durchqueren der Schweiz begleitet. Ein Aufruf also an alle Wanderfans!»

Wissenschaftler, Unternehmer, Autor, Musiker: Hat der unermüdliche Forscher nicht manchmal das Gefühl, auf zu vielen Hochzeiten zu tanzen? «Ich beneide Wissenschaftler, die ihre ganze Energie einer einzigen Disziplin widmen», sagt Salathé. In verschiedenen Fachgebieten tätig zu sein hinterlasse manchmal den Eindruck mangelnder Tiefe. Doch weil Wissenschaft heute interdisziplinär ist, könne es ein Pluspunkt sein, sich aus der Komfortzone heraus zu wagen: «Es wäre doch schade, einen einzigen Ansatz allen anderen vorzuziehen.»

Sophie Gaitzsch ist Journalistin in Genf.

Der Tausendsassa

Der 40-jährige Marcel Salathé ist Professor für Biologie an der EPFL und lebt in Morges. Er studierte an der Universität Basel, erwarb einen Dokortitel der ETH Zürich und war als Postdoc an der Universität Stanford und als Assistenzprofessor an der Penn State University tätig. Der Experte für digitale Epidemiologie lancierte Websites und Apps (Netzfaktor, PlantVillage), spielte in einer Rockband und verkaufte 800 Gemälde im Internet. Er ist verheiratet und Vater von zwei Kindern.

Warnungen verwirren die Konsumenten

Tabak, Glyphosat und Wurst erregen alle Krebs. Das ist zumindest wahrscheinlich. Aber ist das auch schlimm? Eine Analyse der Risikokommunikation der WHO. *Von Florian Fisch*

Es ist längst ein Ritual: Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) stuft in regelmässigen Abständen Chemikalien und Lebensmittel als krebserregend ein – zuletzt traf es die Wurst. Die Schlagzeilen folgen sofort. «Warnung vor der Wurst», schrieb die NZZ. Dann werden Menschen auf der Strasse nach ihrer Meinung befragt. «Ich halte nichts von Studien», sagt eine Passantin in der Sendung Puls des Schweizer Fernsehens. Ein Metzger entgegnet genervt: «Mich würde interessieren, wie viel so eine Studie kostet und was sie bringt.»

Die Fleischindustrie hatte erwartungsgemäss keine Freude an der Nachricht. Welchen Effekt solche WHO-Warnungen auf die Volksgesundheit haben, ist offen. Klar ist, dass sie grosse Verwirrung stiften. Die US-amerikanische Monatszeitschrift für Kultur *The Atlantic* stuft nach der Wurst-Warnung die WHO als stark «verwirrungserregende Organisation» ein, die es nicht schaffe, Risiken verständlich zu kommunizieren. Michael Siegrist, Professor für Konsumverhalten an der ETH, befasst sich mit der Vermittlung von Risiken und ist mit dieser Diagnose einverstanden: «Die WHO hat nicht die Aufgabe, Angst zu machen, sondern sie soll informieren.»

Rein akademische Einteilung

Das möchte die WHO eigentlich auch. Ihre spezialisierte Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) hat zum Ziel, «die Ursachen von Krebs zu identifizieren, damit Präventivmassnahmen getroffen werden können und die Krankheitslast und das damit verbundene Leiden reduziert werden können». Über 900 verschiedene verdächtige Faktoren wurden bisher untersucht. Das bekannteste Beispiel sind das Rauchen und das Passivrauchen.

Eine Expertengruppe analysiert dafür sämtliche publizierten Studien zu einem Krebsfaktor und teilt ihn in eine von fünf Kategorien ein. In der ersten Kategorie «krebserregend» befinden sich neben Tabak auch die ultraviolette Strahlung, Asbest und neu verarbeitete Fleischwaren.

Als «wahrscheinlich krebserregend» gilt das Herbizid Glyphosat (siehe «Kontrovers» S. 8) und rotes Fleisch. Abgesehen von vielen «nicht klassifizierbaren» befinden sich die meisten Nennungen in der Kategorie «möglicherweise krebserregend», zum Beispiel Radiowellen und Aloe-Vera-Extrakt. «Wahrscheinlich nicht krebserregend» ist einzig Caprolactam, eine Chemikalie zur Herstellung von Nylon.

«Die WHO muss sich mit der gängigen Literatur zur Risikokommunikation auseinandersetzen.»

Michael Siegrist

Sind Würste und Tabak also gleich gefährlich? Nein, schreibt die WHO in einer Liste mit häufigen Fragen: «Die Klassifikation beschreibt die Stärke der wissenschaftlichen Belege, wonach ein Faktor Krebs verursacht, und beurteilt nicht die Höhe des Risikos.» Das Risiko kann noch so klein sein, wenn es eindeutig ist, kommt es in oberste Kategorie. Ebenfalls in den häufigen Fragen wird das Global Burden of Disease Project zitiert, das weltweit 34 000 Krebstote auf den Konsum von zu viel Wurst zurückführt. Das ist verschwindend wenig im Vergleich zu einer Million Tabak-Toten.

Eine Handlungsanweisung fehlt

«Die Bewertung der Glaubwürdigkeit des Effekts ist der allererste und sehr wichtige Schritt einer Risikobeurteilung», erklärt Béatrice Lauby-Secretan, Wissenschaftlerin bei der IARC. Die wichtige Arbeit der Gewichtung dieses Effekts verschiebt die WHO auf später. Dann arbeitet sie mit den nationalen Gesundheitsbehörden zusammen, die den lokalen Kontext kennen. Mit der Kommunikation der Ergebnisse zuzuwarten, bis diese Zusatzinformation vorliegt, wäre gemäss Lauby-Secretan unverantwortlich. Denn Einzelpersonen

könnten die Ergebnisse bereits in ihren Alltagsentscheidungen berücksichtigen.

Damit überlässt die WHO die unmittelbare Interpretation den Journalisten. Das hält Heinz Bonfadelli, ehemaliger Professor am Institut für Publizistikwissenschaft und Medienforschung an der Universität Zürich, für unklug: «Ich finde es gegenüber den Medien problematisch, wenn die WHO den Kontext nicht berücksichtigt und es unterlässt, eine Handlungsanweisung zu geben.» Er vermutet, dass die WHO dies nicht tue, um einem Konflikt mit Interessengruppen auszuweichen.

Doch Bonfadelli räumt ein: «Risikokommunikation ist immer ein schwieriges Geschäft.» Es gäbe aber Methoden, weniger Verwirrung zu stiften. Zum Beispiel müsste die WHO in ihren Medieninformationen vorausschauen und «überlegen, wie die Information verdreht werden könnte». Falls



Die verwirrenden Krebswarnungen der WHO verderben selbst den St. Gallern ihre Olma-Bratwurst. Bild: Keystone/Gian Ehrenzeller

sie die Risikoanalyse vollständig auslagere, sollten die zuständigen nationalen Behörden zum Beispiel zwei Wochen früher informiert werden, damit diese die Information für die Journalisten vorbereiten können.

Nur absolute Zahlen sind nützlich

Der ETH-Konsumforscher Siegrist ist nicht überzeugt, dass dies helfen würde: «Es sind nicht nur die Konsumenten, auch ein Teil der Behörden kann mit Risiken nicht umgehen.» Für ihn liegt das Problem klar in der Kommunikation von relativen Risiken. So schrieb die WHO in ihrer Medienmitteilung, dass sich pro 50 Gramm Wurst pro Tag das Risiko, an Darmkrebs zu erkranken, um 18 Prozent erhöhe. «Diese Information ist komplett nutzlos. Als Konsument brauche ich absolute Zahlen, um das Risiko abschätzen zu können.» In der Schweiz er-

kranken laut Krebsliga jährlich rund 4100 Menschen an Darmkrebs. Eine Reduktion des Fleischkonsums könnte diese Zahl also auf etwas weniger als 3500 senken.

Die Kommunikation relativer Risiken hat laut Siegrist handfeste Nebenwirkungen: «Sie hat einen Einfluss auf die Wahrnehmung und führt zu mehr Sorgen. Selbst absolute Zahlen wirken bedrohlicher, wenn sie von relativen begleitet werden.» Wahrscheinlich stumpfe man gegen all die Bedrohungen ab. Dass Organisationen wie die WHO so konsequent an Kommunikation mit relativen Zahlen festhalte, hat für Siegrist auch mit ihrem Bedürfnis nach öffentlicher Aufmerksamkeit zu tun.

Ob die Krebswarnungen wirklich nützlich sind, weiss die WHO nicht. Eine globale Analyse der Verhaltensänderung oder der Krebsraten wäre laut der IARC-Wissenschaftlerin Lauby-Secretan sehr aufwän-

dig. «Wir wissen jedoch, dass nach unserer Presseerklärung der Verkauf von verarbeitetem Fleisch in einigen Ländern spürbar zurückging.» Für den Konsumforscher Siegrist ist jedoch klar: «Wenn die WHO ernsthaft mit der Öffentlichkeit kommunizieren will, muss sie sich mit der gängigen Literatur zur Risikokommunikation auseinandersetzen.»

Florian Fisch ist Wissenschaftsredaktor des SNF.

G. Gigerenzer et al.: Helping doctors and patients make sense of health statistics. *Psychological Science in the Public Interest* (2008)

V. Bouvard et al.: Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *The Lancet Oncology* (2015)

Ungerechte Gene

Weshalb erholen sich einige Menschen schnell von Infektionen, die anderen schwer zu schaffen machen? Ein Grossteil der Unterschiede lässt sich mit individuellen genetischen Variationen erklären.

Von Marie-Christine Petit-Pierre

Dank Angelina Jolie sind die Gene BRCA1 und BRCA2 (Breast Cancer 1 und 2) heute weitherum bekannt. Mutationen dieser Gene erhöhen das Risiko für eine Erkrankung an Brust- und Eierstockkrebs beträchtlich und zeigen eindrücklich den Einfluss individueller genetischer Variationen auf unsere Gesundheit.

Auch die Empfindlichkeit gegenüber Bakterien, Viren und Pilzen wird durch Gene beeinflusst. Pierre-Yves Bochud, leitender Arzt der Abteilung Infektionskrankheiten des Universitätsspitals Lausanne (CHUV), untersucht mit seinem Team den Einfluss individueller genetischer Variationen auf die Immunreaktion von Patienten gegenüber bestimmten Krankheitserregern, insbesondere Hepatitis-C-Viren.

Teure Behandlungen vermeiden

Eine Variation des Gens für das antivirale Protein IFLN4 (Interferon Lambda 4) hat eine Schwächung der Immunreaktion zur Folge. Davon ist sowohl die Abwehr des Körpers gegen das Hepatitis-C-Virus als auch der Behandlung betroffen. «Nur ein Teil der Menschen produziert das Protein IFLN4 zusätzlich zum bei allen vorhandenen IFLN3», erklärt Bochud. Es sollte daher eigentlich eine weitere Waffe gegen Hepatitis C sein. Erstaunlicherweise ist es aber nicht so. «Es ist, als arbeite das Immunsystem bis zur Erschöpfung im Leerlauf, ohne das Virus wirklich bekämpfen zu können.»

«Mit dem Nachweis dieser Genvariante könnten die Art und die Dauer der Behandlung individuell angepasst werden. Bei Personen ohne diese Variation könnte sie um mehrere Wochen verkürzt werden», meint der Spezialist. Die Behandlungen sind im Gegensatz zu früher in 90 Prozent der Fälle wirksam, gleichzeitig aber auch ausgespro-

chen teuer: 50 000 bis 200 000 Franken pro Patient. Mit einer schnellen Genanalyse für lediglich rund hundert Franken liesse sich rasch entscheiden, ob eine solche Behandlung sinnvoll ist.

Eine Behandlung von Hepatitis C kostet bis zu 200 000 Franken.

Variationen der Gene IFLN3 und IFLN4 spielen auch bei der Abwehr des Cytomegalovirus eine wichtige Rolle. Das Virus verursacht bei einem geschwächten Immunsystem schwere Erkrankungen wie Blindheit bei fortgeschrittenem Aids oder eine Organabstossung nach Transplantationen. «Risikopatienten könnte man vorbeugend behandeln», erklärt Pierre-Yves Bochud.

Derselbe Mechanismus findet sich auch beim PTX3-Gen (Pentraxin 3). Eine Variation dieses Gens erhöht das Risiko für eine Lungeninfektion mit dem Schlauchpilz Aspergillus, die bei Leukämiepatienten

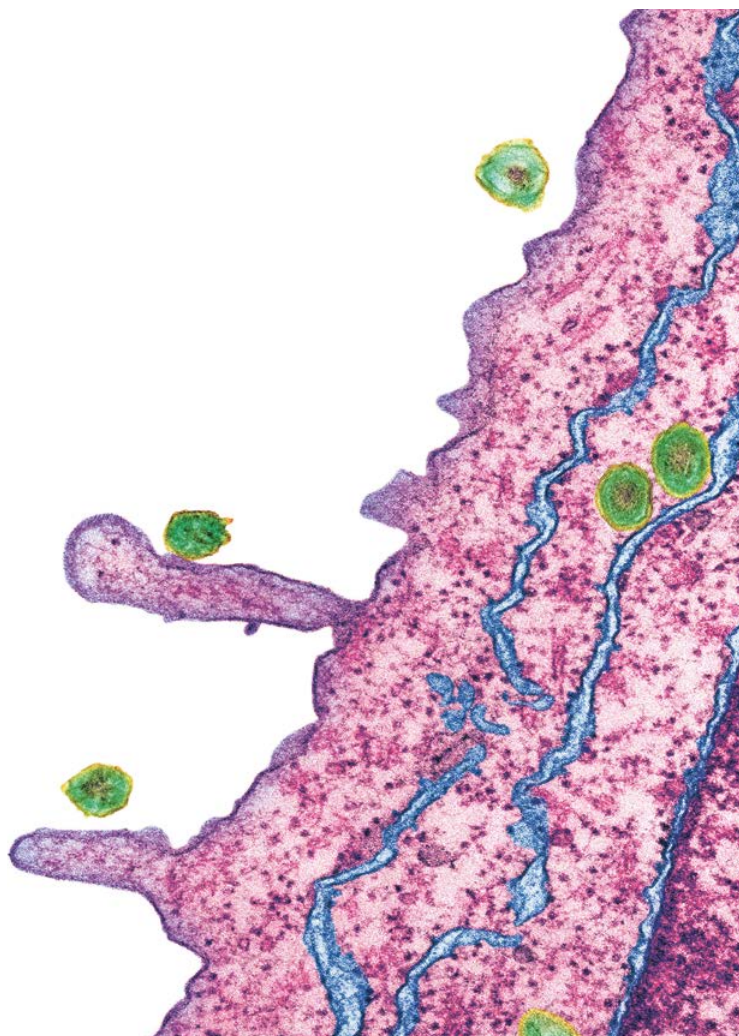
nach einer intensiven Chemotherapie auftreten kann. Auch hier lässt sich das Risiko vorhersagen und die Betreuung individuell anpassen.

Mutation korrigieren ist schwierig

Jean Villard, Leiter des Nationalen Referenzlabors für Histokompatibilität der Universitätsspitaler in Genf, ist vom Nutzen dieser Forschung für die Präventivmedizin überzeugt. Wäre es denkbar, ungünstige Mutationen mittels Gentherapie zu korrigieren? «Eher nicht», meint Villard. «Im Allgemeinen sind ganze Konstellationen verschiedener Genvariationen beteiligt. Es ist sehr schwierig bis unmöglich, alle zu identifizieren und ihre Beziehungen untereinander festzustellen. Manche Variationen machen uns gegenüber bestimmten Krankheiten anfälliger, andere schützen uns davor.»

Marie-Christine Petit-Pierre ist freie Journalistin.

A. Wójtowicz et al.: PTX3 polymorphisms and invasive mold infections after solid organ transplant. Clinical infectious diseases (2015)



In jedem Körper müssen Hepatitis-C-Viren (grün), die eine Leberzelle angreifen, mit einer andern Abwehr rechnen. Bild: Keystone/Science Photo Library/Thomas Deerinck, NCMIR

Superresistenz aus dem Klärschlamm

Es gleicht einem Wettrüsten: Jedes Mal, wenn die Pharmaindustrie ein neues Antibiotikum entwickelt, tauchen kurz darauf resistente Bakterien auf. Da Resistenzbildung durch eine zu kurze Anwendungsdauer und eine zu niedrige Dosis begünstigt wird, sind Kläranlagen eine ideale Brutstätte für solche Krankheitserreger. Denn in Abwässern sind die Antibiotika stark verdünnt.

Ein Forscherteam um Philippe Corvini, Professor an der Hochschule für Life Sciences FHNW in Muttenz, hat entdeckt, wie sich ein Klärschlamm Bakterium vor häufig eingesetzten Antibiotika, den Sulfonamiden, schützt. Besonders interessant am bisher unbekannten Mechanismus: Es ist nicht nur resistent gegen die Wirkung der Substanzen, es ernährt sich sogar von ihnen.

Die Forscher entschlüsselten, wie das Bakterium das Antibiotikum Sulfamethoxazol abbaut und welche Gene und Enzyme daran beteiligt sind. Bestimmte Zwischenprodukte dieses Abbauparwegs, genauer die Stoffe Benzoquinon und Hydroquinon, kann das Bakterium in seinem normalen Stoffwechsel verwerten.

Zusätzlich besitzt das Mikrobakterium einen klassischen Resistenzmechanismus: Ein durch Sulfonamide normalerweise blockiertes Enzym ist so verändert, dass es nicht mehr vollständig gehemmt wird. «Die Kombination dieser beiden Mechanismen könnte eine Art Superresistenz sein, die sich besser nicht ausbreiten sollte», erklärt Corvini.

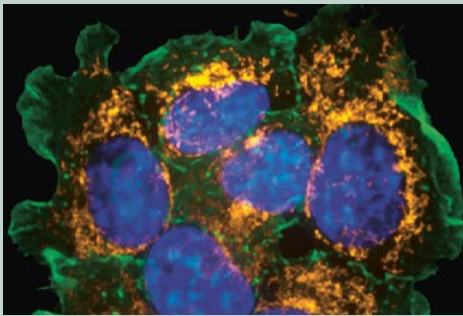
Die Kenntnis der Mechanismen und der daran beteiligten Enzyme könnte in Zukunft dabei helfen, bessere Antibiotika zu entwickeln, die diese Resistenzen umgehen. *Angelika Jacobs*

B. Ricken et al.: Degradation of sulfonamide antibiotics by *Microbacterium* sp. strain BR1 – elucidating the downstream pathway. *New Biotechnology* (2015)



In verdünntem Klärschlamm wachsen Antibiotika-resistente Bakterien besonders gut.

Patricia Mero



Gewisse Gene in den Zellkernen (blau) sind für Krebszellen unverzichtbar.

Schwachstellen von Krebszellen aufspüren

Das neue molekularbiologische Werkzeug Crispr erlaubt erstmals rasche und präzise Eingriffe in lebenden Zellen. Die Genschere kann nicht nur für die zurzeit heiss debattierte Optimierung des menschlichen Erbguts, sondern auch zu Forschungszwecken benutzt werden. Kanadische Wissenschaftler haben damit fünf verschiedene Krebszellarten systematisch auf genetische Schwachstellen hin abgeklopft.

Dabei haben die Forschenden beinahe jedes der 20 000 menschlichen Gene einzeln ausgeschaltet und dann das Wachstum der gentechnisch veränderten Zellen beobachtet. Vermehrten sie sich in gleichem Masse weiter, so galt die kodierte Funktion als entbehrlich. Verlangsamte sich das Wachstum oder stoppte gar, klassifizierten die Forschenden das ausgeschaltete Gen als lebenswichtig.

Auf fast 1600 Gene konnte keine der untersuchten Zellarten verzichten. Doch über diese grundlegenden biologischen Prozesse hinaus haben die Forschenden zusätzlich fast 2500 Gene identifiziert, die nur für das Wachstum einzelner Krebszellarten notwendig sind.

«Inskünftig sollte die Krebsbekämpfung genau auf diese spezifischen Eigenschaften abzielen», sagt Michael Aregger, ein vom SNF unterstützter Forscher am Donnelly-Zentrum in Toronto. Denn gelingt es, Wirkstoffe herzustellen, die ein Gen lahmlegen können, das beispielsweise einzig Darmkrebszellen für ihr Wachstum benötigen, könnte ein Wunsch der Medizin in Erfüllung gehen: Ein Mittel zur Medizin zu haben, das sich nebenwirkungsfrei gegen Krebszellen richtet, weil es den gesunden Zellen nicht schadet. *Ori Schipper*

T. Hart et al.: High-resolution CRISPR screens reveal fitness genes and genotype-specific cancer liabilities. *Cell* (2015)

Lieber mähen als beweiden

In trockenen Sommern sinkt die Produktivität von Grasland. Wenn dieses regelmässig beweidet statt gemäht wird, fallen die Verluste noch höher aus. Dies zeigte eine gemeinsame Studie der eidgenössischen Forschungsanstalten Agroscope und WSL sowie der EPFL und dreier französischer Institute zu extrem trockenen Sommern in den Bergen des Schweizer Juras.

Um Trockenheit zu simulieren, haben die Forschenden Grasflächen mit transparenten Gewächshaustunnels abgedeckt. Der Vergleich mit freiliegenden, dem Niederschlag ausgesetzten Grasflächen bestätigte das wenig Erstaunliche: Trockenheit führt zu Ernteeinbussen.

Beide Grasflächen waren jedoch zusätzlich in von Schafen beweidete oder regelmässig gemähte Abschnitte unterteilt. Der Ertrag durch Beweidung mit Niederschlag fällt rund 15 Prozent geringer aus als mit der Mahd. Bei Trockenheit war dieser Verlust an Biomasse doppelt so gross. «Im Gegensatz zu früheren Studien über Trockenheit haben wir zum ersten Mal zwei realistische landwirtschaftliche Praktiken in der Schweiz miteinander verglichen», erklärt Claire Deléglise von Agroscope, Erstautorin der Studie. Im Versuch wurden fünf Beweidungen mit drei Mahden verglichen.

Extrem trockene Sommer könnten in Mitteleuropa künftig häufiger werden. Die vorliegenden Resultate seien zwar lediglich gültig für die Verhältnisse im Jura, erklärt Deléglise. «Es gibt aber pflanzenphysiologische Modelle, mit denen versucht wird, die allgemeinen Auswirkungen der Klimaveränderungen auf die Landwirtschaft zu errechnen. Unsere Resultate helfen, solche Modelle zu kalibrieren.» *Stéphane Hess*

C. Deléglise et al.: Drought-induced shifts in plants traits, yields and nutritive value under realistic grazing and mowing managements in a mountain grassland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* (2015)



Mit dem Gewächshaustunnel simulierten die Forscher einen sehr trockenen Sommer.



Die Ölindustrie, hier die alte Raffinerie Collombey im Wallis, arbeitet seit Jahrzehnten mit kontinuierlichen Verfahren. Chemiker tun sich aber noch schwer, ihre Vorteile in der Herstellung von Medikamenten nutzbar zu machen.

Bild: Luca Zanier by Keystone



Tabletten, produziert im Container

Die Pharmaindustrie sucht Wege, um in modularen Fabriken stufenlos rund um die Uhr zu produzieren. Doch manche Prozesse der «Flow Chemistry» stocken noch. *Von Sven Titz*

Pharmazeutische Wirkstoffe herzustellen ist umständlich wie ein Staffellauf mit Hürden: Die Produktion vollzieht sich in einer langen Kette von Einzelprozessen. Ein Rührkessel nach dem anderen wird befüllt, eine chemische Reaktion nach der anderen gestartet. Manchmal finden die Einzelschritte sogar an verschiedenen Orten statt – das zieht die Produktion zusätzlich in die Länge.

Damit könnte aber bald Schluss sein. Denn die herkömmlichen «Chargenprozesse» (batch processes) sollen durch eine modernere Methodik abgelöst werden. «Kontinuierliche Verfahren» (continuous manufacturing) heisst das Zauberwort. Von nun an soll die Produktion stufenlos über die Bühne gehen.

In einem einzigen langen Reaktionsstrom werden die Ausgangssubstanzen nach und nach hinzugefügt. Dass die Produktion nicht aus dem Ruder läuft, sichern Kontrollmessungen und Rückkopplungen. Die Motivation dahinter: Per Flow-Chemie, wie das Verfahren auch genannt wird, können Pharmaunternehmen Medikamente nicht nur schneller entwickeln und produzieren, sie benötigen auch weniger Energie und Ausgangssubstanzen. Das soll die Kosten um bis zu 30 Prozent drücken. Etliche Unternehmen arbeiten daran, die neuen Produktionstechniken auf den Markt zu bringen – von Pfizer über GlaxoSmithKline bis Novartis und Lonza.

Im «Flow» von Anfang bis Ende

Ein ehrgeiziges Ziel setzen sich zum Beispiel Forschende vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) und Novartis im Jahr 2007: Gemeinsam wollten sie die erste Fabrik zur Herstellung von Medikamenten entwickeln, die durchgehend auf kontinuierliche Verfahren setzt. 2012 wurde eine Experimentalanlage am MIT fertig. Alle Schritte von der Chemie über die Reinigung bis zur Beschichtung der Tabletten sind integriert. Von dem Potenzial des Konzepts ist der Teamleiter Bernhard Trout vom MIT fest überzeugt: «Wir können jedes Arzneimittel effizienter und mit weniger Abfall produzieren», behauptet er. Zurzeit werden auf Basis der Experimentalanlage

industriell nutzbare Anlagen zur Medikamentenherstellung entwickelt – daran tüfelt auch das Team des MIT-Spin-offs Continuous Pharmaceuticals in den USA mit.

Effizienter und flexibler herstellen

Dass sich kontinuierliche Verfahren lohnen, hat die Erdölindustrie vorgemacht: In ihren Raffinerien laufen solche Verfahren seit Jahrzehnten, etwa zur Herstellung von Kunststoffen. Vor zehn Jahren sprang der Funke auf andere Branchen über: Sinkende Gewinne bei härterem Wettbewerb schärfen gerade in der Pharmaindustrie das Bewusstsein dafür, dass die Herstellung effizienter und flexibler werden muss.

«Für die Produktpalette gibt es keine Einschränkungen.»

Roger Marti

Die Flow-Chemie ist nicht auf Pharmazeutika limitiert. «Es gibt keine Einschränkungen, was die Produktpalette angeht», erklärt der Chemiker Roger Marti von der Hochschule für Technik und Architektur in Freiburg. Auch im grossen Massstab produzierte Grundchemikalien und komplexe Feinchemikalien liessen sich herstellen, ausserdem Polymere und Nanopartikel.

Unumgängliche Miniaturisierung

Um die kontinuierlichen Verfahren auf die Medikamentenherstellung zu übertragen, mussten Reaktionssysteme miniaturisiert werden. Denn in der Pharmaindustrie geht es – gerade in der Entwicklung – um viel kleinere Mengen als in der Erdölindustrie. «Auch aus Sicht der Chemie hat die Miniaturisierung ihre Vorteile», meint Marti. «Zum Beispiel können Reaktionen bei höheren Temperaturen durchgeführt werden als früher.»

Forschende entwarfen also spezielle Röhren und Mikroreaktoren, in denen sich die Reaktionen abspielen sollen. Diese bestehen oftmals aus Stahl, Glas oder Kunststoff. Neu entwickelt wurden aber nicht nur die Reaktionsbehälter, sondern auch



Eine standardisierte Minifabrik, transportierbar im Container: Dies ist die Vision des europäischen Forschungsprojekts F3-Factory.

Bild: Invite GmbH

Bauteile zur Vermischung oder Erhitzung der Substanzen. Denn geschrumpft auf ein Miniformat könnten die herkömmlichen Komponenten versagen.

Mikroreaktoren zusammensetzen

Ein typisches Beispiel für die Verkleinerung sind die Flowplate-Mikroreaktoren, die vom Unternehmen Lonza entwickelt wurden. Deren Mikroreaktoren gibt es in vier Grössen. Sie erlauben einen Fluss von wenigen Millilitern bis zu einem halben Liter pro Minute und lassen sich wie in einem Baukastensystem kombinieren. So kann man das System an verschiedene Mengenanforderungen anpassen. Gemäss Lonza eignet es sich gut dafür, einen neuen chemischen Prozess im Labor zu entwickeln und anschliessend in eine Produktionslinie umzuwandeln.

Das modulare Design ist gemäss dem Unternehmen platzsparend und kann Herstellungskosten senken. Ausserdem bietet es sichere Reaktionsbedingungen, selbst für hochreaktive oder giftige Ausgangssubstanzen. Der Prozessertrag könne eventuell gesteigert werden, wenn schnelle Mischverfahren, ein effizienter Wärmeaustausch und eine präzise Steuerung der Reaktionszeit integriert werden, heisst es. Verschiedene Reaktionstypen hat Lonza schon mit Erfolg getestet: Reaktionen von Flüssigkeiten untereinander oder zwischen Flüssigkeiten und Gasen, Oxidationen oder Reaktionen mit Brom oder Chlor zum Beispiel.

Module für den Normcontainer

Die Industrie ist auf solche modulare Systeme angewiesen. Wollen pharmazeutische Unternehmen im grossen Stil

kontinuierliche Verfahren nutzen, dann sind Baukastenmodule von Vorteil, in denen die chemischen Substanzen für die unterschiedlichen Wirkstoffe produziert werden. Das würde auch die Belieferung beschleunigen. Benötigt werden dafür flexible Einheiten, die den Transfer von Laborprozessen in die Pilot- und Produktionsphase erleichtern. Dabei handelt es sich um einen Sprung von wenigen Millilitern bis mehreren Kubikmetern pro Jahr.

«Wir können jedes Arzneimittel effizienter und mit weniger Abfall produzieren.»

Bernhard Trout

Darum wurden im EU-Forschungsprojekt F3 Factory, das von 2009 bis 2013 mit einem grossen Konsortium lief, praktische Module entwickelt. Ihre Grösse orientiert sich an den Dimensionen von Normcontainern, die 6 Meter lang und 2,4 Meter breit und hoch sind. In jeden Container passen 40 Module. Im EU-Projekt wurden mit solchen Modulen zum Beispiel chemische Zwischenstufen für ein Testmedikament zur Krebstherapie hergestellt.

Jetzt werden die Module weiter verfeinert, und zwar im Forschungszentrum Invite in Leverkusen, das die Bayer Technology Services gemeinsam mit der TU Dortmund betreiben. Dabei wird an vielen Schraubchen gedreht: Man arbeitet an der Regelungstechnik ebenso wie an der Aufbereitung der Wirkstoffe für die Medi-

kamente. «Unser Zentrum heisst nicht umsonst Invite», sagt Thomas Bieringer, der frühere Geschäftsführer von Invite. «Wir sind eine Public-Private-Kooperation, und externe Partner sind eingeladen, mit uns gemeinsam neue kontinuierliche Verfahren zu entwickeln und auszuprobieren.»

Heikle Kristalle

Dabei müssen noch einige Hindernisse aus dem Weg geräumt werden. «Bei einem Teil der chemischen Prozesse kann es passieren, dass Kanäle verstopfen», so Bieringer. Manchmal entstünden während der Reaktion Feststoffe, die einen Prozess blockierten. Dann versuchen die Forschenden, die Reaktionsbedingungen entsprechend zu steuern – etwa durch Rückkopplungsschleifen. Falls das klappt, kann eine drohende Verstopfung frühzeitig erkannt und so vermieden werden.

Das volle Potenzial der Flow-Chemie für die Pharmaindustrie muss noch abgerufen werden. Vielerorts arbeiten Wissenschaftler zum Beispiel daran, geeignete Kristallisationsprozesse zu den stufenlosen Verfahren hinzuzufügen. Das würde bei der Herstellung von Medikamenten in Tablettenform helfen. Ausserdem müssen die Fachleute die neuen Prozesse so sicher machen, dass die Produktionslinien von den Behörden abgenommen werden. Das alles braucht seine Zeit. Doch schon bald könnte es Normalität werden, dass die Tabletten, die auf dem Nachttisch liegen, in einer Mini-Raffinerie hergestellt worden sind.

Der Wissenschaftsjournalist Sven Titz lebt in Berlin und schreibt regelmässig für die NZZ, den Tagesspiegel und die Welt der Physik.



Die Algen im Hamburger BIQ-Haus produzieren Biomasse und inspirieren Forschende.

Treibstoff aus Sonnenlicht

Seit Langem versuchen Ingenieure die biologische Fotosynthese nachzuahmen, um mit Sonnenenergie aus dem Wasser energiereichen Wasserstoff abzuspalten. Damit könnte Treibstoff für Motoren oder Brennstoffzellen hergestellt werden. Die Arbeitsgruppe von Artur Braun an der Empa ist dieser künstlichen Fotosynthese einen Schritt näher gekommen.

Der Biophysiker arbeitet an fotoelektrochemischen Zellen, in denen der Halbleiter Eisenoxid mit Proteinen aus Cyanobakterien kombiniert wird. Jetzt ist es Brauns Team gelungen, mithilfe von Röntgenstrahlen die physikalischen Vorgänge zwischen den Biomolekülen und dem Halbleiter zu messen. «Wir können die physikalische Reaktion der Zelle an der Grenzfläche im Detail erkennen», sagt der Forscher.

Solche experimentelle Nachweise zeigen, dass zwei unterschiedliche Strategien der künstlichen Fotosynthese vereint werden können: Auf der einen Seite stehen die Biochemiker, die auf die Nutzung biologischer Moleküle setzen. Auf der andern Seite die Ingenieure, die das biologische System mit anorganischen Materialien nachbauen. Brauns fotoelektrochemische Zelle ist somit mit der Zelle des Solarpioniers Michael Grätzel von der EPFL vergleichbar. «Unser Hybrid aus belebter und unbelebter Materie generiert mehr Wasserstoff als reines Eisenoxid», sagt Braun.

Die Messungen der Prozesse an der Grenzfläche zwischen Biomolekülen und dem Eisenoxid sind nötig, um die Nutzung biologischer Energiesysteme voranzutreiben, die sich selber regenerieren können. Der Lausanner Grätzel unterstützt Brauns Strategie: «Die Arbeiten mit Eisenoxid und bakteriellen Proteinen sind zukunfts-trächtig», sagt er. *Stefan Stöcklin*

A. Braun et al.: Biological components and bio-electronic interfaces of water splitting photoelectrodes for solar hydrogen production. Chemistry – A European Journal (2015)

Ein einzelnes Virus abbilden

Biologen träumen davon, Bilder von individuellen Molekülen herzustellen. Forschende der Universität Zürich sind diesem Ziel mit einer neuartigen Technik näher gekommen. Mithilfe der Elektronenholografie konnten sie die detaillierte Form eines einzelnen Virus mit ausserordentlicher Präzision darstellen.

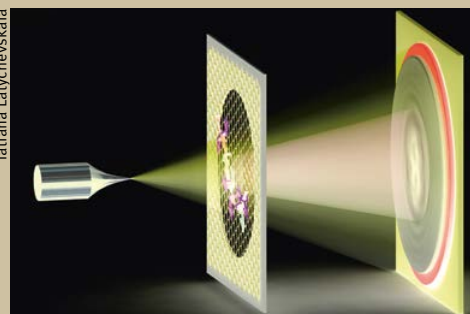
Für die Entwicklung besserer Medikamente sind Details in der räumlichen und chemischen Struktur einzelner Biomoleküle entscheidend. Traditionelle Techniken wie Kernspinresonanz (NMR), Röntgenkristallografie oder Elektronenmikroskopie entschlüsseln aber lediglich die durchschnittliche Struktur von vielen Biomolekülen.

Dank der Elektronenholografie konnte das Zürcher Team nun ein einzelnes Tabakmosaikvirus mit einer Auflösung von einem Nanometer abbilden.

Diese Technik nutzt aus, dass sich Elektronen gemäss der Quantenmechanik wie Wellen verhalten. Bestrahlt man ein Molekül mit Elektronen, so verformt es die entsprechende Welle teilweise. Der verformte Teil der Welle überlagert sich dann auf einem Detektor mit dem unveränderten Teil und bildet ein Muster – ein sogenanntes Hologramm. Die Technik kommt ohne Linsen aus, was Verzerrungen ausschliesst und somit schärfere Bilder ermöglicht. Zudem schädigen die Elektronen dank ihrer niedrigen Energie das untersuchte Molekül kaum.

«Die Elektronenholografie hat das Potenzial zu noch schärferen Bildern, auf denen jedes einzelne Atom eines Biomoleküls sichtbar wird», sagt Jean-Nicolas Longchamp, der Hauptautor der Studie. Damit könnte genau untersucht werden, wie Medikamente an ihre Ziele in unserem Körper andocken. *Leonid Leiva*

J.-N. Longchamp et al.: Low-energy electron holographic imaging of individual tobacco mosaic virions. Applied Physics Letters (2015)



Die Elektronenholografie beleuchtet Details im Nanometerbereich.



Das Ziel: weniger Russ in den Abgasen.

Der Sauerstoff muss in den Tank

Beim Traum von «sauberen» Motoren denken wir oft an Elektro- und Wasserstofffahrzeuge. Bis diese den Alltag erobert haben, sollten aber auch die gängigen Verbrennungsmotoren weiter optimiert werden. So wurde in verschiedenen Studien die Zusammensetzung von Treibstoffen verbessert, insbesondere durch die Zugabe von sauerstoffhaltigen Komponenten zu Diesel. «Bei der Verbrennung führen diese zu deutlich weniger Russpartikeln als herkömmlicher Diesel», erklärt Stefano Iannuzzi von der ETH Zürich. Die Kehrseite der Medaille: Sie eignen sich nicht für die heutigen Motoren, hauptsächlich, weil sie ab einer Temperatur von 42° C verdampfen.

Der Forscher untersuchte verschiedene sauerstoffhaltige Dieseltreibstoffe auf der Basis von Oxymethylenethern (OME), die aus Erdgas gewonnen werden können. Mit Hilfe von Analysegeräten wie Spektrometern untersuchte er insbesondere die Bildung von Russ bei der Verbrennung von OME. Von den geprüften Treibstoffen stellten sich die Mischungen aus OME und konventionellen Dieseln als besonders interessant heraus: «Je mehr Sauerstoff die OME enthalten, desto weniger Russ setzen die Treibstoffe bei der Verbrennung frei», fasst der Forscher zusammen. Die erzielte Wirkung ist gross: Werden einem handelsüblichen Dieseltreibstoff 5% OME beigefügt, entsteht fast 30% weniger Russ.

Allerdings fanden die Versuche unter Laborbedingungen und nicht mit Motoren statt. Durch Experimente mit Einzylindermotoren will Stefano Iannuzzi nun prüfen, ob sich die Gemische auch unter realen Bedingungen bewähren. *Fabien Goubet*

S.E. Iannuzzi et al.: Combustion behavior and soot formation/oxidation of oxygenated fuels in a cylindrical constant volume chamber. Fuel (2016)

Wo Dorfchefs auch Richter sind

Aus dem Südsudan fliehen viele Menschen. Die Sozialanthropologin Martina Santschi von Swisspeace hingegen fährt für ihre Forschung häufig dahin – trotz aller Gefahren. Sie möchte herausfinden, wie ein neuer Staat die bestehenden sozialen Strukturen nutzen kann.



« Alle fragen immer nach der Sicherheit. Dabei fand ich am Anfang vor allem die Trockenzeit lebensfeindlich – wenn die Bäche ausgetrocknet sind, alle Bäume verdorrte Äste in den Himmel strecken, der Boden von klaffenden Spalten durchzogen ist. Beim ersten Mal habe ich mich gefragt: Kann ich das wirklich über längere Zeit ertragen? Ich bin auf einem Bauernhof in einem Dorf am Thunersee aufgewachsen. Ich liebe grüne, satte Wiesen. Andererseits sind mir schnell Ähnlichkeiten aufgefallen zwischen dem Berner Oberland und dem Südsudan. Bei meiner Familie sind Kühe sehr wichtig. Auch wo ich forsche, hat Viehzucht einen hohen Stellenwert. Die gesellschaftliche Bedeutung von Kühen spielt in meiner wissenschaftlichen Arbeit eine Rolle.

Wobei ich mich nicht mit Milchwirtschaft oder Viehzucht befasse. Ich untersuche, wie bestehende soziale Strukturen mit dem Aufbau einer neuen Staatlichkeit im Südsudan interagieren, in einem Land, das erst am 9. Juli 2011 seine Unabhängigkeit erlangt hat. Es ist der jüngste Staat Afrikas. Ich habe den Südsudan 2007 im

Rahmen meiner Dissertation im Fach Sozialanthropologie an der Universität Bern das erste Mal besucht, als er noch Teil des Sudans war. Seither war ich immer wieder vor Ort. Für meine Dissertation habe ich zweimal je acht Monate im Südsudan geforscht. Für andere Projekte bleibe ich jeweils kürzer. Besonders interessieren mich die traditionellen Autoritäten, lokale Governance und Schiedsgerichte.

Harmonie ist wichtiger als Strafe

Schiedsgerichte schlichten konkrete Streitfälle – und da kommen die Kühe ins Spiel. Nicht selten wird über Brautpreise gestritten. «Du schuldest mir noch eine Kuh für meine Tochter», lautet der typische Vorwurf eines Brautvaters. Betroffene reichen dann eine Beschwerde beim Dorfchef ein, der andere Gerichtsmitglieder einberuft. Zeugen werden vernommen, jeder darf mitdiskutieren. Das kann mehrere Stunden dauern. Ich finde das sehr beeindruckend, weil eben nicht der Dorfchef am Ende entscheidet. Es geht vielmehr darum, Harmonie zu etablieren, einen Kompromiss zu finden. Selten wird jemand



nach einer Straftat eingesperrt, ausser bei schlimmen Delikten wie etwa Mord. Es ist wissenschaftlich interessant, zu sehen, wie sich in vermeintlich rechtsfreien und ausserstaatlichen Räumen funktionierende Gouvernanzsysteme und Schlichtungsverfahren trotz Jahren des Bürgerkriegs erhalten haben.

Uniformierte stellen ein Risiko dar

Im Südsudan führte ich Interviews, begleitet von einem Übersetzer. Für den Notfall hatte ich ein Satellitentelefon dabei. Sicher ist der Südsudan ein Konfliktgebiet – aber ich bin nicht leichtsinnig. Ich informiere mich sehr gut, bevor ich irgendwohin reise. In Städten übernachtete ich in gesicherten Unterkünften. Auf dem Land ist die soziale Kontrolle grösser, da kann ich schon mal mein Zelt aufschlagen oder in einfachen Gastehäusern wohnen. Ich war vielleicht zwei oder drei Mal in kritischen Situationen. Ein Risiko ist die Unberechenbarkeit bewaffneter Uniformierter. Und einmal erkrankte ich trotz Prophylaxe an Malaria.

Wichtig ist das Vertrauen meiner Kontaktpersonen und des Übersetzers. Mareng

Chuor übersetzte während meiner ersten Feldforschung. Ich wohnte bei seiner Familie. Mit ihnen war das Eis schnell gebrochen: Eines Morgens bemerkte die Gastfamilie, dass ich eine schwarze und eine blaue Socken trug. Da haben wir laut gelacht, und Mareng sagte: «Es ist schön zu sehen, dass du auch nur ein Mensch bist.»

Die Bilanz meiner Forschung? Vielleicht die Einsicht, dass es lokale Institutionen gibt, die ganz gut funktionieren und eine wichtige Rolle in der lokalen Gouvernanz spielen. Externe Akteure wie UN-Agenturen oder Nichtregierungsorganisationen fokussieren oft auf Gesetze und die nationale Ebene und berücksichtigen die konkrete Umsetzung und Wirkung weniger. Auf den ersten Blick mag ein neues Landgesetz sinnvoll erscheinen. In der Praxis benachteiligt das jedoch arme Personen, da sie sich die Gebühren für die Registrierung in den Ämtern nicht leisten können. Dadurch verlieren sie ihr Land.

Aufgezeichnet von Christian Weber.

Auf der Dorfversammlung in Mangartong im Bezirk Aweil East County von Südsudan wird gerade ein neues Mitglied des Schiedsgerichts ausgewählt (oben). Der Übersetzer Wyiual Lam und Martina Santschi stehen vor dem Geländefahrzeug, das sie gemeinsam mit Kollegen in der Nähe von Yuai durch einen Fluss gestossen haben.

Bilder: Martina Santschi und Rachel Gordon





Eine neue Eiszeit bricht im Katastrophenfilm «The Day After Tomorrow» an: Das erfundene Szenario scheint

Die Filmkatastrophe sensibilisiert für die Realität

Mehr als blosser Unterhaltung:
Katastrophenfilme und Science-Fiction-
Literatur nehmen die Folgen der
Klimakatastrophe vorweg. Machen sie
uns zu umweltbewussteren Menschen?

Von Susanne Leuenberger



beim Publikum das Umweltbewusstsein zu schärfen. Bild: Keystone/Everett Collection

Endlos erstreckt sich die antarktische Weite auf der Leinwand. Minutenlang erkundet die Luftaufnahme die erhabene Schönheit und den Schrecken dieser Welt aus Eis. Erst danach erscheinen menschliche Gestalten im Bild. Bei der Menschengruppe handelt es sich um ein Wissenschaftsteam, das Eiskernbohrungen durchführt. Unter ihnen ist der Paläoklimatologe Jack Hall. Als sich plötzlich eine Eisscholle löst und eine Kluft zwischen die Eiskerne und die Forscher reißt, rettet Hall die Proben mit einem Sprung über den Abgrund und wieder zurück. Er riskiert sein Leben für die Forschung - und für das Überleben der Menschheit.

Wissenschaftler Jack Hall ist der Held von Roland Emmerichs Katastrophenfilm «The Day After Tomorrow» aus dem Jahr

2004. Der 125 Millionen Dollar teure Streifen, der über weite Strecken computeranimierte Szenarien einer in Eis gefrorenen Welt zeigt, ist bis heute einer der wenigen Hollywood-Blockbuster, die sich zentral mit den Gefahren der globalen Erwärmung beschäftigen. Das dramatische Klimaszenario des kommerziell erfolgreichen Films wirkte weit über die Kinosäle hinaus: Der Hype um «The Day After Tomorrow» veranlasste reale Wissenschaftler, die im Film imaginierte Eiszeit in den Medien als unwahrscheinliches, rein fiktives Szenario zu bezeichnen.

Fiktiv oder real: Dass die Bilder einer von Stürmen und Fluten verwüsteten, schockgefrorenen Welt Wirkung zeigten, belegen auch bestehende Rezeptionsstudien wie jene des Yale Project on Climate

Change Communication. Die Zuschauer waren nach Ende des Films messbar klimabewusster als zuvor.

Fiktion wirkt ähnlich wie Realität

Kulturwissenschaftlerin Alexa Weik von Mossner hat sich den Action-Streifen schon unzählige Male angesehen. «Nicht, weil ich den Plot besonders gelungen finde. Der bedient viele Klischees.» Sie untersucht am Institut für Anglistik und Amerikanistik der Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, wie Film und Literatur, aber auch nichtfiktionale Formate wie Klimadokumentarfilme die globale Erwärmung und deren mögliche Folgen in Form von Katastrophennarrativen, aber auch post-apokalyptischen Erzählungen umsetzen. Sie kommt zum Schluss: «Fiktionale Stoffe

«Das Hirn scheint hier nicht zwischen Fiktion und Realität zu unterscheiden.»

Alexa Weik von Mossner

wie Emmerichs *The Day After Tomorrow* können dazu beitragen, eine breite Öffentlichkeit für die Risiken des Klimawandels zu sensibilisieren.»

Demnächst erscheint von Mossners nächste Monografie. Diese analysiert unter anderem die Erzählung des Romans *«The Road»*, für den sein Autor Cormac McCarthy 2007 den Pulitzerpreis gewann. Der Roman handelt von einem Vater und seinem Sohn, die sich in einem post-apokalyptischen Amerika in Richtung Küste durchschlagen. Nach einem nicht näher bekannten Katastrophenereignis ist der Himmel von dunklem Nebel verhangen, die Erde kaum bevölkert und bis zum Gefrierpunkt abgekühlt. Von Mossner untersucht, wie der literarische Text beziehungsweise die spätere Filmadaption von John Hillcoat mit den jeweiligen Möglichkeiten des Mediums das Leben in einer verwüsteten Welt erzählerisch umsetzen und sinnlich erfahrbar machen. Die Kulturwissenschaftlerin arbeitet mit dem Konzept der *«embodied cognition»*. Dieses geht davon aus, dass Kognition an Emotionen und körperliches Erleben und Empfinden gebunden ist.

Literatur reibt sich mit Neurologie

Die erzähltheoretische Analyse ergänzt Alexa Weik von Mossner mit Erkenntnissen aus der neurologischen Emotionsforschung. Verschiedene Experimente deuten darauf hin, dass im Film miterlebte Handlungen und Szenarien dieselben Hirnregionen stimulieren wie reales Erleben: *«Das Hirn scheint hier nicht zwischen Fiktion und Realität zu unterscheiden.»* So kann es gelingen, mit Fiktion das Risikobewusstsein zu stärken und für mögliche Zukunftsszenarien zu sensibilisieren.

Der interdisziplinäre Zugriff auf Fiktion ist eher neu, könnte aber Schule machen. Seit einigen Jahren nähern sich Literatur-

und Filmwissenschaft, die von Psychoanalyse und Gesellschaftskritik geprägt waren, den Neurowissenschaften an und fragen nach den kognitiven und emotionalen Dimensionen von Fiktion.

Allerdings ist der Einbezug neurologischer Befunde in der Filmwissenschaft nicht immer einfach, da unterschiedliche Forschungstraditionen zusammengebracht werden müssen. Dessen ist sich von Mossner bewusst. Sie sieht einen Bedarf an Übersetzungsleistungen zwischen Kulturwissenschaft und Kognitionsforschung: *«Die Analyse einer ganzen Filmsequenz muss auf messbare Faktoren heruntergebrochen werden.»* Dennoch: Der Einbezug neurologischer Befunde erlaube, den Einfluss von Fiktion auf das *«richtige Leben»* nachzuweisen – eine wichtige Ergänzung zur rein inhaltlichen Analyse von Film und Literatur.

Ähnliche emotionale Verarbeitung

Dieser Ansicht ist auch Robert Blanchet. Er untersucht am Zürcher Seminar für Filmwissenschaften die emotionale Wirkung von Filmen. Im Projekt *«The Medium of Love»* untersucht er, was es heisst, mit Filmfiguren Empathie zu empfinden: *«Empathie ist nach meiner Auffassung eine notwendige Voraussetzung dafür, dass wir Sympathie oder Antipathie für eine reale oder fiktive Figur entwickeln.»* Blanchet geht unter anderem der Frage nach, welche emotionalen Mechanismen im Spiel sind, wenn sich Serienfans längerfristig auf die Helden von Fernsehserien einlassen. Dazu untersucht er US-amerikanische Serien wie *The Sopranos*, *The Wire* oder *Mad Men*. Seine Forschung stützt sich auf neurowissenschaftliche und sozialpsychologische Erkenntnisse, während seine theoretischen Prämissen auf der Philosophie des Geistes basieren. *«Es ist klar,*

dass nicht jede geisteswissenschaftliche Fragestellung empirisch gestützt werden kann – und muss.»

Dennoch sei es oft sinnvoll, als Geisteswissenschaftler zu prüfen, ob es empirische Studien gebe, die die eigenen Befunde stützen oder diesen widersprechen. Wie von Mossner geht Blanchet davon aus, dass Zuschauer fiktional erlebte Sachverhalte emotional vergleichbar verarbeiten wie reale Erfahrungen.

Mehr als nur Zeitvertreib

Ob fiktiv oder real: Dass die Auseinandersetzung mit Katastrophenszenarien mehr ist als nur ein Zeitvertreib, darauf weisen viele andere aktuelle Forschungsarbeiten hin. Zum Beispiel die des Medienpsychologen Matthias Hofer vom Institut für Publizistik und Medienforschung in Zürich.

Er untersucht zurzeit an der Michigan State University, wie medial vermittelte Werte und Normen soziales Verhalten wie etwa Fürsorge beeinflussen. Seine bisherigen Resultate deuten darauf hin, dass Menschen nach der Lektüre von Zeitungstexten über Opfer von Naturkatastrophen und verhungernde Kinder hilfsbereiter sind als diejenigen, die Ferienberichte lesen.

Susanne Leuenberger ist Journalistin in Bern.

«Ich sehe keine Alternative zum multilateralen Weg»

Flüchtlingsströme, Klimaerwärmung, Eurokrise – viele Probleme werden heute in Verhandlungsmarathons zerredet statt gelöst, so scheint es. Die Historikerin Madeleine Herren-Oesch sieht das anders.

Von Anita Vonmont

Frau Herren-Oesch, grosse internationale Konferenzen enden heute oft unverbindlich, höchstens mit Absichtserklärungen. Sind Nägel mit Köpfen wie 1987 das weltweite Verbot der ozonzerstörenden FCKW-Treibgase noch möglich?

Die ganz konkreten, verbindlichen Entscheide sind tatsächlich schwieriger geworden. Heute haben wir es mit viel mehr Akteurinnen und Akteuren zu tun als noch vor 30 Jahren. Am Verhandlungstisch bestimmen nicht nur die Politiker und Diplomatinen des Westens das Geschehen. Auch Entwicklungs- und Schwellenländer haben Gewicht und müssen gleichzeitig in die Pflicht genommen werden. Eine internationale Zivilgesellschaft und deren Interessenverbände gestalten die Debatte mit. Regionale Unterschiede müssen berücksichtigt werden. Die Verhandlungen und Entscheidungsgrundlagen sind komplex, und dies erschwert die Konsensfindung.

Am Klimagipfel von Paris letzten Dezember wurde die von 195 Staaten unterzeichnete Vereinbarung als Erfolg gefeiert. Teilen Sie diese Ansicht?

Das hängt von der Betrachtungsweise ab. Es ist sicher ein Erfolg, dass die Staaten sich auf ehrgeizige Klimaziele einigen konnten. Zugleich aber ist es offen, wie verbindlich die Formulierungen sind und ob dieser Klimagipfel bei der Umsetzung tatsächlich hält, was er verspricht.

Führt der multilaterale Weg denn überhaupt noch zum Ziel?

Ich sehe schlicht keine Alternative. In einer globalisierten Welt können und dürfen für deren Probleme nicht nur einzelne Akteure zuständig sein. Wir können gar nicht anders, als in breit abgestützten Verhandlungen um möglichst gute Lösungen zu ringen.

Wie gelingt das am besten? Wie zum Beispiel können die EU-Staaten sich bald auf einen Verteilschlüssel für Flüchtlinge einigen?

Dafür gibt es kein Patentrezept. Solche Verhandlungen sind schwierig und langwierig. Aber selbst wenn auf der Verhandlungsebene der EU keine handfesten Ergebnisse produziert werden, ist das kein Nullresultat. Entscheidungen sind nicht ausschliesslich an zwischenstaatliche Vereinbarungen gebunden, sondern entwickeln sich in der politischen Diskussion, und diese hat offensichtlich viele Menschen sensibilisiert. Die deutsche Willkommenskultur hat mich beeindruckt. Ich war überrascht, wie schnell sich auch die deutschen Universitäten nach Ankunft der ersten Syrienflüchtlinge geöffnet haben. Der Berliner Senat hat das Studienverbot für Flüchtlinge innert 14 Tagen einfach gekippt! Da ist unversehens ein wichtiger Integrationsprozess in Gang gekommen, obwohl auf der EU-Ebene nichts entschieden wurde.

Braucht es dennoch Reformen, damit die EU, die Uno und die grossen Gipfelkonferenzen handlungsfähiger werden?

Die braucht es, und die laufen zum Teil auch. Die grossen internationalen Akteure brauchen gesellschaftliche Legitimation. Es gilt zu verhindern, dass Komplexität

verunsichert und die vielen Handlungsebenen weniger als Chance denn als Bedrohung verstanden werden. Europa zum Beispiel wird oft als im Niedergang begriffen dargestellt, überrollt von Flüchtlingen, kurz vor dem ökonomischen Kollaps. Dabei hat gerade Europa nach dem Ende des Kalten Krieges etwas zustande gebracht, was im internationalen Vergleich bemerkenswert ist, nämlich eine friedliche Form der politischen Transformation – mit dem wiedervereinigten Deutschland integriert in der EU. Auch wenn nationalistische Tendenzen und die terroristische Bedrohung heute Anlass zur Sorge sind – Europa ist ein Beispiel dafür, wie friedlich mit divergierenden Ansprüchen umgegangen werden kann.

Madeleine Herren-Oesch ist Professorin für neuere allgemeine Geschichte und Direktorin des Europainstituts der Universität Basel. Sie beschäftigt sich mit European Global Studies und mit der Geschichte internationaler Organisationen.

Anita Vonmont ist Wissenschaftsjournalistin in Basel.



«Europa ist ein Beispiel dafür, wie friedlich mit divergierenden Ansprüchen umgegangen werden kann», sagt Madeleine Herren-Oesch. Bild: Valérie Chételat

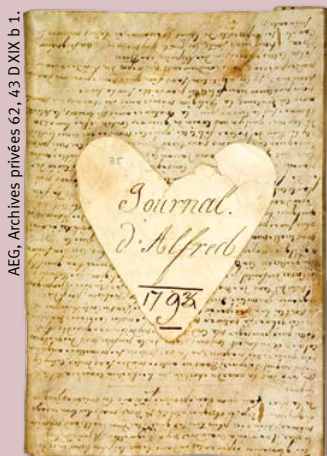
Tagebuch einer aufgeklärten Mutter

Die Familie erfuhr im 18. Jahrhundert mit der Entstehung eines neuen Muttermodells in der westlichen Welt eine markante Entwicklung. Die Mutter war ihren Kindern nun emotional und körperlich viel näher und übernahm eine erzieherische Rolle, die wesentlich über ihre frühere Funktion als Erzeugerin und Ernährerin hinausging. Wie sich dieser Wandel in der Westschweiz vollzog, zeigt die Dissertation von Sylvie Moret Petrini. Die Doktorandin untersuchte die erzieherische Praxis anhand von Beschreibungen in privaten Dokumenten wie Tagebüchern.

Die Historikerin der Universität Lausanne analysierte sieben Erziehungsjournale, die zwischen 1790 und 1820 verfasst wurden. Autorinnen waren junge Waadtländer und Genfer Mütter, deren soziale Herkunft von Pfarrämtern über bürgerliche Häuser bis zum Adel reicht. Sie hielten die Entwicklung ihrer Kinder seit der Geburt schriftlich fest. Die Erziehungsjournale geben Aufschluss über damalige Erziehungsideale und darüber, wie diese wahrgenommen und umgesetzt wurden.

Mit einer Ausnahme stillten all diese Frauen ihr Kind selbst, eine Praxis, die ab dem 18. Jahrhundert als Massnahme gegen die Kindersterblichkeit propagiert wurde. Die Gesundheitsfrage nimmt in den untersuchten Journalen eine zentrale Stellung ein. «Die Mütter kommen ihrer neuen Verantwortung nach, das Überleben ihres Kinds sicherzustellen, und dokumentieren ihre Präsenz und ihre Kompetenzen», erklärt Sylvie Moret Petrini. Zuweilen hinterfragen sie ärztliche Verschreibungen oder pädagogische Empfehlungen aufgrund ihrer Rolle und Erfahrung als Mutter. *Marie-Jeanne Krill*

S. Moret Petrini: La plume, instrument d'affirmation de la mère éducatrice, in D. Tosato-Rigo (éd.): *Egodocuments et pratiques sociales (XVIIe – début XIXe siècles)*, Etudes de lettres, Lausanne, 2016



Wie der kleine Alfred sich seit der Geburt entwickelt hat, ist in diesem Heft festgehalten.



«Auch» bedeutet in vielen Sprachen dasselbe, wird aber ganz verschieden verwendet.

Die vielen Leben von «auch»

«Auch» zählt in vielen Sprachen zu den beliebtesten Wörtern. In der Regel achten wir kaum darauf, wie wir diese sogenannten etymologisch differenten Partikeln einsetzen, wenn wir einen Text schreiben oder uns mit jemandem unterhalten, obschon wir uns ihrer andauernd bedienen. Die Gebrauchtschiede des Wörtchens «auch» und seiner Verwandten «aussi», «anche» und «also» sind beträchtlich.

In geschriebenen Texten kommt die Partikel im Französischen und Englischen weniger häufig vor als im Italienischen. Der Grund ist, dass Französisch und Englisch Partikeln kennen, die sich von «aussi» und «also» kaum unterscheiden, nämlich «également» und «too», sagt die Linguistin Anna-Maria De Cesare. Die SNF-Förderprofessorin der Universität Basel ist überrascht vom Ergebnis, dass ein identisches, scheinbar irrelevantes Wort in verschiedenen Sprachen derart unterschiedliche Leben führt. Sie hat aus einem Korpus von 750 000 Wörtern, die sie den Websites grosser Tageszeitungen Frankreichs, Italiens und Englands entnommen hat, für ihre qualitative Analyse 300 Fallbeispiele ausgewählt, die aus mehreren Sätzen bestehen. «Man muss den Kontext der Wörter kennen, um ihre Funktion zu verstehen.» Ihre Arbeit sei wichtig sowohl für die Theorie als auch für die Didaktik der Sprachen: «Man kann nun jemanden, der eine Fremdsprache lernt, auf deren Besonderheiten in Bezug auf die unscheinbaren Partikeln aufmerksam machen», sagt De Cesare. *Urs Hafner*

A.-M. De Cesare: Additive Focus Adverbs in Canonical Word Orders. A Corpus-based Study of It. anche, Fr. aussi and E. also in Written News, in: *Linguistik online*, 2015

Die Geburt einer populären Göttin

Sie ist eine der vielen Gottheiten des komplexen altägyptischen Götteruniversums: Mut – so ihr Name, zu Deutsch Mutter. Sie tritt mal in Menschengestalt, mal als Löwin mit Menschenkopf und mal als Geier auf. In Karnak, unweit von Luxor, besitzt sie einen Tempel, was von ihrer einstigen Beliebtheit zeugt. Durch die Arbeit der Ägyptologin Michela Luiselli von der Universität Basel wissen wir nun, wie es zu Muts Aufstieg kam. Sie hatte zunächst eine politische Funktion, entfaltete dann aber eine Eigendynamik, die ihre Promotoren, die Pharaonen und Theologen, nicht vorgesehen hatten.

Die sogenannte 17. Dynastie inthronisierte Mut während einer kriegerischen Zeit um 1500 vor Christus in Theben als Gattin des Gottes Amun Re. Sie sollte das Königtum legitimieren, dessen Herrschaft stabilisieren und als Muttergöttin in Menschengestalt mit Doppelkrone die Einheit von Ober- und Unterägypten verkörpern.

Schon unter der 18. Dynastie indes wurde Mut ungemein populär. Breite Bevölkerungsschichten verehrten sie in sinnlich ausgestalteten Prozessionen mit Musik, Gesängen und Gebeten – und fürchteten sie zugleich als Löwengöttin. In einer düsteren, von Seuchen und Hunger geprägten Zeit sahen die Menschen in Mut die zu bannende Bedrohung und auch die zu erflehende Errettung. Aus der instrumentellen Politgöttin war eine ambivalente Populärgöttin geworden. *Urs Hafner*

M. Luiselli: Escaping fear and seeking protection. On the role of Mut in New Kingdom personal religion, in: Ch. Zivie-Coche (Ed.): *Le rôle de l'individu dans la religion égyptienne. Cahiers «Égypte Nilotique et Méditerranéenne»*, 2016



Hier ist sie ein Mensch. Doch Mut erscheint manchmal auch als Geier.

Medikamente aus dem Körper

Das Immunsystem kreiert laufend neue Antikörper. Ein Spin-off aus Bellinzona produziert damit Medikamente gegen Viren.

Journalist: Florian Fisch

Infografik: ikonaut



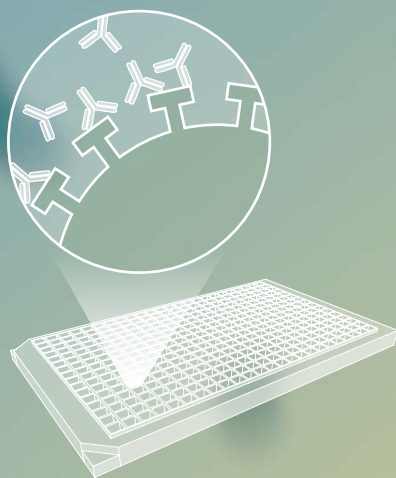
1. Überlebende spenden Blut

Nach einer überstandenen Infektionskrankheit – zum Beispiel mit dem MERS-Coronavirus, das zu schweren Lungenentzündungen führen kann – hat das Immunsystem der betroffenen Person einen wirksamen Antikörper entwickelt. Die Firma Humabs Biomed, ein Spin-off des Istituto di Ricerca in Biomedicina (IRB) in Bellinzona, fischt solche Antikörper aus dem Blut von Überlebenden.



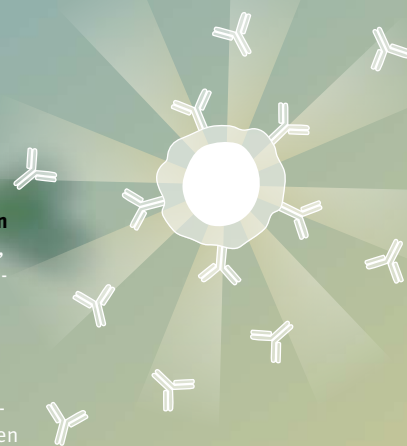
3. Gute Antikörper herausfischen

Welche Gedächtniszelle im Haufen von Hunderttausenden produziert den richtigen Antikörper und hindert damit das Virus daran, seine DNA in die Wirtszelle zu schleusen? Das verraten chemische Lichtreaktionen in kleinsten Versuchsgefässen. Bleibt es dunkel, sind die Antikörper wirksam.



2. Unsterbliche Immunzellen

Die weissen Blutkörperchen, welche die Antikörper produzieren (B-Gedächtniszellen), werden aus dem Blut extrahiert. Sie werden dafür mit einer vom IRB patentierten biotechnischen Methode unsterblich gemacht: sie können sich nun beliebig oft teilen.



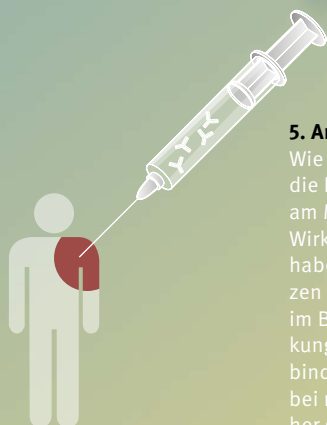
4. Produktion mit Gentechnik

Das entsprechende Gen des Sieger-Blutkörperchens wird isoliert, leicht angepasst und zur industriellen Produktion in Säugetiierzellen verpflanzt.



5. Antikörper injizieren

Wie bei allen Medikamenten müssen die Präparate nun in klinischen Studien am Menschen auf Sicherheit und Wirksamkeit getestet werden. Antikörper haben gegenüber chemischen Substanzen einige Vorteile: Sie verbleiben länger im Blut und haben seltener Nebenwirkungen, weil sie sich fast nur an ihr Ziel binden. Allergische Reaktionen traten bei rein menschlichen Antikörpern bisher selten auf.



Sparen: Parlament soll Risiko belohnen

Von Maurice Campagna

Bund, Kantone und Gemeinden müssen sparen. Nun ist Sparen an sich nichts Schlechtes. Im Italienischen sagt man: «Tagliare i rami secchi per poter far crescere quelli nuovi.» Sparrunden sind immer gute Gelegenheiten sich zu überlegen, worauf es ankommt. Das Einstellen von Dingen wird Raum für Neues schaffen.

Die Freiheit in Lehre und Forschung, also die Autonomie, ist die tragende Säule der akademischen Welt. Dabei orientieren sich unsere besten Dozenten und Forscherinnen an Forschungsthemen, die im Wesentlichen auf internationaler Ebene gesetzt werden.

Valérie Chételat



Die kleine Schweiz muss sich dabei immer fragen, was sie sich leisten kann, wo sie ihr Geld am besten anlegt und ob es sinnvoll ist, das

Portfolio umzuschichten. Dies sind keine leichten Fragen, zudem mit risikoreichen Antworten. Dabei darf kein Ansatz tabu sein. Japan zum Beispiel hat kürzlich eine Reorientierung der Geisteswissenschaften und der Fusionsforschung angekündigt.

Das Parlament ist damit konfrontiert, dass Investitionen in Bildung und Forschung - isoliert und kurzfristig betrachtet - risikoreich sind. Trotz Beschleunigung der Forschungsprozesse, etwa dank Simulationen mit Grosscomputern, lassen sich innerhalb einer Legislaturperiode

meist noch keine konkreten Resultate erreichen. Noch unwahrscheinlicher ist deren Umsetzung in praktische Anwendungen mit produktivem ökonomischem Ausgang.

Investitionen in Bildung und Forschung brauchen also einen langen Atem. Bund und Kantone sollten primär ein Beet anlegen, auf dem exzellente Forschung gedeiht. Ein Beet, das zuallererst Forscherinnen und Forscher fördert, die über ein «feu sacré» verfügen - auch wenn deren Weg lang und steinig ist. Wenn junge, motivierte Forscherinnen und Forscher oft mit älteren, erfahrenen Kollegen ihre besten kreativen Jahre investieren, gehen sie ein beträchtliches Risiko ein. Dieses Risiko muss von Geldgebern belohnt werden.

Das Parlament sieht sich nicht nur mit den Unwägbarkeiten von Bildung und Wissenschaft konfrontiert, sondern muss das gesamte Bundesbudget im Auge behalten - über den Zeithorizont der eigenen politischen Tätigkeit hinaus. Dass Forscherinnen und Forscher sich häufig unbeholfen vermarkten, etwa im Vergleich mit der Landwirtschaft, erleichtert die Angelegenheit nicht. Ist es sinnvoll, gerade die geplanten Investitionen in Bildung, Forschung und Innovation besonders stark zu kürzen? In einer Zeit, in der wir vor allem in Köpfe investieren sollten? Würde nicht das Image unseres Landes unter den Sparschnitten irreversibel leiden, gerade bei jungen, hervorragenden Talenten?

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

5. März bis 26. Mai 2016

Im Zeichen der Avantgarde

Zum 25-Jahre-Jubiläum zeigt das Schweizerische Literaturarchiv die Ausstellung «DADA original»
[Schweizerische Nationalbibliothek Bern](#)

17. und 18. März 2016

Politische Rechte für Ausländer?

Das hochaktuelle Thema wird an den 8. Aargauer Demokratietagen erörtert.
[Kultur- und Kongresshaus Aarau](#)

7. bis 9. April 2016

Sozialer Wandel und die Medien

Die Jahrestagung der Schweizerischen Gesellschaft für Kommunikation- und Medienwissenschaft thematisiert diese Entwicklung
[Universität Freiburg](#)

8. April 2016

Ethische und rechtliche Verantwortung in internationaler Forschung

Das Symposium befasst sich anhand konkreter Fallbeispiele mit dem Thema
[Haus der Akademien, Bern](#)

Bis 10. April 2016

Wir essen die Welt

Eine Ausstellung über Genuss, Geschäft und Globalisierung
[Natur-Museum Luzern](#)

Bis 25. Juni 2017

Digitale Dinos: Die Riesen aus Kem Kem

Interaktives Atelier für Jugendliche im
[Muséum d'histoire naturelle, Genf](#)

Leserbriefe

Es braucht auch «Architekten» in der Naturwissenschaft

Zum Artikel «Die Interdisziplinarität hat Sprengpotenzial» (Horizonte 107, Dezember 2015, S. 29)

Als Architekt ist man Generalist des Hochbaus und arbeitet ständig interdisziplinär. Man betätigt sich ein wenig als Künstler, Ingenieur, Energiefachmann, Konstrukteur, Materialwissenschaftler, Kalkulator, Führungskraft und braucht eine Ahnung von rund 15 bauhandwerklichen Berufen. Jeder Architekt ist ein grosser «Halbwisser», weiss von Vieles, hat aber von keinem Fachgebiet vertiefte Kenntnisse. In den Naturwissenschaften gibt es meines Wissens keine Ausbildung von Generalisten und Führungskräften. Ähnlich wie der Architekt

sollte der (naturwissenschaftliche) Generalist ein solides Basiswissen aller wichtigen Teilgebiete haben, die «Sprachen» der einzelnen Fachgebiete verstehen und gute Führungseigenschaften besitzen, aber keinem Fachgebiet wirklich nahestehen. Er sollte «über den Disziplinen stehen», interdisziplinäre Fragen formulieren, Forschungsziele skizzieren und verschiedenste Forscher (aus dem universitären Bereich, der Industrie sowie naturwissenschaftlich gebildete «Laien») zusammenbringen und so vermutlich eine hocheffiziente Forschungssymbiose anstossen.

Ich bin überzeugt, es braucht auch in den Naturwissenschaften «Architekten», neutrale Koordinatoren, die den Überblick behalten und interdisziplinäre Teams zu neuen Meisterleistungen führen.

Theo Gmür, Architekt, 9463 Oberriet

Korrigenda

Kind erhält Namen nach Geburt

Im Artikel «XX, XY, XXY, X und die Anderen» in Horizonte 107 (Dez. 2015, S. 10) ist uns ein Fehler in der Bildlegende unterlaufen. Zwar ist das Taufritual in der Gesellschaft stark mit der Namensgebung assoziiert, ein Kind erhält aber seinen Namen kurz nach der Geburt. Mit der Taufe wird es vor allem Teil der christlichen Gemeinschaft. Wir entschuldigen uns für diesen Fehler.

Die fehlenden Zutaten

Die Beschreibung des Projekts von Aldo Steinfeld mit «... CO₂ in Wasserstoff umwandeln» ist ungeschickt, weil im Prozess wichtige Zutaten fehlen. Richtig ist: «... aus Wasser und CO₂ wird Wasserstoff und Synthesegas hergestellt.»

Angelika Kalt ist SNF-Direktorin

SNF/Marco Finsterwald



Die neue SNF-Direktorin heisst Angelika Kalt. Sie wurde vom Ausschuss des Stiftungsrates zur Nachfolgerin von Daniel Höchli gewählt. Dieser verlässt den SNF nach elf Jahren, um die Leitung von Curaviva Schweiz zu übernehmen. Angelika Kalt ist seit 2008 stellvertretende Direktorin des SNF, sie wird ihre neue Funktion am 1. April aufnehmen. Sie war acht Jahre lang Professorin für Erdwissenschaften an der Universität Neuenburg.

Gutes Zeugnis für die NFS

Die Nationalen Forschungsschwerpunkte (NFS) haben vom Schweizerischen Wissenschafts- und Innovationsrat (SWIR) ein sehr gutes Zeugnis erhalten. Nach Abschluss der ersten Serie von 14 NFS im Jahr 2013 hat der SWIR evaluiert, ob die Ziele erreicht werden. Diese sind, mit langfristig angelegten, interdisziplinären und innovativen Forschungsvorhaben den Forschungsplatz Schweiz in strategisch wichtigen Gebieten nachhaltig zu stärken. In seinem Bericht kommt der SWIR zum Schluss, dass die NFS hohe wissenschaftliche und strukturelle Ziele verfolgen, und er gibt einige Empfehlungen zur Weiterentwicklung. Einige davon wurden in den laufenden NFS-Serien umgesetzt.

Abschlussbroschüre des NFP 63

Die Insulin produzierenden Zellen der Bauchspeicheldrüse können durch artverwandte Zellen bei Mäusen ersetzt werden. Dies ist nur ein Resultat aus dem Nationalen Forschungsprogramm «Stammzellen und regenerative Medizin» (NFP 63). Zum Abschluss des NFP 63 gibt eine Broschüre Übersicht über die Ergebnisse. Andere Forschungsgruppen haben zum Beispiel Knorpelgewebe entwickelt, das einst Ohrmuscheln ersetzen könnte. Ein Team aus je einem Mediziner, Ethiker und Juristen untersuchte zudem die Stammzellspende.

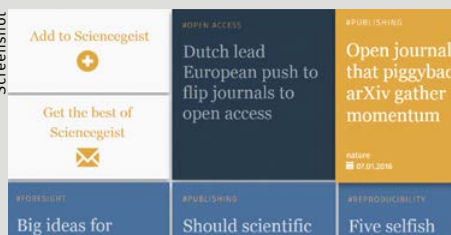
27 Open-Access-Bücher unterstützt

Im Pilotprojekt OAPEN-CH sammelt der SNF gemeinsam mit Wissenschaftsverlagen Erfahrungen zur Publikation im Internet frei zugänglicher Monografien

(Open Access). In der ersten Runde unterstützt der SNF 27 Open-Access-Bücher. Die Publikationen werden auf der Website der Verlage, in der OAPEN Library sowie in einem institutionellen Repositorium frei zugänglich sein, längerfristig auch über die Plattform der Schweizerischen Nationalbibliothek. Alle Pilotpublikationen sind zudem gedruckt erhältlich. Die zweite Ausschreibung wurde Mitte Februar lanciert.

Ein neues Portal für die Wissenschaftspolitik

Screenshot



Forschungsfinanzierung, der Kampf gegen Plagiate, die Diskussion um die Peer-Review und um neue Publikationsmodelle: Die Wissenschaftskultur steht im Zentrum von sciencegeist.com. Das neue, vom SNF unterstützte Portal ist eine Sammlung von Nachrichten, die die heute gängige Forschungspraxis hinterfragen. Der News-Aggregator dient als Archiv und Newsletter.

Neuer Präsident für SCNAT

Christian Flierl/Swiss TPH



Der Epidemiologe und Parasitologe Marcel Tanner ist seit Anfang Jahr Präsident der Akademie der Naturwissenschaften (SCNAT). Tanner leitete von 1997 bis Mitte 2015 das Schweizerische

Tropen- und Public-Health-Institut Swiss TPH. Tanner folgt auf Thierry Courvoisier, der die SCNAT von 2012 bis 2015 präsidierte.

Schweiz und Russland forschen gemeinsam

Die Schweiz und Russland haben 2015 ein gemeinsames Forschungsprogramm lanciert, das Scientific & Technological Cooperation Programme Switzerland-Russia. Bewilligt wurden 25 Projekte in den Themengebieten Quantentechnologie und Robotik, Geistes- und Sozialwissenschaften sowie Systembiologie und Bioinformatik. Die Finanzierung kostet auf Schweizer Seite 5,9 Millionen Franken.

Horizonte

Das Schweizer Forschungsmagazin erscheint viermal jährlich auf Deutsch und Französisch. Gedruckte Sonderausgabe auf Englisch. 27. Jahrgang, Nr. 108, März 2016 www.snf.ch/horizonte

Herausgeber

Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (SNF)
Wildhainweg 3
Postfach 8232
CH-3001 Bern
Tel. 031 308 22 22
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

Redaktion

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

Gestaltung und Bildredaktion

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

Übersetzung

Weber Übersetzungen, Séverine Voisard,
Jessica Schmid

Korrektorat

Anita Pfenninger

Druck und Litho

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

Auflage

40 100 deutsch, 16 800 französisch,
6200 englisch

© 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

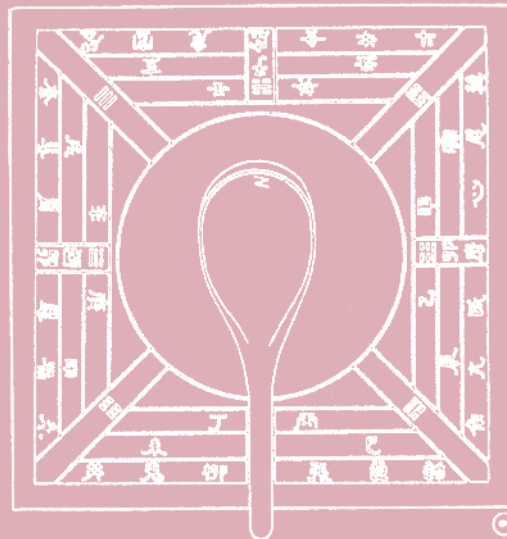
Die Akademien der Wissenschaften Schweiz setzen sich im Auftrag des Bundes für einen gleichberechtigten Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft ein. Sie vertreten die Wissenschaften institutionen- und fachübergreifend. In der wissenschaftlichen Gemeinschaft verankert, haben sie Zugang zur Expertise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

«Löst das Problem mit Brüssel.»

Gerd Folkers Seite 29

«Risikokommunikation ist immer
ein schwieriges Geschäft.»

Heinz Bonfadelli Seite 34



Der Vorfahre des Kompasses:
Auf einer Bronzeplatte
ausbalancierter Löffel aus
Magnetit (China, 370 v. Chr.).

Bild: Keystone/Interfoto/
Sammlung Rauch

«Im Berner Oberland und im
Südsudan sind Kühe wichtig.»

Martina Santschi Seite 42